Проф. К. Д. ГЛИНКА,
ДИРЕКТОРЪ ВОРОНЕЖСК. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАГО ИНСТИТУТА ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I.

ПОЧВОВѢДѢНІЕ.

2-е ИЗДАНІЕ,

ИСПРАВЛЕННОЕ и ДОПОЛНЕННОЕ,

СЪ 78 РИСУНКАМИ и 2 ПОЧВЕННЫМИ КАРТАМИ.

ПЕТРОГРАДЪ,
Изданіе А. Ф. ДЕВРІЕНА.
1915 г.

Типографія Кюгельгенъ, Гличъ и Ко., Петроградъ, Екатериигофскій пр. 87.

85

29120 ИПФС

БИБЛИОТЕКА
научного центра
АН СССР в Пущине

ОГЛАВЛЕНІЕ.

Стр.

ВВЕДЕНІЕ. Предметъ и задачи почвовѣдѣнія . . . . . x—xix

Часть I. Почвообразованіе 3

Глава I. **Образованіе и свойства гумуса** 4

Составъ растительныхъ остатковъ, служащихъ для образованія гумуса 6

Ближайшіе источники образованія почвеннаго гумуса 9

Участіе животныхъ въ процессахъ разложенія органическихъ остатковъ 14

Главнѣйшіе типы превращеній органическаго вещества въ почвѣ подъ вліяніемъ микроорганизмовъ 25

Химическій составъ гумуса 35

Распредѣленіе микробовъ въ почвахъ 51

Условія разложенія органическихъ остатковъ 54

Литература 64

Глава II. **Вывѣтриваніе** 73

Механическое вывѣтриваніе 76

Химическое вывѣтриваніе 82

Опытныя данныя о химическомъ дѣйствіи воды и растворовъ на минералы и горныя породы 83

Опыты надъ вывѣтриваніемъ породъ въ природѣ 94

Органическое вывѣтриваніе 99

Роль растеній въ процессахъ вывѣтриванія 99

Дѣйствіе веществъ гумуса на минералы и горныя породы 104

Вывѣтриваніе минераловъ въ природѣ 117

Сѣрнистыя соединенія 117

Окислы 118

Алюминаты и ферриты 119

Силикаты 119

Алюмосиликаты и феррисиликаты 122

Вывѣтриваніе горныхъ породъ 136

Кислыя и среднія породы 137

Основныя породы 143

Кластическія породы 147

Породы органогенныя 153

Дѣятельность человѣка, какъ факторъ вывѣтриванія 154

Круговоротъ легко подвижныхъ продуктовъ почвообразованія въ природѣ 155

Закономѣрность въ распредѣленіи по земной поверхности продуктовъ почвообразованія 162

Литература 167

Часть II. Общія свойства почвъ 175

Глава I. **Морфологія почвъ и методы ея изученія.** 177

Литература 184

Стр.
Глава II. **Механическій составъ почвъ** 185
Классификація почвъ по механическому составу. 188
Литература 191
Глава III. **Петрографическій составъ почвенныхъ массъ** 192
Минералы почвеннаго скелета 195
Составъ почвеннаго мелкозема 201
Литература 205
Глава IV. **Химическій составъ почвъ** 206
Литература 209
Глава V. **Физическія свойства почвъ** 210
Уд. вѣсъ почвы 210
Абсолютный и кажущійся уд. вѣсъ 211
Порозность почвъ 211
Воздухопроницаемость почвы. 212
Пластичность, клейкость и связность почвы 214
Литература 220
Водныя свойства почвы 221
Литература. 245
Вліяніе лѣса на водный режимъ почвы. 248
Литература 263
Тепловыя свойства почвъ 265
Литература. 275
Глава VI. **Поглотительная способность почвы** 277
Литература. 285
Глава VII. **Почвенный воздухъ** 287
Литература. 291
Глава VIII. **Почвенные растворы** 292
Литература 294
Часть III. Характеристика почвенныхъ типовъ и географія почвъ 295
Глава I. **Почвенныя классификаціи** 297
Литература 332
Глава II. **Характеристика почвенныхъ типовъ и разностей** 333
ОТДѢЛЪ I. Почвы эктодинамоморфныя 333
I. Почвы оптимальнаго увлажненія. 333
Литература 356
II. Почвы средняго увлажненія 358
Литература 393
III. Почвы умѣреннаго увлажненія 396
Литература. 426
IV. Почвы недостаточнаго увлажненія 429
Литература. 443
V. Почвы избыточнаго увлажненія. 445
Литература 464
VI. Почвы временно-избыточнаго увлажненія 466
Литература. 511
ОТДѢЛЪ II. Почвы эндодинамоморфныя. 515
Литература. 520
Глава III. **Ископаемыя и древнія почвы** 521
Литература. 538

Стр.

Глава IV. **Краткая характеристика почвенныхъ зонъ Россіи и ея отдѣльныхъ областей** 540
Европейская Россія 540
I. Тундровая зона 541
Литература 546
II. Подзолистая зона 547
Литература 562
III. Черноземная зона 566
Литература 586
IV. Пустынно-степная зона 589
Литература 596
Азіатская Россія 598
Литература 601
I. Тундровая зона 603
Литература 606
II. Подзолистая зона 607
Литература 630
III. Черноземная зона 632
Литература 648
IV. Каштановая зона 650
Литература 658
V. Бурая зона 659
Литература 664
VI. Сѣрая зона 665
Литература 672
Горныя страны Россіи 673
Крымъ 673
Кавказъ 675
Уралъ 678
Алтай 679
Туркестанъ 684
Литература 693

Перечень рисунковъ.

		стр.
Рис.	1. Приборъ Рисположенскаго	180
„	2. Изготовленіе формы монолита	181
„	3 и 4. Установленіе границы текучести	215
„	5. Кривыя текучести, клейкости, скатыванія	218
„	6. Опытъ De Heen'a	231
„	7, 8, 9. Опыты Rénè d'Andrimont	232
„	10. „ „ „	233
„	11. „ „ „	234
„	12. Песчаный подзолъ изъ окрестностей Ново-Александріи	360
„	13. Глинистый подзолъ Новгородской губ. на моренной глинѣ	362
„	14. „ „ Смоленской губ. на лессовидн. суглинкѣ	363
„	15. Вліяніе микрорельефа на строеніе подзолистыхъ почвъ	364
„	16 и 17. Распредѣленіе разностей подзолистыхъ почвъ по элементамъ рельефа	365
„	18 и 19. Лѣсные суглинки	384
„	20. Деградированный черноземъ	386
„	21. Черноземъ Енисейской губ.	412
„	22. Черноземная почва съ иллювіемъ	415
„	23. Каштановая почва Тургайской обл.	429
„	24. „ „ Енисейской губ.	430
„	25. Бурая почва Акмолинской обл.	434
„	26 и 27. Столбчатые солонцы Тобольской и Самарской губ.	477
„	28. Призматическій солонецъ Тургайской обл.	478
„	29. Глыбистый солонецъ Тургайской обл.	478
„	30. Солонцеватая почва окрестностей Сарепты	481
„	31. Горная карбонатно-солончаковая почва Ферганы	484
„	32. Солончакъ съ выцвѣтами солей на стѣнкѣ	486
„	33. Корковый солонецъ Полтавской губ.	487
„	34. „ „ Тургайской обл.	488
„	35. Деградація столбчатаго солонца	502
„	36. „ „ „	503
„	37. Подзолъ, получившійся путемъ деградаціи солонца	504
„	38. Известковая корка въ С. Америкѣ	505
„	39. Гипсовая кора въ С. Америкѣ	507
„	40. Защитная кора въ Забайкальѣ	508
„	41. Рендзина	516
„	42. Видъ тундры у южной ея границы	542
„	43. Почвенная карта Финляндіи	551
„	44. Валунныя поля Псковской губ.	553
„	45. Моренный рельефъ Псковской губ.	554

		Стр.
Рис. 46 и 47.	Озовая гряда и куполообразный холмъ Псковской губ.	555
„ 48.	Ковыльная степь Воронежской губ	572
„ 49.	Пятно столбчатаго солонца среди черноземовъ Саратовской губ.	585
„ 50.	Растительность пустынной степи въ Сарептѣ	591
„ 51.	Общій видъ пустынной степи въ окрестн. Сарепты.	593
„ 52.	Столбчатые солонцы Астраханской губ.	594
„ 53 и 54.	Торфяные бугры тундры	605
„ 55.	Маріинско-Чулымская тайга	611
„ 56.	Тайга горной части Амурской области.	623
„ 57.	Солонцы Якутской области	629
„ 58.	Степь Западной Сибири	635
„ 59.	Столбчатый солонецъ въ Нерчинскихъ степяхъ.	640
„ 60.	Комплексъ южнаго чернозема и столбчатаго солонца въ Минусинскомъ у.	646
„ 61.	Каштановая степь Акмолинской обл	650
„ 62.	Схема Тумина.	654
„ 63.	Пустынная степь Тургайской области	659
„ 64.	Барханные пески Сыръ Дарьинской обл.	666
„ 65.	Поверхность такыра	669
„ 66.	Сѣроземная степь въ Бухарѣ	671
„ 67.	Черноземная степь вблизи оз. Гокча.	677
„ 68.	Каштановая степь на Укокѣ	679
„ 69.	Чуйская степь у с. Кошъ-Агачъ	679
„ 70.	Черноземовидныя почвы	680
„ 71.	Область лѣсныхъ суглинковъ	681
„ 72.	Область подзолистыхъ высокогорныхъ почвъ.	682
„ 73.	Граница лѣсной и горно-луговой области	683
„ 74.	Берега р. Или со свѣтло-бурыми почвами	688
„ 75.	Аналоги каштановыхъ почвъ	689
„ 76.	Зона аналоговъ чернозема въ Ошскомъ у.	690
„ 77.	Ковыльная степь предгорій Таласскаго Алатау	690
„ 78.	Горные луга въ Чаткальскомъ хребтѣ	692

Предметъ и задачи педологіи.

Зачатки почвовѣдѣнія или педологіи, какъ и многихъ другихъ наукъ, кроются въ отдаленной древности: еще въ VI вѣкѣ до Р. Х. имѣлись нѣкоторыя представленія о свойствахъ почвы [1]). Едва-ли можно сомнѣваться въ томъ, что съ тѣхъ поръ какъ человѣкъ научился обрабатывать землю, онъ понемногу пріобрѣталъ и нѣкоторые навыки въ распознаваніи свойствъ этой земли. Правда, такіе навыки не составляли еще науки, это было простое обыденное знаніе, но съ этого, въ сущности, начинала каждая наука, ростъ которой, по словамъ Герберта Спенсера, есть ничто иное, какъ расширеніе обыденнаго знанія.

Тотъ же мыслитель, развилъ идею, первоначально возникшую въ умѣ Гумбольдта, о значеніи пользы, въ качествѣ двигателя научнаго прогресса. И дѣйствительно, въ первые періоды своего развитія наука часто стремится преслѣдовать практическія цѣли, польза стоитъ на первомъ планѣ, она является какъ бы руководителемъ научнаго движенія. Однако, едва-ли не одновременно съ этимъ двигателемъ появляется и другой, гораздо болѣе мощный — это стремленіе нашего разума къ чистому знанію, къ раскрытію законовъ явленій. Въ концѣ концовъ, этотъ послѣдній двигатель несомнѣнно беретъ перевѣсъ, и если мы въ настоящее время можемъ констатировать въ различныхъ областяхъ науки постоянный прогрессъ, то обязаны этимъ прогрессомъ не тѣмъ снламъ, которыя стремились къ практическимъ приложеніямъ научныхъ свѣдѣній, а тѣмъ работникамъ науки, которыми руководило желаніе раскрыть законы природныхъ явленій.

Изучая исторію педологіи, мы и здѣсь можемъ намѣтить два направленія, двѣ стадіи развитія, которыя частью слѣдовали одна за другой, частью сопутствовали другъ другу. Желаніе опредѣлить пригодность почвы для той или иной культуры заставило прежде всего обратить вниманіе на почву и ея свойства. Неудивительно поэтому, что тѣ обобще-

---

[1]) Ярловъ, А. Первый педологъ древности. „Почвовѣдѣніе“, 1901, № 3.

нія, которыя мы находимъ въ трудахъ писателей классической древности, каковы: Катонъ, Варронъ, Колумелла и др., больше касаются практическихъ примѣненій чѣмъ чистаго знанія. Опредѣляя опытнымъ путемъ „сладость“ и „жирность“ почвы, Колумелла мало интересуется этими свойствами, какъ таковыми; онъ дѣлаетъ такія опредѣленія съ цѣлью рѣшить вопросъ о пригодности почвы для культуры. Классифицируя почвы, Катонъ не руководствуется свойствами этихъ почвъ, а различаетъ почвы по ихъ способности производить то или другое растеніе.

Серьезный интересъ къ отвлеченному знакомству со свойствами почвы появляется лишь въ началѣ XIX столѣтія, но еще до самого конца этого столѣтія очень многіе изслѣдователи не умѣютъ намѣтить границъ отвлеченнаго знанія и его практическихъ приложеній и опредѣленно установить объемъ и задачи педологіи. Еще совсѣмъ не такъ давно Дафертъ [1]) приглашалъ желающихъ ознакомиться съ нѣсколькими курсами педологіи, чтобы убѣдиться, что два руководства совершенно одинаковаго названія трактуютъ о совершенно различныхъ предметахъ.

Въ виду сказаннаго мнѣ представляется необходимымъ установить опредѣленные взгляды на основные вопросы нашей науки и ея задачи. Попутно мы постараемся отвѣтить и на вопросъ, дѣйствительно-ли наука педологія и заслуживаетъ-ли она того, чтобы быть выдѣленной въ особую дисциплину, имѣющую своеобразный объектъ изученія и своеобразные методы.

Прежде всего, конечно, необходимо выяснить, что слѣдуетъ понимать подъ именемъ почвы. Если мы обратимся къ работамъ различныхъ изслѣдователей, то увидимъ, что еще съ давнихъ временъ многіе изъ нихъ пытались формулировать свои взгляды на этотъ предметъ. Не имѣя возможности входить здѣсь въ разсмотрѣніе всѣхъ тѣхъ опредѣленій понятія „почва“, которыя давались въ разное время [2]), мы остановимся лишь на нѣкоторыхъ изъ таковыхъ.

Карлъ Шпрепгель [3]) въ 1837 году опредѣляетъ почву, какъ массу, состоящую изъ смѣси въ различной степени измельченныхъ и измѣненныхъ минераловъ съ органическими остатками, получившимися отъ разложенія растеній и животныхъ.

Фридрихъ Фаллу [4]) въ 1855 году разсматриваетъ почву въ ка-

---

[1]) Dafert, F. W. Ueber das Wesen der Bodenkunde. Landwirtsch. Jahrbücher, XV, p. 243.

[2]) Ярилов ъ, А. Педологія, какъ самостоятельная естествеяно-научная дисциплина о землѣ. Ч. I, стр. 453—471. Юрьевъ, 1904.

[3]) Sprengel, C. Die Bodenkunde oder die Lehre vom Boden, nebst einer vollständigen Anleitung zur chemischen Analyse der Ackererden. Leipzig, 1837.

[4]) Fallou, F. A. Die Ackererden des Königreichs Sachsen und der angrenzenden Gegend. Leipzig, 1855.

чествѣ продукта вывѣтриванія, которое, какъ зубъ времени, непрерывно гложетъ твердую кору нашей планеты, постепенно разлагая и разрушая ея плотную массу.

Берендтъ [1]) въ 1877 году говоритъ о почвѣ, какъ о корѣ вывѣтриванія современной земной поверхности, соприкасающейся съ воздухомъ.

Наконецъ, Докучаевъ [2]) въ 1886 году предлагаетъ разумѣть подъ почвой исключительно только тѣ дневные или близкіе къ нимъ горизонты горныхъ породъ (все равно какихъ), которые болѣе или менѣе естественно измѣнены взаимнымъ вліяніемъ воды, воздуха и различныхъ организмовъ, живыхъ и мертвыхъ, что и сказывается извѣстнымъ образомъ на составѣ, структурѣ и цвѣтѣ такихъ продуктовъ вывѣтриванія.

Приведенныя опредѣленія то болѣе широкія, то сжатыя, то простыя, то образныя, на первый взглядъ однородны. Всѣ изслѣдователи сходятся на томъ, что почва—это тотъ поверхностный горизонтъ земной коры, который произошелъ благодаря процессамъ вывѣтриванія. Однако, ближе знакомясь съ работами перечисленныхъ авторовъ, не трудно убѣдиться, что воззрѣнія ихъ не вполнѣ одинаковы. Наиболѣе существенное разногласіе въ томъ, что одни считаютъ за почву только продуктъ вывѣтриванія, оставшійся на мѣстѣ своего образованія, а другіе—всякій продуктъ вывѣтриванія, перемѣщенный какими бы то ни было силами.

Нѣкоторое усложненіе вопроса заключается и въ томъ, гдѣ провести нижнюю границу почвы. Болѣе внимательное изученіе различныхъ почвъ показало, что тотъ верхній горизонтъ, гдѣ исключительно привыкли прежніе изслѣдователи искать скопленій органическихъ веществъ, является не единственнымъ собирателемъ веществъ гумуса, что благодаря процессамъ почвообразованія нерѣдко возникаетъ другой, менѣе мощный и менѣе замѣтный гумусовый горизонтъ, который наблюдался въ почвахъ лѣсной зоны Европейской и Азіатской Россіи [3]). Изслѣдованіе подзолистыхъ пространствъ нашего сѣвера обнаружило, что въ нѣкоторыхъ песчанистыхъ подзолистыхъ почвахъ, подстилаемыхъ на глубинѣ 1—1,5 метровъ валунной глиной, бѣлесый подзолистый горизонтъ развивается не вверху, какъ это чаще всего наблюдается въ данной полосѣ,

---

[1]) Berendt, G. Die Umgegend von Berlin. Abhandl. zur geolog. Spezialkarte von Preussen. Bd. II, H. 3.

[2]) Докучаевъ. Матер. къ оцѣнкѣ земель Нижегородской губ. Вып. I, 1886.

[3]) Глинка, К. Послѣтретичныя образованія и почвы Псковской, Новгородской и Смоленской губ. Ежегодн. по геол. и минерал. Россіи, т. V, вып. 4—5, 1902.

Филатовъ, М. Почвы бассейн Бѣлаго Урюма и Куенги Забайк. обл. Тр. почв. эксп. по изслѣд. колониз. район. Азіатск. Россіи подъ ред. К. Д. Глинки. 1910, вып. 9.

а внизу, на границѣ съ глиной [1]). Наконецъ, разсмотрѣніе процессовъ вывѣтриванія въ черноземной зонѣ [2]), а также и въ областяхъ недостаточнаго увлажненія (Рихтгофенъ, Гильгардъ, Танфильевъ и др.) приводитъ къ заключенію, что выдѣленія различныхъ солей, въ томъ числѣ и углекислой извести, происходящія иногда на значительныхъ глубинахъ, находятся также въ связи съ процессами почвообразованія.

Ясно, слѣдовательно, что процессы почвообразованія глубоко проникаютъ въ земную кору, даже въ замѣтныхъ для глаза формахъ. Къ этому нужно прибавить, что въ почвенныхъ разрѣзахъ присутствіе гумуса опредѣляется аналитически и въ такихъ горизонтахъ, гдѣ гумуса на глазъ не замѣтно. Поэтому, опредѣляя почву, какъ продуктъ вывѣтриванія, необходимо называть почвой въ широкомъ смыслѣ всю толщу земной коры, гдѣ такъ или иначе сказывается дѣйствіе тѣхъ процессовъ, которые особенно замѣтно измѣняютъ поверхностные горизонты земли.

Согласно опредѣленію фанъ Хайза [3]), верхній поясъ метаморфической части земной коры распадается на зону вывѣтриванія, нижней границей которой является уровень грунтовыхъ водъ, и зону цементаціи. Зона вывѣтриванія фанъ Хайза и представляетъ въ широкомъ смыслѣ почву.

По мнѣнію Корну [4]) слѣдуетъ различать „поверхностное вывѣтриваніе“ отъ „вѣкового вывѣтриванія“. Различіе этихъ двухъ понятій разъясняется слѣдующими словами покойнаго автора: „если мы представимъ себѣ, что атмосферная вода, которая отдала свою углекислоту и кислородъ, главнымъ образомъ, въ поверхностномъ слоѣ, просачивается по капиллярамъ въ породу, то увидимъ, что благодаря этимъ, вѣками длящимся, процессамъ образуются продукты, имѣющіе одинаковый составъ съ гелями, образовавшимися въ корѣ вывѣтриванія, но только кристаллическіе. Геологъ изучаетъ здѣсь то же, чему химикъ учится въ своемъ лабораторномъ опытѣ: всюду, гдѣ существуютъ постоянныя условія: постоянное давленіе, постоянная температура и т. д., образуются кристаллоиды; всюду тамъ, гдѣ эти условія быстро мѣняются, возникаютъ гели“.

Зона „вѣкового вывѣтриванія“ Корну должна была бы до извѣстной степени совпадать съ „зоной цементаціи“ фанъ Хайза. Однако,

---

[1]) Глинка, К. Матер. къ оцѣнкѣ земель Псковской губ. Новоржевскій у., стр. 14.

[2]) Богословскій, Н. О нѣкоторыхъ явленіяхъ вывѣтриванія въ области русской равнины. Изв. Геолог. Ком., т. XVIII, 1899.

[3]) Van Hise, Ch. R. On the metamorphismus. Monographs of the U. S. Geol. Survey, 47. Washington, 1904.

[4]) Cornu, F. Koiloid-Zeitschrift, Bd. IV, 1909 H. 6. p. 292; подробнѣе о взглядахъ фанъ-Хайза и Корну см. въ главѣ „Вывѣтриваніе“.

послѣдній проводитъ вполнѣ опредѣленную границу между зоной вывѣтриванія и зоной цементаціи, тогда какъ у перваго эта граница не вполнѣ ясна.

Къ сказанному слѣдуетъ прибавить, что перемѣщенный съ мѣста своего образованія продуктъ вывѣтриванія и вторично отложенный гдѣ бы то ни было не будетъ почвой до тѣхъ поръ, пока на внѣшнихъ и внутреннихъ свойствахъ этого продукта не отразятся тѣ новыя условія почвообразованія, въ которыхъ онъ очутился.

Изъ всего сказаннаго ясно, что для насъ почва только продуктъ природы, опредѣленная часть земной коры, которая, какъ видно будетъ ниже, обладаетъ цѣлымъ рядомъ своеобразныхъ свойствъ, и можемъ изучать ее, какъ таковую, не интересуясь вопросомъ, какъ этотъ продуктъ относится къ человѣку и его хозяйственной дѣятельности. Въ этомъ смыслѣ почва представляетъ предметъ, столь же пригодный для изученія, какъ растеніе, минералъ, горная порода и пр.

Штудируя всѣ перечисленные только-что объекты, мы не ограничиваемся описаніемъ ихъ наружныхъ признаковъ и внутреннихъ свойствъ; мы стремимся проникнуть, если можно такъ выразиться по отношенію къ мертвымъ тѣламъ природы, въ жизнь и минерала, и горной породы, постигнуть законы появленія, превращенія и разложенія этихъ тѣлъ. Совершенно такъ же относимся мы и къ почвамъ. Изучая ихъ внѣшніе признаки и внутреннія свойства, мы постоянно имѣемъ въ виду мысль, нельзя-ли этими признаками и этими свойствами воспользоваться для рѣшенія вопроса, какъ развивались и развиваются почвы, почему въ одномъ мѣстѣ мы встрѣчаемъ одну, а въ другомъ — совершенно иную почву.

Что же своеобразнаго въ почвахъ по сравненію съ горными породами земной коры, почему почва заслуживаетъ выдѣленія изъ другихъ поверхностныхъ образованій земного шара, почему нужна особая наука, изучающая этотъ объектъ природы? На всѣ эти вопросы необходимо дать отвѣтъ.

Нѣсколько выше мы указали, что почва представляетъ поверхностный горизонтъ земной коры, обязанный своимъ происхожденіемъ процессамъ вывѣтриванія. Какъ справедливо замѣтилъ Іоганнесъ Вальтеръ[1]) немного найдется на земной поверхности такихъ участковъ, гдѣ процессы вывѣтриванія идутъ исключительно подъ вліяніемъ атмосферныхъ дѣятелей. Теоретически разсуждая о процессахъ вывѣтриванія, мы можемъ изучать отдѣльно результаты химической работы атмосферы, воды и пр., но, когда отъ теоретическихъ, лабораторныхъ соображеній мы перейо-

[1]) Walter, I. Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. Jena, 1893—94, Abt. III, p. 554; той же идеей проникнуты и работы Докучаева.

симся въ природу, намъ приходится подъ именемъ процессовъ вывѣтриванія понимать совмѣстную работу цѣлаго ряда дѣятелей. Вывѣтриваніе—это сложный физико-химическій процессъ, который совершается въ любой поверхностной горной породѣ подъ вліяніемъ, съ одной стороны, внѣшнихъ атмосферныхъ факторовъ, а съ другой—безчисленныхъ организмовъ, населяющихъ земную поверхность, а также продуктовъ ихъ жизнедѣятельности и разложенія. Внѣшніе факторы вывѣтриванія находятся въ ближайшей зависимости отъ общаго для земной поверхности источника энергіи—солнца. Нагрѣваніе и охлажденіе помощью инсоляціи и лучеиспусканія, движенія атмосферы и атмосферные осадки, наконецъ интенсивность химическаго дѣйствія атмосферы—все это рядъ явленій, связанныхъ съ дѣятельностью солнца. Оно же управляетъ и жизнью на земной поверхности, обусловливаетъ распредѣленіе по ней растительныхъ и животныхъ организмовъ, вліяетъ на степень развитія отдѣльныхъ представителей обоихъ царствъ и на ихъ концентрацію, создаетъ, совмѣстно съ другими факторами, опредѣленные типы растительныхъ и животныхъ формацій и пр.

Но солнце неодинаково проявляетъ свою дѣятельность въ различныхъ частяхъ земного шара. Оно обильно освѣщаетъ и согрѣваетъ тропическія страны, скупѣе отпускаетъ свою энергію умѣреннымъ поясамъ и еле заглядываетъ въ полярныя области.

Повидимому, изложенныя соображенія вполнѣ достаточны для того, чтобы съ полнымъ правомъ притти къ заключенію, что почвы не могли бы быть одинаковы на земномъ шарѣ даже и въ томъ случаѣ, если бы этотъ послѣдній былъ одѣтъ съ поверхности одной и той же породой, и что тѣ области, которыя обладаютъ однородными условіями вывѣтриванія, будутъ отмѣчены и однородными почвенными типами.

Такой логическій выводъ, вполнѣ очевидный въ настоящее время, можно было сдѣлать, однако, лишь тогда, когда въ умахъ изслѣдователей утвердилось правильное и ясное понятіе о почвѣ и способѣ ея происхожденія. На самомъ дѣлѣ, когда на почву смотрѣли, какъ на горную породу, смѣшивая ее зачастую со всякимъ поверхностнымъ наносомъ, или, какъ на пахотный слой земли, или, наконецъ, какъ на горизонтъ питанія растеній, не было особенныхъ основаній подозрѣвать закономѣрность въ разнообразіи почвъ земного шара. Что почвы вообще разнообразны, объ этомъ, конечно, зналъ каждый, кому приходилось наблюдать почвы и имѣть съ ними дѣло. Это разнообразіе улавливалось и устанавливалось по нѣсколькимъ признакамъ. Сознавая, что почвы, которыя развились на діабазѣ, гранитѣ, трахитѣ или базальтѣ, должны различаться между собой въ качествѣ горныхъ породъ, изслѣдователи выдѣляли почвы гранитныя, діоритовыя, базальтовыя; наблюдая, что почвы бываютъ тяжелыми и легкими, плотными и рыхлыми, обособляли глинистыя, суглини-

стыя, супесчаныя и песчаныя почвы. Наконецъ, обращая вниманіе на химическій составъ первичной части почвенныхъ массъ, различали почвы известковыя, мергелистыя, сульфатныя, силикатныя и пр. Существованіе такой терминологіи вполнѣ опредѣленно указываетъ, что разнообразіе почвъ, въ качествѣ первичныхъ массъ, признавалось и отмѣчалось всѣми изслѣдователями безъ исключенія, но не менѣе ясно и то, что изъ этихъ обобщеній совершенно не вытекало представленія о закономѣрности въ разнообразіи почвенныхъ типовъ, такъ какъ въ распредѣленіи петрографическихъ, механическихъ или химическихъ типовъ горныхъ породъ по лику земли не наблюдается географической правильности или послѣдовательности.

Когда сдѣлалось яснымъ, что почвообразованіе связано съ климатическими условіями, стали изучать генезисъ почвы и всѣ ея свойства въ связи съ географіей почвенныхъ типовъ, и это новое направленіе въ почвовѣдѣніи оказалось чрезвычайно плодотворнымъ. Зависимость географическаго распредѣленія почвъ отъ климата выяснилось въ концѣ коицовъ не столько путемъ логическихъ умозаключеній, сколько путемъ сравнительнаго изученія почвенныхъ образованій на широкихъ пространствахъ земной поверхности. Мы имѣемъ въ виду, въ данномъ случаѣ, тѣ общія схемы почвенной географіи, которыя появились лишь въ концѣ 70-хъ и началѣ 80-хъ годовъ (Докучаевъ, частью бар. Рихтгофенъ [1]).

Изученіе почвъ на обширной территоріи Европейской Россіи обнаружило, что каждая изъ почвъ, занимающихъ здѣсь значительныя пространства, характеризуется своеобразными чертами строенія, чрезвычайно типичными для каждаго изъ почвенныхъ образованій [2]). Подзолы и подзолистыя почвы сѣверной, черноземы центральной, каштановыя и бурыя почвы южной Россіи оказались рѣзко различными по строенію и цѣлому ряду другихъ свойствъ, и въ то же время онѣ представили такую схему распредѣленія въ предѣлахъ указанной территоріи, которая ясно свидѣтельствовала объ опредѣленной закономѣрности въ географіи этихъ почвъ. Такая закономѣрность не поддавалась объясненію ни съ геологической, ни съ ботанической точекъ зрѣнія, такъ какъ оказывалось, что изъ одной и той же породы нерѣдко развиваются различныя почвы, что одинъ и

---

[1]) На работахъ бар. Рихтгофена отразилось въ значительной степени вліяніе взглядовъ Фаллу. Послѣдній же хотя и выступилъ съ идеей обособленія почвы отъ горныхъ породъ, но доказать необходимости такого обособленія не могъ. Поэтому какъ у Фаллу, такъ и у бар. Рихтгофена почвы смѣшиваются съ механическими наносами и химическими осадками. Объ этомъ подробнѣе въ главѣ о почвенныхъ классификаціяхъ.

[2]) Докучаевъ. Картографія русскихъ почвъ, 1879, а также Тр. СПБ. Общ. Естеств., тт. X и XII и „Русскій черноземъ", 1883.

тотъ же почвенный типъ (напр. черноземъ) формируется изъ самыхъ разнообразныхъ материнскихъ породъ (лессъ, моренная глина, юрская глина, гранитъ), и что если, съ одной стороны, нѣкоторыя растительныя формаціи и характеризуютъ опредѣленные типы почвы, то съ другой— столь же несомнѣнна зависимость самихъ этихъ формацій отъ условій климатическихъ. Пришлось, такимъ образомъ, считаться со сложнымъ комплексомъ факторовъ, опредѣляющихъ почвенный ликъ нашей страны, но изъ этого комплекса совершенно отчетливо, по крайней мѣрѣ для большинства почвъ, выдвинулись на первый планъ факторы климата.

Къ такимъ же заключеніямъ привело знакомство съ почвами тропическихъ и подтропическихъ широтъ южной и, частью, средней Азіи [1]). Видную роль въ данномъ вопросѣ сыгралъ, между прочимъ, латеритъ, тотъ своеобразный продуктъ вывѣтриванія тропическихъ странъ, который залегаетъ тамъ на различныхъ горныхъ породахъ и всюду является съ однѣми и тѣми-же, или, по крайней мѣрѣ, весьма близкими типическими чертами. Широкое распространеніе подъ тропиками указаннаго продукта вывѣтриванія ясно свидѣтельствуетъ, что здѣсь существуютъ какія-то своеобразныя условія для созданія этой почвы, а какія же условія могутъ быть заподозрѣны въ данномъ случаѣ, какъ не условія климатическія.

Знакомство съ географіей почвъ С. Америки [2]) не менѣе ясно подчеркнуло связь почвенныхъ типовъ съ климатическими условіями страны. Тоже позднѣе выяснилось относительно Ю. Америки [3]) и Сѣв. Африки [4]).

Въ настоящее время значеніе климата можетъ быть учтено и другимъ путемъ. Какъ уже говорилось выше, вывѣтриваніе чаще всего есть результатъ не только факторовъ атмосферныхъ, но и біологическихъ. Когда выяснилось, что разложеніе органическихъ остатковъ на земной поверхности и въ почвѣ обусловливается, по преимуществу, жизнедѣятельностью низшихъ организмовъ, въ громадныхъ количествахъ населяющихъ воду, воздухъ и верхніе горизонты земной коры, тогда передъ изслѣдователями выступилъ вопросъ объ условіяхъ, въ которыхъ живутъ и дѣйствуютъ почвенные микроорганизмы. Опыты показали, между прочимъ, что какъ интенсивность, такъ и характеръ работы микроорганизмовъ находится въ зависимости отъ различныхъ условій среды, между которыми опять таки почетное мѣсто принадлежитъ факторамъ климатическимъ,

---

[1]) Richthofen, F. China, Bd. I—II, 1877—1882. Führer für Forschungsreisende, 1886.

[2]) Hilgard, E. Wollny's Forschungen. Bd. XVI, H. 1 u. 2, p. 82—172.

[3]) Wohltmann, F. Handbuch der tropischen Agricultur, 1892.
Sapper. Petermann's Mitteilung., Ergänzungsheft № 127, 1899.

[4]) Blanckenhorn. Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. Bd. 53, 1902.

каковы температура и влажность [1]). Если разложеніе органическихъ остатковъ идетъ энергично, гумуса (перегноя) въ почвѣ накопляется мало если тѣ же остатки разлагаются медленно, почва накопляетъ гумусъ въ значительныхъ количествахъ. Почвы богатыя гумусомъ могутъ, однако, рѣзко различаться между собой, такъ какъ накопленіе веществъ гумуса можетъ зависѣть какъ отъ избытка влаги въ почвѣ, такъ и отъ ея недостатка. Характеръ разложенія органическихъ остатковъ налагаетъ опредѣленную печать и на свойства получаемыхъ веществъ гумуса. Въ однихъ случаяхъ въ продуктахъ разложенія окажутся преобладающими наиболѣе окисленныя соединенія, въ другихъ наименѣе окисленныя. Или въ однихъ случаяхъ гумусъ будетъ насыщенъ зольными элементами, въ другихъ ненасыщенъ. Между крайними случаями, конечно, будутъ наблюдаться переходы, что мы и на самомъ дѣлѣ наблюдаемъ въ природѣ. Отъ химическихъ свойствъ гумуса въ значительной степени зависитъ ходъ вывѣтриванія первичныхъ минераловъ почвы и тѣ вторичные продукты, которые получаются, какъ результатъ вывѣтриванія и взаимодѣйствія отщепляющихся при вывѣтриваніи веществъ съ самимъ гумусомъ, а также и условія ихъ передвиженія внутри почвы. Отмѣтимъ здѣсь же, что эти вторичные продукты и представляютъ наиболѣе характерную часть почвы, а не ея первичные минералы, и что эта группа вторичныхъ продуктовъ собственно и подчинена вліянію климатическихъ условій [2]).

Такова краткая исторія тѣхъ изслѣдованій, которыми созданъ прочный базисъ для установленія одного изъ основныхъ законовъ педологіи: закона о пріуроченности почвенныхъ типовъ земного шара къ опредѣленнымъ природнымъ, главнымъ образомъ, климатическимъ условіямъ.

Изъ сказаннаго ясно, что однимъ изъ признаковъ, отличающихъ почву отъ горной породы, является способность первой закономѣрно размѣщаться по лику земли, чего нельзя сказать о горныхъ породахъ вообще

Этотъ признакъ, однако, не единственный. Знакомясь ближе съ почвами, мы узнаемъ, что почва обладаетъ совершенно своеобразнымъ комплексомъ минеральныхъ и органоминеральныхъ образованій, который болѣе или менѣе рѣзко отличается отъ извѣстныхъ намъ комплексовъ въ горныхъ породахъ земной коры [3]). Затѣмъ почвы обладаютъ своеобразнымъ

[1]) Сводку данныхъ см. у Wollny, E. Die Zersetzung der organischen Stoffe und die Humusbildungen, 1897.

[2]) Глинка, К. Изслѣдованія въ области процессовъ вывѣтриванія.—Тр. Имп. СПБ. Общ. Естеств., т. XXIV, вып. 5 отд. геол. и минерал. 1906.

Treitz. P. Was ist Verwitterung? Comptes rendus de la première conférence internationale agrogéologique. Budapest, 1909.

Cornu, F. Die heutige Verwitterungslehre im Lichte der Kolloidchemie. Ibidem; Neue Freie Presse, 1909, 2 März.

[3]) Вернадскій. Страничка изъ исторіи почвовѣдѣнія. „Научное Слово", 1904.

строеніемъ, т. е. ихъ профили даютъ своеобразныя картины, присущія имъ въ силу особыхъ условій генезиса. Далѣе, почва находится въ тѣсной связи съ органической жизнью земной поверхности, получая сама ясные отпечатки отъ этой жизни и налагая, въ свою очередь, не менѣе ясные отпечатки на эту жизнь, наконецъ, почва принимаетъ самое живое участіе въ томъ обмѣнѣ веществъ, который постоянно совершается между твердой оболочкой земного шара, атмосферой и водами океана.

Короче говоря, и своими внѣшними, и своими внутренними свойствами, и своими функціями почва отличается отъ горной породы, а потому и изучать почву при помощи тѣхъ методовъ, которыми пользуются петрографъ и палеонтологъ при изученіи горныхъ породъ земной коры, невозможно. Палеонтологическій методъ здѣсь совершенно не примѣнимъ, а петрографическій недостаточенъ. Своеобразіе объекта изученія и методовъ требуетъ и созданія особой науки или особой вѣтви обширной науки о землѣ.

Подобное обособленіе въ исторіи науки не новость. И геологія, постепенно развиваясь, выдѣлила въ видѣ особыхъ наукъ, петрографію и палеонтологію, преслѣдующія, какъ и педологія, одну конечную цѣль: созданіе полной и стройной картины жизни нашей планеты. Такое обособленіе является въ то же время и настоятельной необходимостью, этого требуютъ интересы научнаго прогресса. Если когда-то Леонардо-да-Винчи могъ одновременно работать по механикѣ и физикѣ, астрономіи и геологіи, ботаникѣ и анатоміи, то теперь это стало невозможнымъ и для крупныхъ талантовъ. Спеціализація, заключеніе въ узкія рамки, становятся съ каждымъ годомъ все болѣе и болѣе необходимыми, остается лишь заботиться о томъ, чтобы эти рамки не превращались въ непроницаемую стѣну, отдѣляющую изслѣдователя-спеціалиста отъ широкихъ горизонтовъ общаго міропониманія.

Часть I.

ПОЧВООБРАЗОВАНІЕ.

Почвообразованіе.

Процессъ образованія почвы представляется чрезвычайно сложнымъ химико-біологическимъ процессомъ, протекающимъ притомъ далеко не однородно въ различныхъ мѣстахъ земной поверхности, въ зависимости отъ различныхъ комбинацій почвообразователей, каковы: климатъ, растительность, животныя, микроорганизмы, рельефъ мѣстности и материнскія породы.

Какъ бы, однако, ни былъ сложенъ этотъ процессъ, въ немъ почти всегда существуютъ двѣ стороны: разложеніе органическихъ остатковъ, ведущее къ образованію органической составной части почвы — почвеннаго гумуса — и распадъ (механическій и химическій) минеральныхъ соединеній материнскихъ породъ въ связи съ образованіемъ новыхъ минеральныхъ комплексовъ (вывѣтриваніе).

Вывѣтриваніе, въ большинствѣ случаевъ, совершается при содѣйствіи организмовъ, продуктовъ ихъ жизнедѣятельности и разложенія, такъ какъ даже въ исключительно бездождныхъ поясахъ, каковыми являются пустыни, существуетъ растительный міръ и микроорганизмы, такъ или иначе вліяющіе на почвообразованіе. Тѣмъ не менѣе, штудируя параллельно вертикальные разрѣзы почвъ въ различныхъ климатическихъ областяхъ, мы замѣтимъ, что въ однихъ случаяхъ наиболѣе типичными элементами почвеннаго разрѣза будутъ его гумусовые горизонты, въ другихъ—горизонты безгумусовые (минеральные). Въ умѣренныхъ широтахъ, за исключеніемъ пустынныхъ областей умѣренныхъ зонъ, особенно характерными являются гумусовые горизонты, въ пустыняхъ и тропическихъ областяхъ, гдѣ или мало матеріала для образованія гумуса, или растительные остатки быстро и энергично разлагаются, болѣе обращаютъ на себя вниманіе минеральные горизонты: корки и другія выдѣленія солей, скопленіе окисловъ и ихъ гидратовъ и пр.

Сообразно съ двумя указанными сторонами интересующаго насъ процесса мы разсмотримъ послѣдовательно: разложеніе органическихъ остатковъ (образованіе гумуса) и вывѣтриваніе.

Отмѣтимъ еще разъ, что оба указанные процесса даютъ въ то же время начало и новымъ соединеніямъ, притомъ такимъ, которыя и по своему составу, и по своимъ свойствамъ отличаются отъ соединеній, характерныхъ для горныхъ породъ вообще.

Такимъ образомъ почвообразованіе не является исключительно процессомъ распада, но и процессомъ накопленія.

ГЛАВА I.

Образованіе и свойства гумуса.

Понятіе о гумусѣ. Органическіе остатки растительнаго и животнаго происхожденія, попадая на поверхность земли и въ верхніе горизонты земной коры и подвергаясь дѣйствію различныхъ факторовъ (микро- и макро-организмовъ, атмосферныхъ агентовъ, водныхъ растворовъ), разлагаются. Результатомъ разложенія являются частью летучіе продукты, уходящіе въ атмосферу, частью легко растворимыя вещества, усвояемыя растеніями и вымываемыя изъ почвы атмосферными водами, частью-же трудно растворимыя соединенія, входящія въ тѣсное соприкосновеніе съ минеральными элементами почвы. Какъ бы энергично ни шло разложеніе органическихъ остатковъ, въ верхнихъ слояхъ земли всегда остается эта послѣдняя группа продуктовъ, носящая общее названіе гумуса или перегноя. Масса перегноя совершенно безформенная, утратившая слѣды строенія тѣхъ органическихъ тканей, изъ которыхъ она произошла.

На ряду съ безформенной массой, въ почвѣ и на ея поверхности находятся зачастую и полуистлѣвшіе органическіе остатки. Въ лѣсахъ такіе остатки образуютъ на поверхности такъ называемую лѣсную подстилку, въ дѣвственныхъ степяхъ также образуется покровъ изъ полуистлѣвшей органической массы. Нѣкоторые изслѣдователи не всегда строго разграничивали безформенную часть органической массы почвы отъ сохранившей еще слѣды организаціи и называли одинаково ту и другую гумусомъ, что, конечно, нежелательно.

Въ западно-европейской литературѣ, особенно старой, встрѣчаются нерѣдко выраженія: мягкій гумусъ или муллъ и сырой или грубый гумусъ (Rohhumus).

Мюллеръ (58) подъ именемъ мулля понимаетъ собственно не только гумусъ, но весь небольшой поверхностный горизонтъ почвы, гдѣ органическія вещества тѣсно смѣшаны съ минеральными. Такъ, напри-

мѣръ, онъ характеризуетъ буковый мулль, какъ слой, богатый органической жизнью, именно дождевыми червями, и преобразованный въ рыхлую, несвязную массу изъ остатковъ буковаго лѣса, въ которой органическое вещество тѣсно смѣшано съ минеральной составной частью почвы. Мюллеръ считаетъ, что органическія вещества мулля представляютъ продуктъ переработки животными растительныхъ остатковъ и проводитъ параллель между наземными и подводными отложеніями органическаго вещества. Послѣднія, по изслѣдованіямъ фонъ-Поста (25), состоятъ или преимущественно изъ экскрементовъ (илъ, Dy), или преимущественно изъ растительныхъ остатковъ. Такимъ образомъ получаются слѣдующія параллели: органическія, окрашенныя въ бурый цвѣтъ отложенія дѣлятся на:

	Отложившіяся	
	Подъ водой.	На сушѣ.
Растительные остатки съ немногими животными остатками	Болотный торфъ.	Почвенный торфъ.
Преимущественно животные остатки.	Илъ.	Собственно мулль. Мулль, приготовленный насѣкомыми.

Для наземныхъ отложеній органическихъ остатковъ Мюллеръ предлагаетъ слѣдующую классификацію:

	Преимущественно продуктъ животной жизни.	Преимущ. растнтельный слой.
Не свыше 10% органическаго вещества, безъ свободныхъ, растворимыхъ въ видѣ гумусовыхъ кислотъ	Совершенно раздробленъ, рыхлый, безъ сцѣпленія.	Настоящій мулль.
30 — 60% органическаго вещ., содержащаго свободныя растворимыя гумусовыя кислоты, и только дѣйствіемъ воды смѣшанный съ минеральнымъ веществомъ	Совершенно раздѣленъ, рыхлый, безъ сцѣпленія	Муллеобразный торфъ.
	Несовершенно раздѣленъ, твердъ, сцѣпленъ, тягучъ	Настоящій торфъ.

Уже изъ этой классификаціи ясно видно, что гумусъ не отдѣляется авторомъ строго отъ сохранившихъ слѣды органическаго строенія веществъ (торфъ), а между тѣмъ и въ торфяныхъ почвахъ есть, кромѣ торфа, и настоящій гумусъ, столь же тѣсно смѣшанный съ минеральной составной частью почвы, какъ это наблюдается и по отношенію къ муллю.

Не останавливаясь на другихъ недочетахъ этой и имъ подобныхъ классификацій, мы отмѣтимъ, что участіе животныхъ въ подготовкѣ веществъ почвеннаго гумуса несомнѣнно; мѣстами эти животныя играютъ даже очень большую роль, о чемъ намъ придется говорить еще ниже, но столь же несомнѣнно, что еще большую роль въ процессахъ разложенія органическаго вещества играютъ микроорганизмы.

Такимъ образомъ, прежде чѣмъ мы подойдемъ къ вопросу о томъ, что такое почвенный гумусъ, изъ какихъ соединеній онъ слагается и что должно быть положено въ основу классификаціи гумусовыхъ веществъ, мы должны прежде всего ознакомиться съ составомъ тѣхъ органическихъ веществъ, которыя служатъ для образованія гумуса, а затѣмъ и съ процессомъ разложенія этихъ веществъ при содѣйствіи макро- и микроорганизмовъ.

Составъ растительныхъ остатковъ, служащихъ для образованія гумуса.

Такъ какъ среди органическихъ веществъ, участвующихъ въ образованіи гумуса, наиболѣе видную роль играютъ органическія вещества растительнаго происхожденія, то мы на нихъ главнымъ образомъ и остановимся, тѣмъ болѣе, что среди органическихъ веществъ животнаго происхожденія, мы встрѣтимъ тѣ-же группы соединеній, какъ и въ растительномъ веществѣ (см. Прянишниковъ. Журн. Оп. Агр., 1912, 673).

Какъ извѣстно, органическіе остатки содержатъ въ себѣ значительное количество воды и это количество тѣмъ больше, чѣмъ свѣжѣе органическое вещество. Опавшія листья деревьевъ и хвоя въ свѣжемъ состояніи содержатъ еще 30—50% воды, при долгомъ лежаніи % воды уменьшается до 20—30, но даже совершенно сухіе на видъ (въ воздушно-сухомъ состояніи) эти остатки заключаютъ 15—20% воды.

Высушенная при 100° Ц. растительная масса состоитъ изъ органическихъ веществъ и зольныхъ элементовъ, прочно съ ними связанныхъ. Органическія соединенія въ общемъ могутъ быть раздѣлены на безазотистыя и азотистыя. Къ безазотистымъ принадлежатъ: углеводы, каковы: глюкозы, клѣтчатка, лигнинъ, пектиновыя вещества, полисахариды (крахмалъ, инулинъ, гликогенъ), фурфуроиды (пентозаны, пентозы);

затѣмъ жиры, воскъ, смолы, дубильныя вещества, различныя кислоты и спирты, а къ азотистымъ: бѣлки, амиды, аминокислоты, алколоиды.

Содержаніе азотистыхъ веществъ въ растеніяхъ колеблется въ довольно широкихъ предѣлахъ (отъ 1 до 20% и болѣе). Чѣмъ старше растенія, тѣмъ они бѣднѣе азотистыми веществами. Свѣжіе, молодые листья древесныхъ породъ содержатъ, въ среднемъ, въ 4 раза больше этихъ веществъ чѣмъ старые, опадающіе. Отсюда слѣдуетъ, что тѣ органическіе остатки, которые поступаютъ на образованіе гумуса, содержатъ относительно небольшое количество бѣлковыхъ веществъ. Въ различныхъ древесныхъ остаткахъ (листья, хвоя, вѣтки) это количество опредѣлялось въ 3—8%, для мховъ оно колеблется между 5—9% (въ среднемъ—7,37%), въ луговыхъ травахъ лучшаго качества — между 10 и 18%. Элементарный составъ растительнаго органическаго вещества выражается слѣдующими средними цифрами:

C	—	45,0%
O	—	42,0
H	—	6,5
N	—	1,5
Золы	—	5,0
		100,0

Эти среднія числа, конечно, въ различныхъ частныхъ случаяхъ испытываютъ колебанія, иногда и довольно значительныя. Что касается зольныхъ элементовъ, то о колебаніи ихъ количествъ даютъ представленіе слѣдующія цифры:

	Среднее.
Буковая подстилка	5,57%
Еловая „	4,52
Сосновая „	1,46
Дубовая „	4,39
Верескъ (Calluna vulgaris)	2,08
Виды Juncus	5,59
Кислыя травы (осоки)	7,11
Луговыя травы	7,01

Изъ приведенныхъ данныхъ видно, что травянистыя растенія богаче золой чѣмъ древесныя породы. Вѣроятно, это обстоятельство стоитъ въ связи съ тѣмъ, что живыя клѣтки богаче золой чѣмъ механическіе элементы, а послѣдними деревья богаче травъ.

Количество золы неодинаково и въ различныхъ частяхъ одного и того же растенія: обыкновенно листья богаче золой, чѣмъ стебли и корни.

Далѣе, количество золы измѣняется съ возрастомъ, при чемъ листья, увеличиваясь въ размѣрахъ, повышаютъ свой % золы, а корни и стебли—понижаютъ. Для лѣсной растительности замѣчено, что процентъ золы понижается по мѣрѣ поднятія въ горы.

Что касается зольныхъ элементовъ, входящихъ въ составъ растительнаго вещества, то составъ ихъ чрезвычайно разнообразенъ; тамъ могутъ быть: сѣра, фосфоръ, кремній, алюминій, желѣзо, кальцій, магній, калій, натрій, хлоръ, марганецъ и рядъ другихъ, сравнительно болѣе рѣдкихъ, какъ рубидій, литій, бромъ, іодъ, фторъ, стронцій, барій и даже мѣдь, цинкъ, никкель и пр.

Въ процентномъ содержаніи отдѣльныхъ зольныхъ элементовъ наблюдаются измѣненія въ зависимости отъ возраста: такъ, количества извести, сѣрной кислоты и кремнезема съ возрастомъ увеличиваются, а количества кали, натра, магнезіи и фосфорной кислоты падаютъ [1]). Къ сожалѣнію, всѣ изслѣдованія, касавшіяся вопроса объ измѣненіи состава зольныхъ элементовъ при разныхъ условіяхъ, затрогивали лишь шаблонные элементы, каковы Si, Al, Fe, Ca, Mg, K, Na, P, S, Cl: съ этой оговоркой мы приводимъ нижеслѣдующую таблицу, дающую представленіе о характерѣ зольныхъ элементовъ, входящихъ въ составъ различныхъ растительныхъ остатковъ.

	Общее колич. золы.	SiO_2	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	SO_3
Буковая подстилка . .	5.57%	1.81	0.15	2.46	0.36	0.29	0.06	0.31	0.10
Еловая „ . .	4.52	1.65	0.09	2.02	0.23	0.16	0.05	0.21	0.07
Сосновая „ . .	1.46	0.20	0.04	0.59	0.15	0.15	0.06	0.11	0.05
Верескъ.	3.09	0.48	0.18	0.54	0.25	0.76	0.14	0.47	0.18
Juncus.	5.59	0.78	0.19	0.42	0.35	2.20	0.36	0.50	0.15
Arundo phragm. . . .	4.47	2.43	0.07	0.40	0.13	0.83	0.02	0.27	0.06
Ржаная солома	4.79	2.70	0.05	0.41	0.13	0.92	0.10	0.24	0.13

Какъ измѣняется содержаніе зольныхъ элементовъ, по мѣрѣ разложенія растительныхъ остатковъ, видно изъ слѣдующихъ цифровыхъ данныхъ:

	SiO_2	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	P_2O_5	SO_3
Свѣжая и однолѣтняя буковая листва . . .	29,32	3,63	39,24	8,87	6,21	9,07	2,83
Та же листва черезъ 2 года	32,34	3,73	36,71	9,94	5,64	9,14	1,82
Гумусъ изъ буковой листвы	46,37	9,20	23,67	5,88	3,52	6,47	4,30

Цифры показываютъ, что при процессѣ разложенія органическихъ

[1]) Въ справедливости сказаннаго убѣждаетъ слѣдующая таблица Вольфа (14).

	Въ 100 ч. золы								
	SiO_2	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	SO_3	Cl
Дубовые листья въ августѣ.	4.41	1.18	26.09	13.53	33.14	–	12.19	4.41	0.12
Отмершіе дуб. листья .	30.95	0.61	48.63	3.96	3.35	0.61	8.08	30.95	—
Буковые листья въ авг.	20.02	1.32	33.58	7.16	19.53	2.30	9.38	20.02	0.52
„ отмершіе . .	33.69	1.04	45.18	5.93	3.93	0.63	4.14	33.69	0.39

остатковъ послѣдніе бѣднѣютъ основаніями и обогащаются кремнеземомъ и желѣзомъ. Особенно рѣзкое обогащеніе желѣзомъ наблюдается при превращеніи растительной массы въ торфъ. Въ золѣ, превратившейся въ торфъ, сосновой древесины Мюллеромъ (7) было найдено 37% Fe_2O_3, а въ дубовой—даже 66%.

Ближайшіе источники образованія почвеннаго гумуса.

Вопросъ о томъ, изъ какихъ составныхъ частей органическаго вещества строится почвенный гумусъ, въ настоящее время едва-ли заслуживаетъ такого вниманія, какъ это было раньше. По мѣрѣ того, какъ передъ нами раскрывается понемногу составъ почвеннаго перегноя, дѣлается все болѣе и болѣе яснымъ, что въ образованіи гумуса принимаютъ участіе весьма многія группы органическихъ соединеній какъ безазотистыхъ, такъ и азотистыхъ. При этомъ едва-ли можно сомнѣваться въ томъ, что гумусъ образуется не только изъ тѣхъ частей растительныхъ остатковъ, которыя разлагаются на мѣстѣ ихъ нахожденія, но и изъ тѣхъ растворовъ (правильнѣе, вѣроятно, псевдорастворовъ), которые получаются при соприкосновеніи воды даже со свѣжими еще органическими веществами и которые могутъ передвигаться на большую или меньшую глубину внутрь почвы.

На первой точкѣ зрѣнія стоялъ когда-то Костычевъ (19, 20), впослѣдствіи, однако, значительно измѣнившій свои взгляды, вторую точку зрѣнія отстаивалъ Докучаевъ и его ученики, Левашовскій (22), Гоппе-Зейлеръ (16) и др.

Левашовскій впервые обратилъ вниманіе на то обстоятельство, что если привести въ соприкосновевіе растительные остатки съ водой, то послѣдняя переводитъ въ растворъ кое-что изъ содержимаго этихъ остатковъ. Настаивая ржаную солому водой, онъ получалъ вытяжку желтоватаго цвѣта, изъ которой спиртъ осаждалъ бурую клочковатую массу. Если та же вытяжка подвергалась дѣйствію кислорода воздуха, то на ея поверхности скоро получалась пленка, которая затѣмъ осаждалась на дно стакана въ видѣ бѣлыхъ хлопьевъ. Послѣдніе, при соприкосновеніи съ воздухомъ, принимали вскорѣ грязно-бурый цвѣтъ. Дальнѣйшія наблюденія показали, что нѣкоторыя минеральныя соли въ той-же водной вытяжкѣ даютъ нерастворимые осадки, причемъ, однако, не все вещество выпадаетъ изъ раствора.

Вытяжка изъ разложившейся бѣлой древесины лещины (Corylus Avellana) имѣетъ цвѣтъ крѣпкаго чая. Оставленная въ стаканѣ на воздухѣ, эта вытяжка также покрывается пленкой, падающей затѣмъ, въ видѣ хлопьевъ, на дно стакана и образующей, послѣ отфильтровавія и высыханія, темнобурое вещество. Въ этой вытяжкѣ соли алюминія,

окиси желѣза и мѣди даютъ нерастворимые осадки. Это послѣднее свойство Левановскій считалъ весьма важнымъ въ вопросѣ о закрѣпленіи въ почвенныхъ массахъ органическихъ веществъ. Пока просачивающіяся органическія вещества встрѣчаютъ въ поверхностныхъ слояхъ почвъ такія минеральныя соединенія, съ которыми они могутъ давать нерастворимые осадки, просачиваніе ограничивается только поверхностными слоями. Когда тамъ всѣ могущія вступить въ реакціи соединенія будутъ использованы, просачиваніе идетъ глубже и глубже.

Аналогичныя данныя получены были позже Слезкинымъ (281) и Кравковымъ, но ни тотъ, ни другой, какъ и Левановскій, не пробовали подходить къ вопросу о томъ, какія органическія вещества переходятъ изъ растительныхъ остатковъ въ водныя вытяжки. Остался также невыясненнымъ вопросъ, получаемъ ли мы въ водныхъ вытяжкахъ истинные растворы или коллоидальные псевдорастворы.

Изъ данныхъ Кравкова (21) видно только, что при соприкосновеніи съ водой даже свѣжіе органическіе остатки (листья, хвоя, солома и пр.) кое-что отдаютъ водѣ, причемъ максимальное количество органическаго вещества отдаютъ корни, затѣмъ листья деревьевъ и сѣно, а меньше всего — солома и хвоя.

Такъ изъ 1000 частей сухого растительнаго матерьяла перешло въ водную вытяжку:

Изъ хвои (сосна, ель, пихта) въ среднемъ	2,03	гр.
„ соломы (рожь, овесъ, ячмень) „	2,37	„
„ сѣна (степное, луговое, клеверъ) въ среднемъ .	15,58	„
„ древесныхъ листьевъ (дубъ, береза, осина ольха) въ средн.	15,78	„
„ корней (ржи, овса, ячменя) въ средн.	31,78	„

Только въ работѣ Гоппе-Зейлера (16) мы находимъ попытку рѣшить вопросъ о томъ, какія органическія вещества отдаютъ растительные остатки въ водную вытяжку.

Если обратить вниманіе, говоритъ Гоппе-Зейлеръ, на тѣ измѣненія, которыя обнаруживаются при умираніи листьевъ и другихъ сочныхъ частей растеній, то не трудно замѣтить два ряда измѣненій, идущихъ рука объ руку: обѣдненіе водой и пріобрѣтеніе буроватой окраски (иногда болѣе желтой или красноватой). Эта окраска появляется лишь въ томъ случаѣ, если мертвые растительные остатки имѣютъ достаточно влаги, въ противномъ случаѣ побурѣнія не происходитъ; извѣстно, напримѣръ, что сѣно, при высушиваніи безъ дождей, высыхаетъ, не теряя своей зеленой окраски. Побурѣніе разлагающихся растительныхъ остатковъ зависитъ существенно не только отъ измѣненія хлорофилла, такъ какъ тѣмъ-же свойствомъ отличаются и растенія или части ихъ, не содержащія хлорофилла. Вещества, измѣненіе которыхъ вызываетъ появленіе

бурой окраски, должны имѣть широкое распространеніе и входить въ составъ всѣхъ растеній. Скорѣе всего можно думать, что таковыми являются углеводы и дубильныя вещества. Послѣднія очень распространены въ растеніяхъ; при разложеніи этихъ веществъ выпариваніемъ ихъ водныхъ вытяжекъ (особенно съ прибавкой небольшого количества H_2SO_4 или HCl) получаются красныя или темнобурыя аморфныя соединенія, которыя называются красными дубильными веществами. Въ корѣ деревьевъ очень часто содержатся подобныя же вещества, получившія отъ Стехелина и Гофштеттера (30) названіе флобафеновъ[1]). Изъ отмершихъ листьевъ можно нерѣдко извлечь еще небольшія количества дубильной кислоты, часто-же изъ нихъ получаются бурыя аморфныя тѣла со свойствами флобафеновъ.

Анализы различныхъ флобафеновъ и красныхъ дубильныхъ веществъ даютъ слѣдующія колебанія состава, при различныхъ температурахъ (100—130) высушиванія

C	55,30—63,0
H	3,80— 5,26
O	32,61—40,30

Общимъ свойствомъ всѣхъ этихъ соединеній является ихъ способность при сплавленіи съ KHO и небольшимъ количествомъ воды (выше 200° Ц.) давать протокатехиновую кислоту $[C_6H_3(HO)_2]COOH$, а иногда вмѣстѣ съ нею и другія вещества, какова, напримѣръ, бурая, аморфная, растворимая въ спиртѣ, очень мало въ водѣ и совсѣмъ нерастворимая въ эфирѣ гиматомелановая кислота. Совершенно тѣ же реакціи даютъ гуминовыя вещества изъ почвы, торфа, бураго угля, а также искусственно полученныя изъ различныхъ углеводовъ дѣйствіемъ кислотъ.

Изъ клѣтчатки, по мнѣнію Гоппе-Зейлера, гуминовыхъ веществъ получиться не можетъ, такъ какъ броженіе клѣтчатки приводитъ къ образованію газообразныхъ продуктовъ.

Того-же взгляда придерживается и Суцуки (31), въ работѣ котораго находимъ указаніе, что протеинъ, крахмалъ и пентозаны содѣйствуютъ образованію чернаго вещества гумуса, а жиры и целлюлоза — нѣтъ. Бейеринкъ, напротивъ, полагаетъ, что гумификація клѣтчатки возможна при содѣйствіи грибка Streptothrix chromogena[2]).

Нахожденіе въ составѣ гумуса азотистыхъ соединеній и, въ частности, аминокислотъ, свидѣтельствуетъ въ пользу того, что и бѣлковыя

[1]) См. Hlasiwetz (15) и Rochleder (26).

[2]) Изъ болѣе старыхъ авторовъ отмѣтимъ Деймера, который считалъ возможнымъ образованіе гумуса изъ клѣтчатки. О полученіи гуминовыхъ веществъ изъ лигнина, см. Lang, Zeitschr. f. physiolog. Chemie, 1889, S. 84.

вещества принимаютъ участіе въ образованіи гумуса. О томъ же говоритъ и нахожденіе въ составѣ гумуса фосфора и сѣры.

Бѣлковыя вещества, съ одной стороны, могутъ поступать въ почву отъ разлагающихся растеній, съ другой — отъ разложенія микроорганизмовъ (Костычевъ, Ивановскій, 18) и животныхъ остатковъ. Нѣкоторые изслѣдователи, базируясь на томъ, что растенія содержатъ значительно меньше азота, чѣмъ почвенный гумусъ (Майеръ, 23), полагали, что азотъ гумусовыхъ соединеній принадлежитъ, большею частью, животнымъ остаткамъ и находится въ видѣ хитина (Постъ. 25, Раманнъ, 61). При этомъ упускалась изъ вида способность гуминовыхъ веществъ поглощать азотъ, о чемъ будетъ подробнѣе сказано въ другомъ мѣстѣ [1]).

Что гумусъ можетъ быть полученъ изъ самыхъ разнообразныхъ органическихъ веществъ, объ этомъ свидѣтельствуютъ и опыты Снайдера. Этотъ изслѣдователь изучалъ гуминовыя вещества, полученныя изъ различныхъ продуктовъ, которые онъ смѣшивалъ съ землей, взятой на глубинѣ 20 футовъ отъ поверхности. Объектами для полученія гуминовыхъ веществъ служили: навозъ, клеверное сѣно, пшеничная мука, овсяная солома, древесныя опилки, мясо и сахаръ. Смѣси закупоривались въ жестянки, въ которыя могъ проникать воздухъ, но не могли попадать никакія постороннія тѣла. Затѣмъ жестянки зарывались въ землю такъ, что верхніе концы ихъ выступали наружу, и въ такомъ положеніи оставались на годъ. Изъ всѣхъ указанныхъ веществъ получился гумусъ различнаго состава и съ различнымъ содержаніемъ азота.

Такимъ образомъ, не только тѣ органическія вещества, которыя съ водой даютъ растворы или псевдорастворы, но и тѣ, которыя остаются неподвижными при дѣйствіи воды, участвуютъ въ образованіи веществъ гумуса. Теперь уже не приходится вести споровъ о томъ, способны-ли вещества гумуса, полученныя на поверхности почвы, попадать въ болѣе глубокіе горизонты почвы, такъ какъ намъ извѣстны многіе способы переноса гуминовыхъ веществъ и чисто механически, и въ псевдорастворахъ, и въ настоящвхъ растворахъ.

При дѣйствіи воды на свѣжіе растительные остатки, въ водную вытяжку переходятъ не только органическія вещества, но и зольные элементы. Еще въ работѣ Шредера (27) были получены въ этомъ направленіи совершенно опредѣленныя указанія (см. таблицу) [2]):

---

[1]) Montemarini (24) указываетъ, что древесные листья, разлагаясь, поглощаютъ азотъ, какъ это находилъ и Henry. См. также Hornberger (17).

[2]) Цифры показываютъ процентное содержаніе найденныхъ въ вытяжкахъ зольныхъ элементовъ по отношенію къ общему содержанію каждаго отдѣльнаго ингредіента въ золѣ растительныхъ остатковъ.

		K_2O	CaO	MgO	Fe_2O_3	P_2O_5	SO_3
Выщелочено дестил-	изъ буков. листвы	52,6	4,5	19,6	1,5	19,7	55,3
лиров. водой	изъ елов. вѣточекъ	47,8	7,9	20,3	5,0	37,9	86,2

Аналогичныя данныя получались позже и другими изслѣдователями: приведемъ здѣсь цифры Кравкова (21):

	Въ 1000 ч. сух. вещ. содержится зольныхъ элем. въ гр.	Изъ 1000 ч. сух. вещ. перешло въ растворъ зольн. элем. въ гр.	%	Среднее.
Листья дуба . . .	74,46	4,47	6,00	6,58%
„ березы . .	51,41	3,37	6,55	
„ осины . .	74,27	5,84	7,86	
„ ольхи . .	56,69	3,42	6,03	
Хвоя сосны . . .	61,54	1,50	2,43	2,25%
„ ели	47,35	1,10	2,32	
„ пихты . . .	62,72	1,23	1,96	
Солома ржаная .	41,91	0,87	2,07	2,83%
„ овсяная .	37,93	1,41	3,72	
„ ячменная .	38,15	1,04	2,72	
Сѣно степное . .	63,70	2,90	4,55	4,74%
„ луговое . .	45,22	2,12	4,68	
„ клеверное .	68,43	3,42	4,99	
Корни ржи . . .	85,10	25,76	30,27	34,44%
„ овса . . .	71,41	22,40	31,08	
„ ячменя . .	75,68	31,77	41,97	

Приведенныя цифры показываютъ, что легче всего выщелачиваются зольные элементы изъ корневой системы растеній, затѣмъ идутъ, въ убывающемъ порядкѣ, древесные листья, луговыя и степныя травы, солома злаковъ и, наконецъ, хвоя.

Сопоставляя эти данныя съ данными предыдущей таблицы Кравкова (стр. 10), не трудно видѣть, что количество зольныхъ элементовъ, переходящихъ въ водныя вытяжки, совершенно параллельны количествамъ переходящихъ въ тѣ же вытяжки органическихъ веществъ. Отсюда, повидимому, можно сдѣлать выводъ, что въ данномъ случаѣ рѣчь идетъ не объ отщепленіи минеральныхъ соединеній, а о переходѣ въ водныя вытяжки зольныхъ элементовъ, совмѣстно съ содержащимъ ихъ органическимъ веществомъ.

Какіе элементы при этомъ оказываются въ вытяжкахъ, видно уже изъ цифръ Шредера; полнѣе зто можно видѣть изъ нижеслѣдующей таблицы, принадлежащей Кравкову:

	Изъ 1000 ч. сухого вещества перешло въ водную вытяжку въ гр.									
	SiO_2	Fe_2O_3	Mn_3O_4	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	SO_3	Cl.
Изъ листьевъ дуба	0,03	0,05	0,03	0,96	1,52	0,73	сл.	0,46	0,69	—
„ „ березы	0,06	сл.	0,01	0,84	0,98	0,64	„	0,17	0,67	—
„ „ осины .	0,02	0,02	0,02	2,13	1,13	0,28	„	0,97	1,27	—
„ „ ольхи .	0,06	0,01	0,02	0,54	0,87	0,63	„	0,68	0,61	сл.

	SiO_2	Fe_2O_3	Mn_3O_4	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	SO_3	Cl.
Изъ хвои сосны . .	0,43	0,01	сл.	0,14	0,33	0,31	„	0,03	0,25	—
„ „ ели . . .	0,54	0,01	—	сл.	0,15	0,12	„	0,04	0,24	—
„ „ пихты . .	0,56	0,06	—	„	0,24	0,05	„	0,01	0,31	сл.
„ соломы ржаной	0,63	сл.	—	0,04	0,10	0,05	„	0,02	0,02	0,01
„ „ овсяной .	0,93	„	—	0,02	0,11	0,19	„	0,05	0,10	0,01
„ „ ячменной	0,56	„	—	0,02	0,06	0,14	„	0,10	0,16	—
„ сѣна степного .	0,37	„	—	0,69	0,49	0,80	„	0,30	0,25	сл.
„ „ лугового .	0,12	„	—	0,28	0,22	0,84	„	0,56	0,10	„
„ „ клевернаго	0,09	„	—	0,57	0,60	1,32	„	0,41	0,42	0,01
„ корней ржи . .	—	0,79	0,09	4,37	1,55	11,27	0,38	4,67	2,32	0,32
„ „ овса . .	—	0,76	0,30	1,29	2,54	6,32	0,47	7,33	3,24	0,15
„ „ ячменя .	—	1,81	0,12	7,85	3,73	11,66	0,24	3,13	3,00	0,23

Значительныя количества сѣры и фосфора, переходящихъ въ водную вытяжку, свидѣтельствуютъ о томъ, что не одни только углеводы и дубильныя вещества оказываются въ коллоидныхъ растворахъ. Это еще болѣе убѣждаетъ въ томъ, что въ образованіи гумуса принимаютъ участіе разнообразныя группы органическихъ соединеній.

Когда органическіе остатки начинаютъ разлагаться, зольные элементы минерализуются, т. е. образуютъ соли, и тогда выщелачиваніе ихъ идетъ энергичнѣе. Ходъ этого выщелачиванія долженъ быть неодинаковъ, въ зависимости отъ условій, при которыхъ оно совершается, но эти условія чрезвычайно сложны, такъ какъ они связаны и съ ходомъ микробіологическихъ процессовъ, и со свойствами коллоидныхъ растворовъ. Эти послѣдніе, въ свою очередь, мѣняютъ свои свойства подъ вліяніемъ измѣненія температуръ, количества влаги, количества и качества электролитовъ и пр. Такъ, высушиваніе и замерзаніе способствуютъ коагуляціи коллоидовъ, и послѣдніе при этихъ условіяхъ выпадаютъ изъ раствора, увлекая вмѣстѣ съ собой и одинъ изъ іоновъ электролита. Въ виду сложности этихъ явленій, мы не будемъ входить въ разсмотрѣніе указанныхъ вопросовъ, такъ какъ опредѣленный отвѣтъ можно получить лишь тогда, когда извѣстны всѣ условія хода процессовъ распада.

Надъ нѣкоторыми частностями вопроса о распадѣ органическаго вещества и его гумификаціи намъ придется еще останавливаться не разъ въ дальнѣйшемъ изложеніи, а теперь перейдемъ къ разсмотрѣнію вліянія біологическихъ факторовъ на процессы разложенія органическихъ остатковъ.

Участіе животныхъ въ процессахъ разложенія органическихъ остатковъ.

Разнообразныя животныя, населяющія почву, роющіяся въ ней, а подчасъ и питающіяся ею, производятъ отчасти механическую, а отчасти и химическую работу. Если бы роль этихъ животныхъ сводилась

только къ разрыхленію почвы и перемѣшиванію ея частицъ, то и въ этомъ случаѣ ихъ значеніе, въ качествѣ почвообразователей, было бы громадно. Разрыхленіе почвы, дѣлая ее болѣе доступной для воды и воздуха, влечетъ за собой повышеніе интенсивности химическихъ процессовъ, что въ особенности сказывается на процессахъ разложенія органическаго вещества.

Животное населеніе почвъ весьма разнообразно: здѣсь находятся и позвоночныя изъ отрядовъ грызуновъ и насѣкомоядныхъ (сурки, хомяки, суслики, земляные зайцы, слѣпыши, кроты, мыши) и безпозвоночныя: Protozoa [1]), черви (нематоды и дождевики), ракообразныя, моллюски, многоножки (Scolopendra, Julus, Geophilus), насѣкомыя и ихъ личинки. Мѣстами животныя, населяющія почву, скопляются въ большихъ количествахъ и производятъ весьма значительную работу, мѣстами ихъ сравнительно немного и ихъ почвообразовательная дѣятельность мало замѣтна среди другихъ почвообразовательныхъ процессовъ.

Роющія позвоночныя животныя совершаютъ огромную механическую работу. Продѣлывая различной ширины и длины ходы и камеры, и выбрасывая землю на поверхность, они способствуютъ рыхленію почвы и облегчаютъ доступъ атмосфернымъ дѣятелямъ въ глубину. Оставляя въ норахъ остатки пищи, изверженія и свои трупы, они увеличиваютъ количество органическихъ веществъ, изъ которыхъ можетъ созидаться почвенный гумусъ. Въ пищеварительномъ каналѣ тѣхъ изъ нихъ, которыя питаются растительными остатками, можетъ разлагаться (при помощи бактеріальныхъ процессовъ) значительная часть клѣтчатки.

Роющія животныя степей Европейской Россіи начинаютъ понемногу вымирать, а мѣстами даже и вымерли, благодаря массовымъ истребленіямъ. Это въ особенности относится къ суркамъ, за которыми охотился и промышленникъ ради ихъ шкурокъ и сала. По свидѣтельству путешественниковъ XVII и XVIII столѣтій (Гмелинъ, Бопланъ и др.), русскія степи прежде были чрезвычайно богаты роющими животными. Въ нѣкоторыхъ районахъ еще недавно, а частью до послѣдняго времени наблюдалось обиліе роющихъ животныхъ, особенно сусликовъ.

По описанію акад. Вернадскаго (69), въ бассейнѣ р. Чаплынки Новомосковскаго у. Екатеринославской губ. степь не представляетъ гладкой равнины, а всюду покрыта холмиками болѣе или менѣе правильной (полусферической или овальной) формы. Холмики занимаютъ въ среднемъ, около $^1/_{10}$ поверхности степи, а мѣстами половина и даже почти вся поверхность занята ими. Это только сравнительно новые холмики, а старые сглаживаются съ теченіемъ времени и становятся мало замѣтными. Они образованы сусликами и, вѣроятно, хомяками.

[1]) См. Goodey, F. (43).

Размѣры холмиковъ, по измѣреніямъ Вернадскаго, таковы:

№№	Высота.	Діаметръ при основаніи.	Число отверстій отъ основанія до вершины.
1	3,75 верш.	5 арш. 15 верш.	6
2	4,75 „	3 „ 15 „	6
3	2 „	2 „ 14 „	4
4	6 „	5 „ 5 „	18
5	2 „	4 „ 13 „	8
6	1,5 „	4 „ 4 „	5
7	1,5 „	3 „ 1 „	2
8	6,5 „	5 „ 7 „	15

Приблизительный объемъ каждой насыпи равенъ 1417 куб. верш., а количество выброшенной на 1 кв. версту земли составляетъ, въ среднемъ, 192 куб. сажени [1]).

Оставленныя норы засыпаются впослѣдствіи выброшеннымъ матеріаломъ, благодаря чему въ вертикальномъ разрѣзѣ почвы можно наблюдать затѣмъ такъ называемыя кротовины. На присутствіе кротовинъ въ разрѣзѣ черноземныхъ почвъ обратилъ вниманіе въ 1854 г. Кипріяновъ, наблюдавшій ихъ при постройкѣ Курскаго шоссе. Болѣе подробное ихъ описаніе было сдѣлано въ 1871 г. Леваковскимъ, который далъ имъ и всестороннее объясненіе.

Акад. Гельмерсенъ, также наблюдавшій кротовины, пытался дать этому явленію иное толкованіе: онъ разсматривалъ ихъ, какъ заполненные почвой ходы древесныхъ корней на томъ основаніи, что въ нихъ находились иногда древесные остатки.

Проф. Докучаевъ, послѣ своихъ продолжительныхъ изслѣдованій въ области чернозема, категорически высказался въ пользу взгляда Леваковскаго. Свои выводы изслѣдователь формулировалъ слѣдующимъ образомъ:

1) До сихъ поръ древесные остатки найдены въ кротовинахъ всего два-три раза [2]); да и тѣ, конечно, принадлежали недавнему прошлому, такъ какъ корень, разъ не окаменѣлъ, не пролежитъ въ землѣ, доступный дѣйствію воды и воздуха, и сотни лѣтъ.

2) Какъ показали изслѣдованія Кипріянова, самого акад. Гельмерсена и мои, кротовины попадаются на глубинѣ 9—10 и 14 ф. Это такіе горизонты, куда древесные корни обыкновенно не проникаютъ [3]).

3) Изъ тѣхъ же источниковъ извѣстно, что діаметръ многихъ кротовинъ нерѣдко достигаетъ 1—1,5 ф. и даже болѣе, при чемъ таковыя

[1]) Объ устройствѣ норъ см. Силантьевъ (65).

[2]) Барботъ-де-Марни, Гельмерсенъ, Борисякъ. См. Докучаевъ (38).

[3]) По крайней мѣрѣ, сколько-нибудь крупные корни. См. по этому вопросу работу Сукачева (64).

кротовины безразлично попадаются на всѣхъ горизонтахъ, по крайней мѣрѣ до глубины 9 фут., — обстоятельство, совершенно не совмѣстимое со взглядомъ Гельмерсена.

4) Наконецъ, древесные корни, послѣ сгниванія, оставятъ, конечно, только ничтожнѣйшую часть своего прежняго вѣса и объема. Спрашивается, гдѣ же взять то вещество, которое заполняетъ теперь кротовины Вѣдь сусликъ и другія копающія животныя предварительно сами выбрасываютъ на поверхность землю (черноземъ и подстилающую его породу), которой, главнымъ образомъ, и засыпаются ихъ ходы. Ничего подобнаго у растеній нѣтъ. Мыслимо, правда, что корневые ходы и норы животныхъ современемъ могутъ уничтожиться черезъ медленное расширеніе ихъ стѣнокъ, или черезъ быстрые обвалы сосѣдней массы, но тогда не осталось бы отъ нихъ и слѣда,—тогда не было бы и кротовинъ.

Къ этимъ соображеніямъ Докучаевъ прибавляетъ еще, что Кипріяновымъ были найдены въ кротовинахъ Курской губ. скелеты Arctomys bobac, Spalax typhlus и Meles Stor.

Мы считаемъ необходимымъ посвятить вопросу о кротовинахъ такъ много мѣста въ виду того, что еще въ 1902 г. Таліевымъ (66) была сдѣлана попытка вновь вернуться къ взглядамъ Гельмерсена и на этихъ взглядахъ отчасти обосновать и рѣшеніе болѣе общаго вопроса о томъ, были-ли наши черноземныя степи искони безлѣсны, или онѣ покрывались лѣсами, позже истребленными человѣкомъ. Правда, попытка Таліева въ этомъ направленіи оказалась неудачной, и тѣ образованія, которыя онъ первоначально склоненъ былъ считать засыпанными ходами древесныхъ корней, самъ-же, послѣ совмѣстной экскурсіи съ Сукачевымъ, долженъ былъ признать норами роющихъ животныхъ.

Изъ безпозвоночныхъ животныхъ особенное вниманіе обращали на себя дождевые черви, значеніе которыхъ въ процессахъ почвообразованія было особенно отмѣчено Дарвиномъ (36). Дождевые черви, по мнѣнію великаго ученаго, играли болѣе видную роль въ исторіи земли, чѣмъ можно думать на первый взглядъ. Почти во всѣхъ влажныхъ странахъ они чрезвычайно многочисленны и обладаютъ, по сравненію со своей величиной, значительной силой. Во многихъ частяхъ Англіи, на каждомъ акрѣ поверхности, ежегодно проходитъ черезъ ихъ тѣло 10 тоннъ земли, такъ что въ теченіе немногихъ лѣтъ весь поверхностный слой земли пропускается черезъ ихъ пищеварительный аппаратъ. Такимъ образомъ, частицы почвы постоянно перемѣщаются, благодаря чему дѣйствію углекислоты и гуминовыхъ кислотъ подвергаются все новые и новые слои. Образованіе кислотъ гумуса ускоряется, благодаря перевариванію червями полуразложенныхъ органическихъ остатковъ. Въ силу этого повышается энергія химическаго разложенія минеральныхъ составныхъ частей почвы. Въ мускулистомъ желудкѣ червя, гдѣ мелкіе ка-

мешки дѣйствуютъ, какъ жернова, происходитъ и механическое измельченіе болѣе мягкихъ частей породъ. Подобно хорошему садовнику, черви, разрыхляя почву, подготовляютъ ее для растеній, увеличивая ея влагоемкость, поглотительную способность и пр.

Изверженія червей легко перемѣщаются даже по слабымъ склонамъ подъ вліяніемъ воды и вѣтра, и такимъ путемъ могутъ накопляться значительныя массы въ долинахъ. Наконецъ, всѣ эти массы, попадая въ рѣчные бассейны, уносятся въ моря и, такимъ образомъ, участвуютъ въ образованіи дельтъ, прибрежныхъ морскихъ наносовъ. Въ виду всего сказаннаго Дарвинъ полагаетъ, что терминъ животная почва гораздо больше соотвѣтствуетъ дѣйствительности, чѣмъ общепринятое названіе растительная почва.

Работа Дарвина вызвала интересъ къ изученію дѣятельности дождевыхъ червей, хотя этимъ вопросомъ занимались и раньше. Въ то же время широкія обобщенія автора встрѣтили и много возраженій [1]).

Участіе червей въ процессахъ почвообразованія не подлежитъ спору, мѣстами это участіе становится весьма замѣтнымъ, но все-же несомнѣнно что Дарвинъ переоцѣнилъ роль этихъ животныхъ.

Тѣмъ же вопросомъ занимались Гензенъ, Мюллеръ, Вольни, Дьемиль, Анри и др. Въ извѣстной работѣ Брэма (35) также находятся указанія на дѣятельность червей. „Часто мы находимъ утромъ“, пишетъ Брэмъ, „что солома, перья, листья, бумага оказываются засунутыми въ землю, будто воткнутыми нарочно дѣтьми; на самомъ же дѣлѣ они утащены въ землю ночью дождевыми червями. Толстая соломинка схватывается животнымъ посрединѣ и съ такой силой втаскивается въ нору, что перегибается пополамъ. Широкое куриное перо вмѣстѣ съ бородкой втягивается безъ особеннаго труда въ нору“.

По наблюденіямъ Гензена (48), взрослые дождевики только въ сырую погоду выходятъ на поверхность земли и, сидя заднимъ концомъ въ норѣ, переднимъ обшариваютъ почву съ цѣлью отысканія пищи. Они тащатъ въ норы опавшіе листья, стебельки и мелкія вѣточки, но обыкновенно не уносятъ ихъ глубоко въ почву, а оставляютъ на глубинѣ 1—3 дюймовъ, закупоривая этими остатками свои ходы. Тутъ же они и поѣдаютъ захваченное, когда оно достаточно напитано влагой. Въ садовой почвѣ съ песчаной подпочвой Гензенъ наблюдалъ вертикальные ходы червей до глубины 3, 4 и даже 6 футовъ; иногда въ глубинѣ они шли горизонтально. Ходы имѣли песчаныя стѣнки, на которыхъ часто находились черные бугорки, приблизительно въ 2 миллим. діаметромъ; эти бугорки — экскременты червя.

---

[1]) См. Borggreve (33), Wollny (70), Докучаевъ (38).

Гензенъ опредѣлялъ потерю при прокаливаніи въ экскрементахъ червя, сравнивая ее съ таковою же песчаной подпочвы. Данныя получались слѣдующія:

Песчаная подпочва	1,44%
Экскременты съ поверхн. земли	3,33%
„ изъ ходовъ.	4,36—5,00
„ изъ кишечника червя	5,6

Возрастаніе потери при прокаливаніи въ экскрементахъ обусловливается, по преимуществу, накопленіемъ органическаго вещества.

Помимо наблюденій въ природѣ, Гензенъ произвелъ еще опытъ съ дождевыми червями. Онъ помѣстилъ въ сосудъ, наполненный на 1,5 фута пескомъ и имѣвшій 1,5 ф. въ діаметрѣ, двухъ червей, а на поверхность песка положилъ слой листьевъ. Вскорѣ листья были затащены червями въ ихъ ходы до глубины 3 дюймовъ, а по истеченіи 6 недѣль на поверхности накопился слой экскрементовъ до сантиметра толщиной.

Изъ этихъ наблюденій видно, что дождевые черви способствуютъ образованію гумуса, собирая растительные остатки и ускоряя процессы ихъ превращеній. Тѣ же заключенія дѣлаются и въ работѣ датскаго ученаго Мюллера (58), который подобно Дарвину, отводитъ слишкомъ большую роль дѣятельности червей (и насѣкомыхъ). Вездѣ, гдѣ почва рыхла, говоритъ Мюллеръ, и органическій матеріалъ измельченъ до крайней степени, онъ носитъ характеръ животныхъ экскрементовъ, принадлежащихъ, главнымъ образомъ, дождевымъ червямъ, а отчасти и насѣкомымъ. Мюллеръ ставитъ даже, до нѣкоторой степени, въ связь растительность буковыхъ лѣсовъ съ дѣятельностью дождевыхъ червей.

Отмѣтимъ далѣе опыты съ дождевыми червями, поставленные Вольни (71) съ цѣлью рѣшить вопросъ, какія измѣненія вызываютъ черви въ почвахъ и поскольку эти измѣненія способны отражаться на ростѣ и развитіи культурныхъ растеній. Уже a priori нужно было допустить, говоритъ Вольни, что органическія вещества, пройдя черезъ пищеварительный каналъ червя, измѣнятся въ значительной степени, такъ какъ выдѣляемая въ немъ жидкость имѣетъ тотъ-же характеръ, что и секретъ поджелудочной железы высшихъ животныхъ, а слѣдовательно способна эмульсировать жиры, растворять бѣлки, превращать крахмалъ въ сахаръ и дѣйствовать на клѣтчатку. Поэтому можно было ожидать, что прошедшія черезъ пищеварительный каналъ червя органическія вещества легче будутъ разлагаться чѣмъ до прохожденія.

Опытъ Вольни съ почвами, заселенными червями въ теченіе 6 мѣсяцевъ, и почвами, свободными отъ червей, показали, что первыя, взятыя въ одинаковыхъ количествахъ со вторыми, выдѣляютъ больше углекислоты. Цифровыя данныя таковы:

	Въ 1000 объем. почвен. воздуха содержится CO_2			
	Опытъ I.		Опытъ II.	
	Почва съ червями.	Почва безъ червей.	Почва съ червями.	Почва безъ червей.
A. Съ 7—16 ноября (изъ 8 опытовъ)	5,43	3,88	8,04	3,08
B. Съ 9—28 ноября (изъ 9 опытовъ)	3,07	2,52	5,61	1,90

Въ другихъ его опытахъ сказалось вліяніе жизнедѣятельности червей на растворимость минеральныхъ веществъ почвы въ водѣ. Менѣе опредѣленные результаты получились по отношенію къ соединеніямъ азота.

Данныя Вольни по этимъ вопросамъ сведены въ нижеслѣдующей таблицѣ:

	Аммі-акъ %	Азотн. кис. %	Азотъ въ формѣ. NH_3	HNO_3	Сумма.	Растворимыя минеральн. вещества.
A. Почва съ червями . .	0,0200	0,0850	0,01647	0,02204	0,03851	0,08672
„ безъ червей. .	0,0036	0,1144	0,00285	0,02966	0,03251	0,03267
B. Почва съ червями . .	0,0140	0,0250	0,00147	0,00648	0,01795	0,15338
„ безъ червей. .	0,0060	0,0440	0,00494	0,01141	0,01635	0,03562

Наконецъ, по отношенію къ физическимъ свойствамъ, опыты Вольни привели къ слѣдующимъ результатамъ: благодаря жизнедѣятельности червей увеличивается объемъ почвы (насчетъ увеличенія промежутковъ между частицами на 27,5%, понижается влагоемкость съ 48,13 до 28,69% (въ противоположность выводамъ Дарвина) и повышается воздухоемкость въ 2,5 раза. Послѣднія измѣненія способствуютъ болѣе легкому прониканію воды и воздуха въ глубину, что, въ свою очередь, облегчаетъ процессы химическихъ превращеній какъ органическихъ, такъ и минеральныхъ составныхъ частей почвы.

Благопріятное измѣненіе физическихъ и химическихъ свойствъ почвы должно выгодно отразиться на развитіи растеній, что и подтверждается культурными опытами Вольни и Дьемилля, а отчасти и наблюденіями Гете и Высоцкаго надъ ростомъ и развитіемъ корней растеній.

Гете (44) изучалъ распространеніе червей въ почвахъ окрестностей Рюдесгейма. Здѣсь, въ зависимости отъ характера почвы, ходы червей углубляются отъ 1,5 до 3,2 метровъ. На одномъ кв. метрѣ изслѣдователь находилъ въ богатыхъ удобренныхъ почвахъ до 12 червей, а въ сухихъ мѣстахъ съ легкой почвой — 2 — 3 червя. Количество ходовъ не зависитъ отъ количества червей: 2 — 3 червя на кв. метръ даютъ въ легкой проницаемой почвѣ 16 ходовъ, во влажной почвѣ близъ компостной кучи—46 ходовъ; въ двухъ другихъ мѣстахъ на той-же площади опредѣлено 37 и 59 ходовъ.

Высоцкій (72) наблюдалъ дѣятельность червей на черноземныхъ почвахъ въ Велико-Анадолѣ. Здѣсь особенно выдѣляются крупные дождевые черви—Dendrobaena (Allobophora) mariupoliensis. Въ верхнихъ горизонтахъ почвы ходы ихъ идутъ по всѣмъ направленіямъ, разрыхляя почву на цѣлинѣ и старой залежи. Въ нижнихъ горизонтахъ почвы и въ материнской породѣ, гдѣ они были прослѣжены мѣстами до глубины 8 метровъ, они идутъ вертикально, слегка извиваясь. На такую глубину, однако, ходы идутъ лишь тамъ, гдѣ наблюдается глубокое залеганіе грунтовыхъ водъ, въ противномъ случаѣ они опускаются лишь до горизонта, куда достигаетъ весенній подъемъ грунтовыхъ водъ. На разрѣзахъ ходы червей цѣликомъ или отчасти заполнены черной массой, представляющей частью изверженія самихъ червей, частью матеріалъ, попавшій сверху механическимъ путемъ. Стѣнки ходовъ обмазаны также, какъ черной штукатуркой, изверженіями; обмазка, повидимому, предохраняетъ ходы отъ затеканія воды. О количествѣ ходовъ на площади 1 кв. метра можно судить по даннымъ нижеслѣдующей таблички:

Глубины:	Всѣхъ ясно замѣтныхъ ходовъ.	Изъ нихъ со свободн. отверст.	Съ проходящими по нимъ корнями.
1 метръ	525	100	80
2 „	400	150	90
3 „	350	170	75
4 „	320	150	50
5 „	240	110	35
6 „	160	60	15
7 „	130	30	5
8 „	110	15	1

Dendrobaena mariupoliensis никогда не выноситъ изверженій на дневную поверхность, а оставляетъ ихъ внутри ходовъ, по большей части въ предѣлахъ поверхностнаго горизонта почвы, гдѣ вмѣстѣ съ Dendrobaena находится масса и другихъ видовъ дождевиковъ (Allobophora Gordejeffi, rosea, foetida). Послѣдніе роютъ неглубокіе ходы съ расширеніями на концѣ, гдѣ затѣмъ образуются секреціи углекислой извести. По ходамъ червей легко и на большую глубину проникаютъ корни растеній.

По вычисленіямъ Анри (49), крупные черви на одномъ гектарѣ почвы въ теченіе 10 мѣсяцевъ истребляютъ 250 килограммовъ органическихъ остатковъ, т. е. около 0,1 ежегоднаго прироста мертваго покрова, если-же присоединить сюда дѣятельность мелкихъ червей и другихъ безпозвоночныхъ, то, вѣроятно, дробь эта повысится до 0,2 или даже до 0,25.

Приведемъ, наконецъ, результаты опытовъ Duserre (41), изслѣдовавшаго параллельно почву и экскременты жившихъ въ ней червей. Приводимыя ниже цифры относятся къ 1 килогр. почвы.

	Почва.	Экскременты.
Всего азота	2,94 гр.	2,52 гр.
N въ видѣ NH_3	2,38	3,90%
„ „ HNO_3	0,71	3,80
P_2O_5 раствор. въ HNO_3	2,56	2,51
„ „ въ 2% лимон. к-тѣ .	28,5%	34,66%
K_2O всего	21,26	21,06
„ въ растворѣ лимон. к-ты . .	1,66%	1,20%
CaO (въ HNO_3)	11,43	11,80
$CaCO_3$	4,46	6,79

Всѣ перечисленные наблюденія и опыты достаточно хорошо иллюстрируютъ дѣятельность дождевыхъ червей въ умѣренныхъ климатическихъ широтахъ [1]).

Изслѣдованія Келлера (51) даютъ представленіе о работѣ тропическихъ червей. Особенно интересны данныя, касающіяся новаго вида, названнаго авторомъ Geophagus Darvini. Этотъ огромный червь Мадагаскара, достигающій метра и болѣе въ длину и 2 сантим. въ толщину, живетъ такъ-же, какъ и большинство нашихъ дождевыхъ червей, продѣлывая подземные ходы, затаскивая въ нихъ листья, вѣтви и цѣлыя растенія. Экскременты этого червя въ сухомъ состояніи достигаютъ порой вѣса въ 300 гр. По вычисленіямъ Келлера, объемъ земли, выбрасываемый ежегодно Geophagus'ами, измѣряется полутора милліардами кубич. метровъ.

Кромѣ червей, измельченіемъ растительныхъ остатковъ занимаются и другія безпозвоночныя животныя. Въ работѣ Костычева (56) изучалось, между прочимъ, вліяніе перетачиванія животными растительныхъ остатковъ на энергію разложенія послѣднихъ. Въ его опытахъ наблюдалась дѣятельность червей, многоножекъ (Julus terrestris) и личинокъ Sciara; въ качествѣ опытнаго матеріала служила листва различныхъ древесныхъ породъ и ковыль. Въ результатѣ оказалось, что перетачиваніе многоножками и личинками оказываетъ очень малое вліяніе на дальнѣйшій ходъ разложенія. Однако, этому выводу едва-ли можно дать общее значеніе, такъ какъ для опытовъ употреблялись мелкіе, да притомъ еще легко разлагающіеся растительные остатки, а, какъ извѣстно, нѣкоторыя животныя перетачиваютъ иногда цѣлые древесные стволы, превращая ихъ въ труху. По наблюденіямъ Келлера, многоножки Julus corallinus, встрѣчающіяся въ большихъ количествахъ на о. о. Соединенія, объѣдаютъ не только опавшія листья, но и стволы свалившихся деревьевъ и удобряютъ почву своими экскрементами и сброшенными кожицами.

Изъ класса насѣкомыхъ особое вниманіе изслѣдователей обращали муравьи. Въ Россіи наблюденія надъ муравьями были произведены Гордягинымъ (45), Высоцкимъ (72), Гордѣевымъ и Димо (37),

[1]) См. также Russel, Ed. J. (63).

въ Зап. Европѣ (Буковинѣ) — Граберомъ (см. Ihering), въ Бразиліи — Ihering'омъ (50), Branner'омъ (34), въ Ю. Австраліи — Гаакке (46), въ Африкѣ (Камерунъ) — Пассарге (59) и Гансомъ Мейеромъ [1]) и на Мадагаскарѣ — Келлеромъ (51) [2]).

Наблюденія Гордягина относятся къ окрестностямъ Красноуфимска. Къ сѣверу отъ города, на берегу р. Уфы, находится равнина, которая на западѣ ограничена цѣпью известковыхъ холмовъ. Вся равнина покрыта тысячами мелкихъ холмиковъ, сдѣланныхъ муравьями (Lasius niger, L. flavus, Formica fusca). Каждая кучка представляетъ низкій овальный холмикъ, съ растущими на немъ нѣсколькими травами. Діаметръ основанія холмика—21,4 дюйма, высота—5 д. Вблизи холмика, на его поверхности, находятся кусочки темнобураго суглинка, происходящаго изъ болѣе глубокихъ горизонтовъ почвы. При раскапываніи холмика, лопата легко идетъ въ верхніе слои почвы, благодаря многочисленнымъ ходамъ муравьинаго жилища. Находящіяся на поверхности кучи частицы почвы состоятъ изъ того же матеріала, что и верхніе горизонты нетронутой почвы данной мѣстности, но утрачиваютъ природную грубозернистую структуру. Подземная часть муравьинаго жилища состоитъ изъ буровато-черной глины. Все жилище представляется, такимъ образомъ, въ видѣ овальнаго двойного конуса, имѣющаго въ своей подземной части объемъ въ 873 куб. дюйма. На каждыя 100 кв. саж. поверхности приходится около 40 холмиковъ, на квадр. версту ~100.000, съ объемомъ въ 149 кубич. саженъ.

Дѣятельность L. niger и L. flavus преимущественно замѣчается на сухихъ лугахъ сѣверныхъ мѣстностей, но тѣ же муравьи попадаются и на заливныхъ лугахъ. На югѣ Тобольской губ. Гордягинъ встрѣтилъ ихъ на мокрыхъ солончакахъ. По его же даннымъ, на черноземахъ муравьи, строющіе конусообразныя гнѣзда, рѣдки; здѣсь преобладаютъ минеры, какъ напримѣръ, Myrmecocystus. На каштановыхъ почвахъ эти послѣдніе играютъ уже главную роль.

По наблюденіямъ Высоцкаго въ Велико-Анадолѣ, изъ всѣхъ второстепенныхъ землероевъ наибольшей длины ходы роютъ нѣкоторые виды муравьевъ. Ходы имѣютъ видъ извилистыхъ вертикальныхъ каналовъ съ овальнымъ сѣченіемъ, проходящихъ черезъ рядъ расположенныхъ на ихъ пути горизонтальныхъ, сильно расширенныхъ камеръ. Надъ входнымъ отверстіемъ находится небольшой холмикъ, сложеняый мелкозернистой массой, съ воронкой по срединѣ. Въ Бердянскомъ культурномъ степномъ лѣсничествѣ, по даннымъ того-же изслѣдователя, въ изобиліи живутъ крупные черные муравьи, ходы которыхъ съ горизонтальными камерами прослѣжены до глубины 3 метровъ, при чемъ на этой глубинѣ ходы

[1]) См. Sievers u. Hahn, Afrika, 2 Aufl. 1901, 5, 169.

[2]) См. Рузскій. Муравьи Россіи, ч. II. Тр. Общ. Ест. при Казан. Унив. т. XI, в. 4, 1907.

еще не окончились. По нимъ, какъ и по ходамъ червей, проходятъ корни растеній, но, попадая въ горизонтальныя камеры, они часто сбиваются съ пути, съ трудомъ внѣдряясь въ сплошной мергелистый суглинокъ.

Интересныя данныя о дѣятельности муравьевъ въ Саратовской губ. опубликованы Гордѣевымъ и Димо (37). Наблюденія относятся частью къ тѣмъ же родамъ и видамъ, работа которыхъ описана Гордягинымъ частью къ другимъ родамъ, выбрасывающимъ на поверхность лишь мелкія кучки земли.

Муравьиные холмики были найдены, по преимуществу, среди солончаковъ аллювіальныхъ долинъ въ различныхъ уѣздахъ губерніи. Средній объемъ холмика составляетъ около $^1/_{10}$ куб. метра, при чемъ на 100 кв. метровъ приходится 25 такихъ холмиковъ. Отсюда на десятину объемъ насыпанной муравьями земли достигаетъ 261,5 куб. м., что при равномѣрномъ распредѣленіи по поверхности десятины составило бы слой въ 3 см. мощностью. Другіе роды муравьевъ, не пріурочивающіеся къ какимъ-либо опредѣленнымъ почвамъ, а населяющіе разнородныя, сколько-нибудь связныя, почвы, найдены были въ Камышинскомъ и Царицынскомъ у. у. Эти муравьи (Tetramorium caespitum L. и Myrmecocystus cursor Fous. (var. caspius Ruzsky) роютъ норы и выбрасываютъ при этомъ на поверхность лишь небольшія кучки земли, въ среднемъ дающія на десятину вѣсъ около 68 пудовъ. Принимая во вниманіе, что наибольшая глубина муравейниковъ не превосходитъ 15 см., приходится считать, что каждый разъ муравьи выбрасываютъ 1,3% почвы, ими населяемой. Такъ какъ такое выбрасываніе происходитъ послѣ каждаго дождя, то считая, что муравьи занимаются этой работой 10 разъ въ году, придемъ къ выводу, что за 8—10 лѣтъ весь поверхностный слой почвы будетъ перевернутъ. Тѣже муравьи затаскиваютъ въ свои норки зерна пшеницы, отчасти ржи. По приблизительному подсчету количество этихъ зеренъ на десятину достигаетъ 3 пуд. 17 ф. [1]).

Тропическіе муравьи зачастую производятъ болѣе грандіозную работу чѣмъ муравьи нашихъ широтъ. Въ окрестностяхъ Rio Sinos (Бразилія), гдѣ надъ поверхностными песками нормально лежатъ красныя глины, Jhering'у пришлось мѣстами наблюдать налеганіе глины на пески слоемъ до 1 дециметра. Внимательно изслѣдуя мѣстность, Jhering пришелъ къ заключенію, что перемѣщеніе слоевъ производится муравьями (Atta cephalotes), которые собираютъ вмѣстѣ съ тѣмъ въ свои жилища листья, траву, кусочки деревьевъ и пр.

Въ сухихъ областяхъ подтропическихъ зонъ муравьи также участвуютъ и въ разрыхленіи почвы, и въ образованіи гумуса (Гаake).

---

[1]) О химической работѣ муравьевъ, въ связи съ выдѣленіемъ ими муравьиной кислоты, данныхъ мало; см. Vadász, M. E. (68).

Въ литературѣ имѣются данныя и о дѣятельности другихъ насѣкомыхъ и ихъ личинокъ. Таковы изслѣдованія Мингацціни (57) надъ жуками и замѣтка Гримма, относящаяся къ озимому червю (гусеница бабочки Agrotis exclamationis), роль котораго, по мнѣнію Гримма, такая же, какъ и дождевого червя.

Въ цитированной уже работѣ Высоцкаго упоминается о ходахъ въ черноземѣ жука Lettrus cephalotes, осъ, пчелъ и, наконецъ, о вертикальныхъ ходахъ тарантулонъ.

На коралловыхъ островахъ механическая работа измельченія органическихъ остатковъ, по Келлеру, совершается моллюсками, а въ особенности ракообразными (краббы и раки отшельники). По свидѣтельству Harlé улитки (Helicidae) производятъ химическую работу: онѣ образуютъ углубленія въ известковыхъ породахъ, растворяя углекислую известь выдѣляемыми ими кислотными веществами. То же замѣчено для видовъ Pupa, Dalium.

По даннымъ Раманна (62), количество низшихъ животныхъ въ почвѣ зависитъ отъ времени года, отъ механическаго состава почвы, отъ ея богатства разлагающимися органическими веществами. Весной обыкновенно количество ихъ замѣтно возрастаетъ, что нужно поставить въ связь съ повышенной весенней влажностью почвы. Песчаныя почвы не такъ богаты животными, какъ глинистыя, опять-таки, повидимому, въ связи съ большей сухостью верхнихъ горизонтовъ песчаныхъ почвъ.

По мнѣнію Раманна, равномѣрное смѣшиваніе органическихъ веществъ почвеннаго гумуса съ минеральными элементами почвы обусловливается, главнымъ образомъ, дѣятельностью животныхъ, населяющихъ почву.

Главнѣйшіе типы превращеній органическаго вещества въ почвѣ подъ вліяніемъ микроорганизмовъ.

Какъ бы ни была мѣстами замѣтна роль животныхъ въ процессахъ разложенія органическаго вещества, ихъ работа въ этомъ направленіи не можетъ итти въ сравненіе съ работой микроорганизмовъ, населяющихъ массами воздухъ, воду и почву, живущихъ при самыхъ разнообразныхъ условіяхъ и переносящихъ нерѣдко большія крайности отемпературъ (термофильные и кріофильные микроорганизмы). Дѣятельность микроорганизмовъ, какъ разрушителей органическаго вещества, тличается отъ дѣятельности животныхъ не только своей интенсивностью (количественная сторона), но и большей глубиной вызываемыхъ процессовъ распада (качественная сторона), большей ихъ законченностью. Сложное органическое вещество превращается въ конечномъ итогѣ въ такія простыя минеральныя вещества, каковы вода, углекислота, азот-

ная кислота и пр. Такимъ образомъ, процессъ разложенія органическихъ остатковъ почвы съ помощью микроорганизмовъ есть процессъ молекулярнаго упрощенія. Это упрощеніе совершается постепенно, проходя нѣсколько стадій, пока не произойдетъ полная минерализація органическаго вещества. Микроорганизмы смѣняютъ другъ друга и одна группа подготовляетъ работу для другой.

Мы разсмотримъ послѣдовательно процессы превращенія различныхъ группъ органическихъ соединеній, попадающихъ въ почву изъ растительныхъ остатковъ, и остановимся прежде всего на углеводахъ. Изъ числа послѣднихъ глюкоза испытываетъ весьма различныя превращенія: она можетъ дать начало какъ образованію спирта, такъ и образованію ряда кислотъ. Въ спиртовомъ броженіи изъ глюкозы получаются этиловый спиртъ и углекислота, но вмѣстѣ съ ними и многіе побочные продукты, каковы: глицеринъ, янтарная кислота, спирты: пропиловый, изобутиловый, амиловый, одноосновныя кислоты и пр. Это броженіе производятъ дрожжи. Таже глюкоза, подъ вліяніемъ Aspergillus niger и др. плѣсеней, образуетъ щавелевую кислоту, другой плѣсневый грибъ окисляетъ ее въ лимонную кислоту, молочнокислыя бактеріи окисляютъ ее въ молочную, а маслянокислыя — въ масляную, при чемъ одновременно получаются другія кислоты и изобутиловый спиртъ.

Наконецъ, изъ глюкозы при слизевомъ броженіи получается углеводъ декстринъ или вискоза.

Крахмалъ, представляющій смѣсь полисахаридовъ, сначала гидролизируется въ декстринъ, а затѣмъ сбраживается по тѣмъ же типамъ, какъ и глюкоза, т. е. съ образованіемъ спирта или различныхъ кислотъ.

Пентозы ($C_5H_{10}O_5$) легко сбраживаются, образуя летучія кислоты, а вмѣстѣ съ ними углекислоту и метанъ.

Пентозаны, наоборотъ, очень устойчивы и потому, какъ увидимъ ниже, они постоянно встрѣчаются въ органическомъ веществѣ почвы и въ торфянистыхъ массахъ.

Пектиновыя вещества даютъ при броженіи масляную и уксусную кислоты, а также водородъ и углекислоту.

Особенно интересны превращенія клѣтчатки, какъ углевода, пользующагося широкимъ распространеніемъ. Для нея изучено нѣсколько видовъ превращеній, изъ коихъ мы остановимся прежде всего на метановомъ и водородномъ броженіяхъ.

Выдѣленіе метана (болотнаго газа) въ смѣси съ другими газами, дающими горючую смѣсь, давно обратило на себя вниманіе изслѣдователей, наблюдавшихъ образованіе горючаго газа въ мѣстахъ, гдѣ органическіе остатки разлагаются безъ доступа воздуха (мелкія озера, болота,

мокрые луга и пр.). Въ различныхъ случаяхъ газовая смѣсь имѣетъ не одинаковый составъ; какъ на одинъ изъ примѣровъ, укажемъ на анализы Бунзена:

	Зима.	Лѣто.
Метанъ (CH_4)	47,37%	76,61% (по объему).
Углекислота (CO_2)	3,10%	5,36%
Азотъ (N)	49,39%	18,03%
Кислородъ	0,14%	—

Иногда въ смѣси газовъ находили и водородъ (до 10%).

Вопросъ о броженіяхъ клѣтчатки детальнѣе разработанъ изслѣдованіями Гоппе-Зейлера (73) и особенно Омелянскаго (74—76). Въ своихъ работахъ Омелянскій пришелъ къ слѣдующимъ главнѣйшимъ выводамъ:

1) Метановое броженіе клѣтчатки, какъ и водородное ея броженіе, представляетъ самостоятельный микробный процессъ, идущій подъ вліяніемъ специфическаго агента.

2) Физіологическая характеристика этого процесса показываетъ, что по типу оно стоитъ довольно близко къ водородному броженію. Кромѣ метана и углекислоты, при этомъ броженіи развивается до 50% летучихъ кислотъ, главнымъ образомъ, уксусной.

3) Водородное броженіе, какъ и метановое, принадлежитъ къ типу анаэробныхъ. Въ этомъ броженіи до 70% клѣтчатки превращается въ уксусную и масляную кислоты, а остальные 30% идутъ на образованіе водорода и углекислоты.

Кромѣ этихъ броженій, могутъ быть и другія превращенія клѣтчатки. Такъ, карбонизацію клѣтчатки, т. е. превращеніе ея въ каменный уголь, торфъ, считаютъ также микробіологическимъ процессомъ, полагая, что онъ можетъ протекать по уравненію: $2C_6H_{10}O_5 = 2C + 5CO_2 + 5CH_4$.

Нѣкоторые изслѣдователи считаютъ возможнымъ и процессъ гумификаціи клѣтчатки при посредствѣ грибка Streptothrix chromogena (см. стр. 11), но что получается при этомъ изъ клѣтчатки, остается неяснымъ.

Одеревенѣвшая клѣтчатка (лигнинъ) дѣйствію бактерій почти недоступна, но разрушается грибами [1]). Изъ послѣднихъ особенно извѣстенъ Merulius lacrimans, разрушающій деревянныя постройки.

Жиры разрушаются микроорганизмами труднѣе углеводовъ, но все же разрушаются. При этомъ они распадаются на свои составныя части: глицеринъ и кислоту (стеариновую, олеиновую, пальмитиновую и пр.).

Воскообразныя вещества и смолы разлагаются еще труднѣе, а потому могутъ быть найдены въ составѣ почвеннаго гумуса.

[1]) См., между прочимъ, Majmone, B. (77).

Изъ предыдущаго изложенія мы видѣли, что при различныхъ типахъ броженій получаются спирты и кислоты. Эти группы соединеній подвергаются затѣмъ дальнѣйшимъ разложеніямъ: спирты могутъ предварительно превращаться въ кислоты, а могутъ и разлагаться съ выдѣленіемъ углекислоты и метана, кислоты болѣе сложныя превращаются сначала въ болѣе простыя, а затѣмъ разлагаются съ образованіемъ воды, углекислоты, метана и водорода.

Такимъ образомъ въ итогѣ разложенія безазотистыхъ органическихъ веществъ микроорганизмами получаются всего четыре тѣла: вода, углекислота, метанъ и водородъ. Даже чистый углеродъ (частички угля) окисляются въ микробіологическомъ процессѣ въ углекислоту [1]), благодаря чему, повидимому, исчезаютъ изъ почвы угольки—слѣды бывшихъ лѣсныхъ пожаровъ. Изъ упомянутыхъ четырехъ тѣлъ метанъ и водородъ не представляютъ еще конечныхъ стадій распада, ибо и тотъ, и другой способны окисляться съ помощью микробіологическихъ процессовъ. При этомъ водородъ даетъ воду, а метанъ воду и углекислоту. Слѣдовательно, вода и углекислота представляютъ конечныя формы превращенія углеродистыхъ соединеній самыхъ разнообразныхъ группъ.

Перейдемъ теперь къ разсмотрѣнію процессовъ разложенія азотистыхъ соединеній. Изъ простѣйшихъ азотистыхъ соедивеній мочевина превращается сначала въ углеаммонійную соль (гидролизъ мочевины), а затѣмъ эта послѣдняя распадается на амміакъ, воду и углекислоту.

Бѣлки, раньше чѣмъ перейти въ амміачныя соединенія, подвергаются гніенію, совершающемуся подъ вліяніемъ разнообразныхъ микроорганизмовъ, при чемъ одни изъ нихъ превращаютъ бѣлокъ въ альбумозы, пептоны, аминокислоты (лейцинъ, тирозинъ), давая лишь немного амміачныхъ соединеній, другіе же вызываютъ болѣе сильный распадъ, образуя индолъ, скатолъ, меркаптаны, кислоты жирнаго ряда, водородъ, метанъ, сѣроводородъ и пр. [2]).

Наблюдаются различія въ процессахъ и продуктахъ распада бѣлковъ въ зависимости отъ того, совершается ли этотъ процессъ при полномъ доступѣ воздуха или при затрудненномъ. Въ первомъ случаѣ продуктовъ распада со скверным запахомъ получается мало и разложеніе идетъ глубже.

Если первыя стадіи разложенія бѣлковъ не могутъ считаться въ достаточной степени изученными, то дальнѣйшій процессъ окисленія амміачныхъ солей, носящій названіе нитрификаціи, извѣстенъ во

[1]) См. Potter, M. C. (80).

[2]) Вопросъ о выдѣленіи свободнаго азота при гніеніи пока недостаточно выясненъ. Недостаточно изучены и превращенія фосфора, о чемъ будетъ, впрочемъ, рѣчь еще ниже.

всѣхъ его подробностяхъ. По вопросу о нитрификаціи существуетъ огромная литература (90—132), что вполнѣ объясняется не только теоретическимъ, но и практическимъ интересомъ вопроса. О бактеріальномъ характерѣ нитрификаціи догадывались уже давно, но различные изслѣдователи, пользуясь обычными методами культуръ, не могли изолировать микроорганизмовъ, и порой своими работами только затемняли вопросъ. Блестящія и остроумныя изслѣдованія Виноградскаго (128—130) произвели настоящій переворотъ въ этой области, прочно установивъ какъ микроорганизмы нитрификаціи, такъ и характеръ ихъ дѣятельности. Пользуясь оригинальными методами, Виноградскій изолировалъ микробовъ нитрификаціи и доказалъ, что процессъ этотъ протекаетъ въ двѣ стадіи. Первоначально происходитъ окисленіе амміака въ азотистую кислоту, а затѣмъ окисленіе азотистой кислоты въ азотную. Каждый изъ этихъ процессовъ возбуждается особымъ микробомъ (нитритный и нитратный микробы). Нитритный организмъ представленъ въ Старомъ Свѣтѣ родомъ Nitrosomonas (его виды: europaea, javanensis, japonica, africana), а въ Новомъ — родомъ Nitrosococcus. Нитратный организмъ, болѣе или менѣе одинаковый въ различныхъ мѣстахъ, носитъ названіе Nitrobacter.

Въ почвахъ организмы нитрификаціи, по даннымъ Базаревскаго (90), находятся только въ верхнихъ слояхъ, до 10 см. глубиной. Глубже они встрѣчаются спорадически и на глубинахъ бо́льшихъ 50 см.— рѣдки. Послѣ культуры растеній на зеленое удобреніе ихъ число увеличивается и въ болѣе глубокихъ, чѣмъ 50 см., слояхъ.

На ряду съ окисленіемъ азотистыхъ соединеній въ процессахъ нитрификаціи, въ почвахъ протекаютъ и обратные процессы, т. е. процессы возстановленія азотнокислыхъ солей. При этомъ изъ солей азотной кислоты могутъ получаться соли азотистой кислоты, амміакъ, окислы азота и свободный азотъ. Всѣ эти процессы носятъ названіе денитрификаціи. Чаще, однако, подъ денитрификаціей понимается распадъ азотнокислыхъ солей съ выдѣленіемъ свободнаго азота. Выдѣленіе азота можетъ являться непосредственнымъ результатомъ работы денитрификатора, но можетъ получаться и съ помощью реакціи азотистой кислоты на аминокислоты по уравненію: $RNH_2COOH + HNO_2 = ROH.COOH + N_2 + H_2O$. Азотистая кислота въ данномъ случаѣ получается, какъ результатъ микробіологическаго возстановленія азотной кислоты.

Микробовъ денитрификаціи существуетъ нѣсколько (Bac. denitrificans, B. pyocyaneus, B. fluorescens liquefaciens и др.). Они очень распространены въ природѣ, а въ частности въ почвѣ, гдѣ, по даннымъ Базаревскаго, ихъ можно встрѣтить въ значительномъ количествѣ даже глубже 1 метра.

Путемъ денитрификаціи почва могла бы терять большія количества азота, если бы не существовало параллельно съ этимъ возможности фиксировать свободный азотъ. Процессъ фиксаціи азота совершается въ почвѣ двумя группами микроорганизмовъ: одна изъ этихъ группъ живетъ въ симбіозѣ съ бобовыми растеніями, населяя „клубеньки“ ихъ корневой системы, другая группа живетъ въ почвѣ свободно. Клубеньковыя бактеріи названы Бейеринкомъ Bac. radicicola.

Первый изъ свободно живущихъ въ почвѣ фиксаторовъ азота былъ выдѣленъ Виноградскимъ и названъ имъ, въ честь Пастера, Clostridium Pasteurianum. Этотъ организмъ возбуждаетъ въ сахаристыхъ жидкостяхъ маслянокислое броженіе, образуя масляную и уксусную кислоты, бутиловый спиртъ, водородъ и углекислоту.

Clostridium Pasteurianum принадлежитъ къ группѣ анаэробовъ, но среди фиксаторовъ азота существуютъ и аэробные микробы. Таковы открытые Бейеринкомъ Azotobacter chroococcum, Az. agile, а также Bac. asterosporus (Перотти). Нѣкоторые изслѣдователи полагаютъ, что большинство масляно-кислыхъ бактерій способно въ большей или меньшей степени фиксировать азотъ. По мнѣнію другихъ, и многіе плѣсневые грибы принадлежатъ къ фиксаторамъ азота.

Фиксированный и превращенный въ бѣлковое вещество въ тѣлѣ микроорганизма азотъ, по смерти фиксатора, вновь становится матеріаломъ для нитрификаціи.

Резюмируя все сказанное о процессахъ превращеній азотистыхъ соединеній, мы приходимъ къ заключенію, что и въ этихъ процессахъ въ конечномъ итогѣ получаются простыя соединенія: тѣ же вода и углекислота, какъ и въ случаѣ разложенія безазотистыхъ продуктовъ и, кромѣ того, азотная кислота. Конечно, послѣдняя не остается въ свободномъ состояніи, а образуетъ азотнокислыя соли.

Говоря о разложеніи органическихъ веществъ въ почвѣ, мы пока не затрагивали судьбы тѣхъ зольныхъ элементовъ, которые связаны тѣсно съ органическимъ веществомъ. Такіе элементы, какъ мы знаемъ, весьма разнообразны, и среди нихъ мы встрѣчаемъ какъ металлы, такъ и металлоиды.

Металлы щелочной и щелочноземельной группъ (K, Na, Rb, Li, Ca, Mg, Ba), при распадѣ органическаго вещества, даютъ разнообразныя соли, связывая тѣ кислоты, которыя получаются при этомъ распадѣ; металлы съ промежуточнымъ характеромъ, какъ желѣзо, также иногда даютъ соли, въ конечномъ итогѣ, однако, превращающіяся чаще всего въ гидраты окиси, а металлоиды, какъ сѣра и фосфоръ, даютъ соотвѣтственныя кислоты.

На процессахъ превращенія сѣры и фосфора мы и остановимся прежде всего.

Выше было уже отмѣчено, что при гніеніи бѣлковъ сѣра выдѣляется, главнымъ образомъ, въ видѣ сѣроводорода (отчасти меркаптановъ). Но сѣроводородъ въ природѣ можетъ получаться и другими способами, напримѣръ, путемъ возстановленія сѣрнокислыхъ солей (десульфиризація). Бейеринкомъ выдѣленъ микробъ Spirillum desulfuricans, способный возстановлять сѣрнокислыя соли. Существуютъ, повидимому, и другіе микроорганизмы, способные къ той же дѣятельности, а кромѣ того сѣроводородъ въ природѣ, по мнѣнію Виноградскаго, можетъ являться продуктомъ гидрогенизаціи сѣры водородомъ, выдѣляющимся въ различныхъ микробіологическихъ процессахъ [1]).

Съ другой стороны, въ природѣ широко распространены процессы окисленія сѣроводорода, производимые особыми группами бактерій, извѣстныхъ подъ общимъ названіемъ сѣробактерій. Весьма разнообразные по своимъ морфологическимъ признакамъ, организмы эти принимаютъ участіе въ одномъ и томъ же процессѣ. Къ сѣробактеріямъ принадлежатъ безцвѣтныя формы (Beggiatoa и др.) и пурпурныя бактеріи.

Давно уже было извѣстно, что нѣкоторые микроорганизмы содержатъ въ своихъ клѣткахъ полужидкія зернышки—капли, которыя впервые были признаны Крамеромъ (1870) за сѣру. То обстоятельство, что группа Beggiatoa встрѣчается особенно часто въ сѣрнистыхъ термахъ, гдѣ эти организмы массой покрываютъ всѣ предметы, что они накопляютъ въ своихъ клѣткахъ капли сѣры и что всюду, гдѣ они появляются наиболѣе часто, замѣтно присутствіе сѣроводорода, привело къ мысли, что они стоятъ въ какомъ-то отношеніи къ этому газу. Конъ, изслѣдуя этотъ вопросъ, нашелъ, что термальная вода Ландека въ замкнутой склянкѣ увеличиваетъ количество сѣроводорода и, наоборотъ, теряетъ свой запахъ, если жидкость вылита въ чашку. Запахъ вновь усиливается при вторичномъ перенесеніи въ запертую склянку. Изъ этихъ наблюденій онъ заключилъ, что сѣроводородъ является результатомъ дѣятельности водорослеобразныхъ организмовъ, разлагающихъ растворенныя въ водѣ сѣрнокислыя соли.

Къ совершенно инымъ заключеніямъ пришелъ Виноградскій (166—167). Онъ доказалъ, что Beggiatoa не принимаетъ участія въ возстановленіи сульфатовъ и выдѣленіи сѣроводорода и что сѣра въ плазмѣ Beggiatoa отлагается благодаря окисленію этимъ организмомъ сѣроводорода. Тотъ-же организмъ окисляетъ сѣру и дальше въ сѣрвую кислоту, для чего нуждается въ кислородѣ. Если реакція идетъ на свѣту, то развиваются зеленыя и фикохромовыя водоросли, доставляющія для Beggiatoa кислородъ, въ темнотѣ же Beggiatoa развивается на поверхности

[1]) Возможно, однако, появленіе на земной поверхности сѣроводорода неорганическаго происхожденія (вулканическіе и поствулканическіе процессы).

воды, гдѣ есть доступъ кислорода воздуха. Въ водѣ, сильно насыщенной сѣроводородомъ, Beggiatoa не живетъ. Окисленіе сѣры, по мнѣнію Виноградскаго, есть процессъ, соотвѣтствующій дыханію высшихъ организмовъ; этотъ процессъ доставляетъ сѣробактеріямъ необходимую теплоту. Такъ-же протекаетъ процессъ и у другихъ сѣробактерій.

Интересны наблюденія Егунова (162—164) надъ сѣробактеріями Одесскихъ лимановъ. На высыхающихъ береговыхъ грязяхъ и болотахъ онъ находилъ нѣжные розовые налеты иногда въ большихъ количествахъ. Культивируя сѣробактеріи въ высокихъ стаканахъ съ грязью лимановъ на днѣ, онъ наблюдалъ черезъ нѣсколько дней отъ начала постановки опыта появленіе бѣлой мути на глубинѣ 8—12 сантим.; муть располагалась въ видѣ рѣзко ограниченной пластинки. Эта пластинка состояла изъ сѣробактерій, представлявшихъ почти чистыя культуры. Организмы мѣли видъ тонкихъ спириллъ и рѣдко оказывались одночленными, чаще образовали нити изъ 7—12 завитковъ.

Появляющаяся въ культурахъ бактеріальная пластинка дѣлитъ водяной столбъ въ сосудѣ на двѣ части, изъ коихъ нижняя богата сѣроводородомъ [1]), а верхняя не содержитъ и слѣдовъ послѣдняго, и въ ней живутъ Rotatoria, Euglena и другіе представители животнаго царства. Въ послѣдующемъ развитіи все болѣе утолщающейся пластинки замѣчается распаденіе нижняго ея слоя на отдѣльные столбики, такъ что въ вертикальномъ сѣченіи получается видъ, напоминающій гребень съ зубцами. Такое распредѣленіе элементовъ пластинки, увеличивая ея поверхность, обезпечиваетъ болѣе обильное использованіе сѣроводорода, поступающаго изъ нижнихъ слоевъ жидкости. Доступъ кислорода, въ которомъ также нуждается пластинка, регулируется поднятіемъ и опусканіемъ всей пластинки. Ночью она обыкновенно опускается, а днемъ поднимается, что находится въ связи съ колебаніями температуры, обусловливающей большую или меньшую растворимость кислорода въ водѣ.

Сѣробактеріи найдены Егуновымъ также въ илѣ Чернаго моря и нѣкоторыхъ озеръ. Въ Черномъ морѣ, по мнѣнію изслѣдователя, находится также бактеріальная пластинка, такъ что этотъ водоемъ представляетъ, въ широкомъ масштабѣ, ту-же картину, что и культуры въ сосудахъ. До глубины 180 метровъ воды Чернаго моря окислорожены, а глубже идетъ сѣроводородная зона, исключающая возможность аэробной жизни.

Заслуживаютъ вниманія также наблюденія Егунова надъ образованіемъ и передвиженіемъ сѣрнистыхъ соединеній и другихъ веществъ

[1]) Въ ней находятся также амміакъ, закись желѣза, углекислота, известь, магнезія, сѣрная, сѣрнистая и сѣрноватистая кислоты, фосфорная кислота, а въ жидкости надъ пластинкой найдены сѣриая кислота и органическія вещества; амміака здѣсь присутствуютъ лишь слѣды, фосфорной кислоты нѣтъ.

въ области сѣроводородной зоны его культуръ. Интересующагося подробностями этихъ процессовъ отсылаемъ къ оригинальной статьѣ изслѣдователя.

Вопросы о круговоротѣ фосфора подъ вліяніемъ микроорганизмовъ стоятъ пока гораздо менѣе опредѣленно, чѣмъ вопросы о круговоротѣ сѣры. Можно не сомнѣваться въ томъ, что изъ нѣкоторыхъ фосфорно-органическихъ соединеній въ почвѣ образуется фосфорная кислота и даже, при нѣкоторыхъ условіяхъ, накопляются довольно замѣтныя количества фосфорнокислыхъ солей (вивіанитъ въ болотныхъ почвахъ), но какъ получается фосфорная кислота, каковы стадіи расщепленія фосфорно-органическихъ соединеній до полученія фосфорной кислоты, остается неизвѣстнымъ.

Что въ разложеніи фосфорно-органическихъ соединеній въ почвахъ (фитины, нуклеопротеиды и пр.) и особенно въ мобилизаціи фосфорной кислоты принимаютъ участіе микроорганизмы, явствуетъ изъ новѣйшихъ работъ Стоклазы (171) [1]). Микроорганизмы, выдѣляющіе кислоты, способствуютъ тѣмъ самымъ переводу нерастворимыхъ фосфатовъ въ растворимые, т. е. дѣлаютъ подвижными соединенія фосфорной кислоты. Этому процессу вообще способствуетъ кислотность почвы, чѣмъ объясняется, между прочимъ, эффектъ дѣйствія фосфоритовъ на подзолистыхъ почвахъ.

Съ другой стороны, изъ опытовъ Северина (170) можно заключить, что нѣкоторые микроорганизмы способны связывать легко подвижные фосфаты и превращать ихъ въ фосфорно-органическія соединенія.

Превращенія соединеній желѣза (частью и марганца) совершаются также нерѣдко при помощи микроорганизмовъ, составляющихъ особую, высоко развитую группу бактерій, получившихъ названіе желѣзобактерій. По изслѣдованіямъ Виноградскаго (175), процессъ превращенія закисныхъ соединеній въ окисныя при содѣйствіи желѣзобактерій представляетъ аналогію съ окисленіемъ сѣроводорода бактеріями. Онъ нашелъ, что безцвѣтныя живыя нити этихъ организмовъ въ водѣ, свободной отъ закисныхъ солей желѣза, не окрашиваются и что, наоборотъ, желтая или бурая окраска появляется очень скоро, если прибавлены таковыя соли. Онъ указалъ далѣе, что оболочка въ водѣ, содержащей углежелѣзистую соль, бурѣетъ только въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ внутри оболочки находятся еще живыя клѣтки. Слѣдуетъ поэтому заключить, что отложеніе гидрата окиси желѣза происходитъ благодаря жизненному процессу клѣтокъ, какъ это раньше принималъ Конъ, а не представляетъ, какъ думалъ Цопфъ, чисто механическаго процесса. Виноградскій нашелъ также, что Leptothrix ochracea не растетъ вообще безъ закисныхъ соединеній желѣза, и что послѣднія не могутъ быть замѣнены окисными солями. Дѣятельности желѣзобактерій слѣдуетъ приписать, по всей вѣро-

[1]) См. также Perotti, A. (169), Душечкинъ, А. (168).

ятности, и образованіе нѣкоторыхъ желѣзныхъ рудъ въ природѣ, принадлежащихъ къ типу дериовыхъ, озерныхъ и болотныхъ.

Нѣкоторые изъ выводовъ Виноградскаго оспаривались позже Молишемъ (174), который нашелъ, что бурая окраска оболочекъ желѣзобактерій зависитъ не исключительно отъ соединеній желѣза, но и отъ другихъ веществъ. По его изслѣдованіямъ, Leptothrix ochracea можетъ развиваться хорошо и въ отсутствіи закисныхъ солей желѣза, и что, поэтому, окисленіе солей желѣза ие представляетъ необходвмаго жизненнаго процесса, какъ полагалъ Виноградскій; накопленіе его аналогичио накоплению кремиезема въ стебляхъ злаковъ. Молишъ оспариваетъ также и соображенія Виноградскаго о способѣ перехода окисловъ желѣза въ оболочку. Виноградскій полагалъ, что закись желѣза захватывается клѣтками и превращается въ растворимое соединеніе, а затѣмъ уже изъ клѣтки выдѣляется въ оболочку въ видѣ гидрата окиси. Несогласіе Молиша въ данномъ случаѣ является, конечно, логическимъ слѣдствіемъ его отрицанія жизненности въ процессѣ накопленія желѣза. Интересно наблюденіе Молиша о способности желѣзобактерій накоплять и окислы марганца въ своихъ оболочкахъ. Накопленіе это можетъ итти такъ далеко, что нити Leptothrix достигаютъ 5—10 μ. въ ширину. Такимъ образомъ и при накопленіи окисловъ марганца идетъ не менѣе мощное развитіе и расширеніе стѣнокъ, чѣмъ при накопленіи окисловъ желѣза.

Молишъ изслѣдовалъ, наконецъ, цѣлый рядъ образцовъ желѣзныхъ рудъ съ цѣлью рѣшить вопросъ о размѣрахъ того участія, которое принимаютъ въ процессахъ рудообразованія желѣзобактеріи. Изъ 34 изслѣдованныхъ пробъ только три оказались содержащими желѣзобактеріи.

Подводя итоги дѣятельности почвенныхъ микроорганизмовъ на основаніи всѣхъ сообщенныхъ данныхъ, мы видимъ, какъ разнообразна эта дѣятельность, какія сложныя химическія реакціи протекаютъ въ почвѣ съ помощью ея бактеріальнаго иаселенія. Принимая во вниманіе тѣ огромныя количества микроорганизмовъ, которыя населяютъ верхніе горизонты почвы (см. ниже), мы въ состояніи оцѣнить всю грандіозность работы микробовъ, направленную на превращеніе отбросовъ органической жизни въ новыя питательныя вещества, служащія для продолжевія той же жизни.

Конечные продукты микробіологическаго распада органическаго вещества, какъ мы видѣли, чрезвычайно просты: это вода, углекислота, азотная, сѣрная, фосфорная кислоты. Ихъ всѣхъ перечисленныхъ кислотъ только угольной кислоты получаются такія количества, которыя не могутъ быть связаны основаніями, освобождающимися какъ въ распадѣ органическаго вещества, такъ и въ процессахъ вывѣтриванія, а потому значительная часть углекислоты остается въ свободномъ видѣ, что же касается остальныхъ кислотъ, то онѣ въ свободномъ состояніи не остаются,

а образуютъ соли. Слѣдовательно, въ итогѣ полнаго распада органическаго вещества получаются вода, углекислота и различныя соли, въ томъ числѣ и хлористыя, ибо хлоръ входитъ въ составъ зольныхъ элементовъ растительныхъ тканей. Однако, на самомъ дѣлѣ полнаго распада органическаго вещества въ почвѣ никогда не получается, во-первыхъ, потому, что, какъ мы видѣли, нѣкоторыя группы органическихъ соединеній очень слабо поддаются дѣйствію микробовъ, какъ, напр., смолы, воскообразныя вещества, пентозаны и пр., а во-вторыхъ и потому, что для полной минерализаціи органическаго вещества нуженъ постоянный притокъ кислорода воздуха, что въ почвѣ бываетъ очень рѣдко. Поэтому, нужно ожидать, что кромѣ перечисленныхъ выше, слабо разрушающихся, соединеній, въ почвахъ должны удерживаться, хотя бы временно, различные промежуточные продукты распада какъ безазотистыхъ, такъ и азотистыхъ соединеній. Вся совокупность этихъ веществъ и должна составлять то, что называется почвеннымъ перегноемъ или гумусомъ.

Химическій составъ гумуса.

Ознакомившись съ процессами разложенія органическаго вещества и съ результатами этихъ процессовъ, естественно перейти къ ознакомленію съ составомъ и свойствами почвеннаго гумуса.

Изученіе химической природы почвеннаго перегноя началось уже на рубежѣ XIX столѣтія, хотя о нѣкоторыхъ его свойствахъ и его значеніи въ вопросахъ питанія трактовалось и раньше. Къ химическому составу гумуса подходили съ двухъ сторонъ: путемъ изслѣдованія природнаго гумуса и путемъ изученія искусственныхъ, похожихъ на гумусъ, веществъ, получавшихся дѣйствіемъ минеральныхъ кислотъ или щелочей на углеводы. Въ числѣ первыхъ изслѣдователей природнаго гумуса укажемъ на имена Соссюра (226), Шпренгеля (237) и Берцеліуса (188).

Полидоръ Буллай и Малагути (1836) были первыми экспериментаторами, штудировавшими дѣйствіе минеральныхъ кислотъ на углеводы и описывавшими получающіяся этимъ путемъ вещества.

За этими первыми изслѣдователями идетъ длинный рядъ другихъ, среди которыхъ имѣются и очень крупныя имена. Мы отмѣтимъ здѣсь Мульдера (214), Германа (199), Симона (240), Детмера (192′), Эггерца (196), Сестини (233′), Фрю, Конрада и Гутцейта, Гоппе-Зейлера, Бертло и Андрэ (187), Эйхгорна Состеньи (236).

Останавливаться въ настоящее время сколько-нибудь подробно на работахъ всѣхъ этихъ изслѣдователей едва-ли есть надобность, такъ какъ онѣ, въ сущности, нисколько почти не подвинули впередъ вопроса о со-

ставѣ гумуса, и до послѣднихъ лѣтъ гумусъ, по справедливому выраженію von Ollech'a (217), продолжалъ оставаться „chemicorum crux et scandalum".

Тѣмъ не менѣе необходимо отмѣтить, что соединенными усиліями многихъ изслѣдователей въ составѣ гумуса были выдѣлены различныя группы соединеній, которыя очень многими считались химическими индивидами. Такъ, было замѣчено, что если дѣйствовать на почву, содержащую гумусъ, соляной кислотой, а затѣмъ ѣдкой щелочью, или сразу углекислой щелочью (растворомъ соды), то значительная часть почвеннаго гумуса переходитъ въ растворъ. То, что переходило въ растворъ, считалось кислотной частью перегноя, а нерастворимый остатокъ — индифферентной частью. Въ этой послѣдней нѣкоторые изслѣдователи различали два тѣла: ульминъ—бураго цвѣта и гуминъ—чернаго; другіе полагали, что индифферентная часть гумуса слагается однимъ гуминомъ. Въ кислотной части выдѣляли ульминовую и гуминовую кислоты (или только одну гуминовую), а кромѣ нихъ еще апокреновую (или осадочно-ключевую) и креновую (или ключевую) кислоты.

Обособить всѣ эти „кислоты" можно слѣдующими операціями: почву настаиваютъ съ растворамъ соды до тѣхъ поръ, пока этотъ растворъ не перестанетъ окрашиваться. Полученную бурую или почти черную жидкость обрабатываютъ соляной кислотой, при чемъ осаждается темно-бурая хлопьевидная масса, дающая объемистый осадокъ. Эта масса, послѣ промыванія и высушиванія, сильно сокращается въ объемѣ и становится почти черной, блестящей. Эта то масса, почти нерастворимая въ водѣ, и называлась гуминовой кислотой.

Если, осадивъ гуминовую кислоту изъ щелочнаго раствора соляной кислотой, отцѣдить прозрачный фильтратъ, то въ немъ будетъ содержаться апокреновая кислота. Для ея выдѣленія поступаютъ слѣдующимъ образомъ: усредняютъ избытокъ соляной кислоты ѣдкимъ кали, прибавляютъ уксусной кислоты и осаждаютъ растворомъ уксусно-кислой мѣди. Полученный грязно-сѣрый осадокъ отфильтровываютъ, промываютъ, затѣмъ, снявъ съ фильтра, взбалтываютъ въ водѣ и обрабатываютъ сѣроводородомъ. Сѣрнистая мѣдь осаждается, а въ фильтратѣ остается апокреновая кислота. Если затѣмъ къ зеленой жидкости, отъ которой отдѣленъ грязнобурый осадокъ апокреиовой кислоты съ мѣдью, прибавить въ избыткѣ уксуснокислой мѣди и вслѣдъ за ней приливать по каплямъ амміакъ, то образуется травяно-зеленый осадокъ, содержащій креновую кислоту и мѣдь. Отфильтровавъ осадокъ и быстро его промывъ, взмучиваютъ промытый осадокъ въ водѣ и, какъ въ предыдущемъ случаѣ, обрабатываютъ его сѣроводородомъ. Въ осадокъ выпадаетъ сѣрнистая мѣдь, а въ жидкости остается свободная креновая кислота, имѣющая сильную кислую реакцію. Прн выпариваніи

кислаго фильтрата въ безвоздушномъ пространствѣ получается безцвѣтная аморфная креновая кислота.

Всѣ эти отдѣльныя „кислоты“ изучались: опредѣлялась ихъ растворимость, изслѣдовались образуемыя ими соли, дѣлались попытки установить химическія формулы этихъ кислотъ, но всѣ эти попытки были безрезультатны, такъ какъ никому изъ изслѣдователей не удавалось получать кристаллическихъ веществъ, а слѣдовательно всегда оставалось нѣкоторое сомнѣніе въ однородности тѣхъ веществъ, которыя подвергались изученію, и подозрѣніе, что гуминовая, креновая и апокреновая кислоты не представляютъ химическихъ индивидовъ, а являются смѣсями различныхъ тѣлъ.

Особо слѣдуетъ остановиться на тѣхъ работахъ, которыя пытались выяснить отношеніе азота къ веществамъ гумуса, такъ какъ нѣкоторыя изъ этихъ работъ подходили вмѣстѣ съ тѣмъ и къ вопросу о химической конституціи веществъ гумуса.

Еще въ старыхъ работахъ мы находимъ указанія на способность гуминоной кислоты поглощать азотъ[1]). Позже Дегеренъ нашелъ, что гумусъ изъ стараго дерева и ульминовая кислота изъ пахатной земли, находясь въ растворѣ ѣдкаго кали, способны поглощать азотъ. Опыты Симона (1875 г.) показали, что поглощаемый гуминовой кислотой азотъ превращается въ амміачвыя соединенія. Въ 1881 г. вопросъ объ отношеніяхъ азота къ гуминовой кислотѣ затрагиваетъ работа Тархова (247). Опыты производились отчасти съ торфомъ, который, послѣ опредѣленія въ немъ количества азота, приводился въ соприкосновеніе съ растворами амміачныхъ солей, отчасти съ искусственно полученнымъ изъ сахара веществомъ, похожимъ на гуминовую кислоту. И тѣ, и другіе опыты привели автора къ заключенію, что соединившійся съ гуминовой кислотой амміакъ не остается въ качествѣ такового, а превращается въ другое азотистое соединеніе, но не въ азотную кислоту; въ невысушенной гуминовой кислотѣ это превращеніе совершается только отчасти, а при высушиваніи ея почти весь амміакъ переходитъ въ другую форму: тоже наблюдается и по отношенію къ торфу. Работа Тархова хотя и не рѣшаетъ вопроса о формѣ соединеній азота съ гумусомъ, однако впервые намѣчаетъ способность гумуса превращать мало устойчивыя азотистыя соединенія въ болѣе устойчивыя.

Въ восьмидесятыхъ годахъ Бертло и Андре (187) принимали, что въ почвахъ заключаются амиды, а еще позже отмѣчали, что амидообразныя вещества почвы принадлежатъ двумъ группамъ, разлагающимся не одинаково скоро, и что вообще азотъ находится въ почвенномъ гумусѣ въ разныхъ формахъ [2]).

[1]) Sprengel (237), Hermann (199).

[2]) По вопросу объ азотѣ см. также Udranszky (250), Loges (210), Sestini, F. (233).

О прочномъ связываніи азота гуминовой кислотой говорилъ, на основаніи опытныхъ данныхъ, и Эггерцъ (196).

Болѣе полный отвѣтъ на вопросъ о томъ, въ какихъ формахъ азотъ входитъ въ составъ гуминовой кислоты, находимъ въ работѣ Дояренко (194); послѣдній получалъ изъ различныхъ черноземныхъ почвъ гуминовую кислоту съ помощью 10% раствора Na_2CO_3 и отчасти амміака. Свѣжая гуминовая кислота кипятилась въ слабой соляной кислотѣ и, по усредненіи ѣдкимъ кали до слабо кислой реакціи, въ колбу вносилась въ избыткѣ MgO, при чемъ получавшійся амміакъ отгонялся въ титрованную сѣрную кислоту. Послѣ отгонки титрованный растворъ нагрѣвался до кипѣнія для удаленія углекислоты. Одновременно въ другой порціи опредѣлялся азотъ амміачный, но количество его оказывалось всегда ничтожнымъ. Опредѣленія амиднаго азота дали слѣдующіе результаты:

		Среднее изъ 2 опред.
Черноземъ	Нижегородской губ. . . .	0,31%
„	Тульской губ.	0,41
„	„ „	0,48
„	Самарской губ.	0,29
„	„ „	0,32
„	Полтавской губ.	0,27
„	Харьковской губ. . . .	0,22

Далѣе Дояренко опредѣлялъ содержаніе въ тѣхъ же гуминовыхъ кислотахъ азота аминокислотнаго, пользуясь методомъ Бёмера. Этотъ методъ заключается въ дѣйствіи на растворы, содержащіе аминокислоты, азотистой кислоты. При этомъ азотъ аминокислоты выдѣляется въ свободномъ видѣ, и такое же количество азота выдѣляется изъ азотистой кислоты, согласно уравненію:

$$RNH_2\ COOH + HNO_2 = ROH.\ COOH + 2\ N + H_2O.$$

Для опредѣленія аминокислотнаго азота служили тѣ порціи гуминовой кислоты, изъ которыхъ былъ уже удаленъ амидный азотъ. Результаты получились слѣдующіе:

		Азотъ аминокислотъ. Среднее изъ 2 опредѣл.
Чериоземъ	Нижегородской губ.	1,34%
„	Тульской губ.	1,81
„	„ „	1,01
„	Самарской губ.	1,30
„	„ „	2,34
„	Полтавской губ.	1,26
„	Харьковской губ.	1,96

Что касается общаго содержанія азота въ изслѣдованныхъ образцахъ гуминовой кислоты, то оно колебалось между 2,64 и 4,58%.

Сопоставляя эти величины съ полученными для азота амидовъ и аминокислотъ, нетрудно видѣть, что далеко не весь азотъ гуминовой кислоты входитъ въ ея составъ въ качествѣ амидовъ, аминокислотъ и амміака. Въ какомъ видѣ находится этотъ остальной азотъ, осталось невыясненнымъ.

Получивъ сообщенные выше результаты, Дояренко задался цѣлью выяснить, какъ протекаетъ процессъ поглощенія гуминовой кислотой азота, какія соединенія и въ какой послѣдовательности при этомъ получаются. Въ своихъ опытахъ онъ оперировалъ частью съ естественной гуминовой кислотой, частью съ искусственнымъ продуктомъ, напоминающимъ гуминовую кислоту. Кислоты употреблялись въ сухомъ и влажномъ состояніяхъ, въ качествѣ источниковъ азота служили 10% растворы $(NH_4)_2\ SO_4$ (для обѣихъ порцій) и $(NH_4)_2\ CO_3$ для сухой кислоты. Опыты дали слѣдующіе результаты для искусственнаго продукта:

	Общее содержаніе азота		
	$(NH_4)_2\ SO_4$		$(NH_4)_2\ CO_3$
	Сухая гум. кисл.	Свѣж. гум. кисл.	Сухая гум. кисл.
1 сутки	0,26	0,38	0,45
2 сутокъ	0,33	—	—
Семь сутокъ	—	0,41	—
Мѣсяцъ	0,40	0,41	0.43
„ и 1 сутки	—	—	0,49

Дальнѣйшее изслѣдованіе показало, что почти весь азотъ, поглощенный гуминовой кислотой, содержался въ ней въ видѣ амидовъ. Тѣ же результаты получились и при опытахъ съ естественной гуминовой кислотой, какъ это ясно видно изъ нижеслѣдующей таблицы:

Условія опыта	На 100 гр. вещества		
	Поглощ. N въ грамм.	N вновь образ. амидовъ	Разница.
1 сутки съ 0.5% $(NH_4)_2\ SO_4$ . .	0,21	0,17	0,04
2 „ „ „ . .	0,36	0,31	0,05
Мѣсяцъ „ „ . .	0,72	0,66	0,06
1 сутки съ 10% „ . .	0,63	0,57	0,06
2 „ „ „ . .	0,75	0,70	0,05
Мѣсяцъ „ „ . .	1,14	1,06	0,08
2 сутокъ съ 30% „ . .	0,85	0,73	0,12

Jodidi (208), обрабатывая торфъ водой, а затѣмъ соляной и сѣрной кислотами, переводилъ въ растворъ до 40—60% азота. Изъ этого количества было опредѣлено:

Амміачнаго азота	2,52
Амиднаго азота	26,80
Діаминокислотн. азота	5,00
Моноаминокислотн. азота	65,68

Въ результатѣ своихъ изслѣдованій авторъ приходитъ къ заключенію, что большая часть азота гумуса содержится въ формѣ амидовъ и аминокислотъ [1]). Съ чѣмъ связана меньшая часть азота, осталось, какъ и въ работахъ Дояренко, невыясненнымъ.

Параллельно съ изученіемъ вопроса о формахъ азотистыхъ соединеній шло и изслѣдованіе зольныхъ элементовъ почвеннаго гумуса. Цѣлый рядъ изслѣдователей отмѣчалъ въ своихъ работахъ, что зольные элементы гумуса не осаждаются тѣми обычными реактивами, какіе осаждаютъ ихъ изъ растворовъ, что сѣра содержится въ гумусѣ не въ видѣ сѣрной, а фосфоръ ие въ видѣ фосфорной кислотъ. Такимъ образомъ оказывалось, что зольные элементы гумуса не насыщаютъ его кислотъ съ образованіемъ солей и сами не образуютъ кислотъ. Впервые Густавсонъ (206) гипотетически высказался о формахъ соединеній *зольныхъ элементовъ въ гуминовой кислотѣ слѣдующимъ образомъ*: „Такъ какъ соединенія гумусоваго вещества съ элементами минеральныхъ солей *не разлагаются щелочами*, то *можно сдѣлать* слѣдующее *предположеніе* о химической натурѣ этихъ соединеній. Есть вѣроятность, что гумусовое вещество чернозема содержитъ, кромѣ кислотныхъ водныхъ остатковъ, и спиртовые, водородъ которыхъ можетъ быть замѣщенъ металлами со слабымъ кислотнымъ характеромъ, какъ, напримѣръ, желѣзомъ, алюминіемъ. Въ золѣ гумусоваго вещества находятся въ значительномъ количествѣ именно эти многоатомные металлы и они могутъ являться связующими звеньями между остальной минеральной частью минеральнаго соединенія (фосфорная кислота, кремневая кислота, частью насыщенныя другими основаніями) и органическимъ веществомъ. Подобное соединеніе не должно разложиться щелочами, потому что водородъ спиртовыхъ водвыхъ остатковъ не можетъ замѣщаться радикалами съ щелочиымъ характеромъ, и это находится въ соотвѣтствіи съ фактами.“

Напоминаемъ здѣсь указаніе Гоппе-Зейлера (16), согласно которому нещества гумуса съ КНО и водой при 200° Ц. даютъ, между прочимъ, протокатехиновую, т. е. одну изъ діоксибензойныхъ кислотъ состава $C_6H_3(HO)_2COOH$, гдѣ имѣются фенольные воцные остатки. Прибавимъ къ сказанному, что, по мнѣнію Рейнитцера (219), въ гуминовой кислотѣ присутствуетъ или альдегидная группа, или гидроксильная, какъ въ фенолѣ, или та и другая. Такое предположеніе основано на способности гуминовой кислоты возстановлять феллинговъ-реактивъ.

Такова краткая исторія изученія гумусовыхъ кислотъ и попытокъ проникнуть въ химическую конституцію веществъ гумуса. Подробнѣе

---

[1]) См. также Valmari. Abh. der Agrik.-Wissensch. Gesellsch. in Finnland. 1912, H. 3.

останавливаться на работахъ всѣхъ перечисленныхъ выше авторовъ, какъ и другихъ, не названныхъ въ предыдущемъ взложеніи, мы не можемъ, да едва-ли это теперь представляется существенно-необходимымъ[1]). Въ послѣдніе годы завѣса, скрывавшая отъ насъ химическую природу гумуса, значительно приподнята, и есть основаніе полагать, что немного времени потребуется для того, чтобы дать стройное ученіе о химизмѣ гумусовыхъ веществъ и связать этотъ химизмъ съ химизмомъ микробіологическихъ процессовъ въ почвѣ.

Однако, раньше чѣмъ мы будемъ говорить о новѣйшихъ, преимущественно американскихъ, работахъ, разъясняющихъ химическую природу гумуса, необходимо отмѣтить еще одно направленіе въ изученіи гумуса, направленіе, клонившееся къ ниспроверженію теоріи гумусовыхъ кислотъ.

Еще въ 1888 г. фанъ Беммеленъ (185), говоря о зависимости поглотительной способности почвъ отъ почвенныхъ коллоидовъ, попутно поставилъ или намѣтилъ рядъ другихъ вопросовъ, на которые въ то время обратили сравнительно мало вниманія, такъ какъ изслѣдованія въ области коллоидной химіи тогда только еще начинались, несмотря на то, что самое понятіе о коллоидахъ было введено въ химію въ началѣ шестидесятыхъ годовъ[2]). Среди вопросовъ, выдвинутыхъ фанъ Беммеленомъ, былъ и вопросъ о почвенномъ гумусѣ. По отношенію къ послѣднему изслѣдователь вполнѣ опредѣленно подчеркивалъ, что зольные элементы, входящіе въ составъ гумуса, образуютъ тамъ не какія-либо опредѣленныя химическія, а такъ называемыя „поглотительныя соединенія“, что растворы гуминовой кислоты въ щелочахъ являются псевдорастворами, ибо ничтожнаго количества щелочи достаточно для того, чтобы перевести гуминовую кислоту въ растворъ, что осадки гуминовой кислоты, получаемые съ помощью солей кальція, также не могутъ быть разсматриваемы, въ строгомъ смыслѣ, какъ кальціевые гуматы, такъ какъ опять таки небольшихъ количествъ известковыхъ солей достаточно, чтобы заставить коагулировать гуминовую кислоту. Поглощенный амміакъ, по его мнѣнію, также не образуетъ обыкновеннаго химическаго соединенія, хотя свойства, принадлежащія амміаку, въ значительной степени утрачены. Правда, нѣсколько дальше фанъ Беммеленъ оговаривается слѣдующей фразой: „можетъ ли существовать собственно химическое соединеніе между гуминовой кислотой и окисью металла и какое, или не скрыто ли химическое соединеніе въ коллоидномъ комплексѣ, этого мы до сихъ поръ не можемъ установить“.

[1]) Подробнѣе о нѣкоторыхъ работахъ см. первое изданіе этой книги, а также Baumann und Gully (182, 183) и, частью Жолцинскій. Русскій почвовѣдъ, 1914.

[2]) Graham. Proceed. of the Roy. Soc. 1861 and 1864.

Нѣсколько позже въ своей работѣ о составѣ и образованіи соединеній желѣза въ болотахъ фанъ Беммеленъ говоритъ въ примѣчаніи, что термины: гуматы, ульматы и т. д. не должны болѣе употребляться, а слѣдуетъ ввести термины: золи и гели, напримѣръ, гумусно-желѣзистый гидрозоль, гумусно-желѣзистый гидрогель. Названія: гуминовая кислота, ульминовая кислота, апокреновая кислота и т. д. обозначаютъ неопредѣленные комплексы коллоидальныхъ веществъ.

Еще позже, говоря объ явленіяхъ „абсорпціи“ (или „адсорпціи“, какъ стали выражаться затѣмъ), фанъ Беммеленъ вновь подчеркиваетъ, что „поглотительныя соединенія“ не представляются химически опредѣленными соединеніями и что абсорпція не есть химическое связываніе. Въ той-же работѣ авторъ отмѣчаетъ способность гелей при абсорпціи вызывать гидролизъ солей, даже съ сильными основаніями и кислотами, и по отношенію къ коллоиднымъ веществамъ гумуса напоминаетъ о ихъ способности разлагать въ небольшомъ количествѣ хлористый аммоній, карбонаты, фосфаты и бораты, при чемъ образуются кислыя соли и поглощается основаніе. На этой способности гумусовыхъ веществъ мы остановимся еще въ главѣ о вывѣтриваніи, а потому пока подробнѣе на эту тему распространяться не будемъ.

Прежде чѣмъ итти дальше въ вопросѣ о коллоидныхъ свойствахъ гумуса, отмѣтимъ здѣсь, что далеко не всѣ изслѣдователи стоятъ на точкѣ зрѣнія фанъ Беммелена по отношенію къ поглотительнымъ соединеніямъ. Такъ Робертсонъ[1]), разсматривая критически тѣ положенія, которыя установлены фанъ Беммеленомъ и Оствальдомъ по отношенію къ явленіямъ абсорпціи, приходитъ къ выводу, что всѣ эти положенія относятся въ равной мѣрѣ и къ опредѣленнымъ химическимъ соединеніямъ, и что поэтому поглотительныя соединенія могутъ быть разсматриваемы въ качествѣ опредѣленныхъ химическихъ соединеній. Фонъ Веймарнъ[2]) высказываетъ мысль, что въ дѣйствительности не существуетъ никакихъ коллоидально-химическихъ соединеній, и уклоненіе отъ закона стехіометрическихъ отношеній (которое въ этихъ комплексахъ замѣчается) обусловливается тѣмъ, что въ системахъ, которыя именуются коллоидально-химическими соединеніями, мы имѣемъ дѣло съ болѣе или менѣе тонкими физическими смѣсями, состоящими изъ нѣсколькихъ химическихъ соединеній, подчиненныхъ законамъ стехіометрнческихъ отношеній. Очень часто эти вполнѣ опредѣленныя химическія соединенія находятся въ состояніи превращенія въ другія, болѣе постоянныя соединенія“. Ossian Aschan, изучая свойства гумусовыхъ веществъ (гумусовыхъ золей), находящихся въ составѣ

[1]) Robertson. Kolloid.-Zeitschr., B. III, H. 9, 1908.
[2]) Von Weimarn. Kolloid.-Zeitschr., B. IV, H. 5, 1909.

сѣверныхъ прѣсныхъ водъ, приходитъ къ заключенію, что гуматы образуются благодаря химическимъ реакціямъ.

Идеи фанъ Беммелена развивались, однако, дальше, въ большой работѣ Бауманна и Гулли (183). Основнымъ выводомъ этой работы является сомнѣніе въ томъ, что гумусовыя кислоты дѣйствительно представляются кислотами. Доводы, приводимые Бауманномъ и Гулли въ подтвержденіе своихъ сомнѣній таковы: 1) гумусовыя вещества суть коллоиды и, въ качествѣ таковыхъ, даютъ поглотительныя соединенія. Отсюда слѣдуетъ, что такъ называемые гуматы не являются солями: они не обнаруживаютъ характерныхъ свойствъ металлическихъ солей, а именно цвѣта и іонной реакціи: желѣзные гуматы не зеленые и не желтые, мѣдные гуматы не зеленые и не голубые; въ желѣзномъ гуматѣ нельзя обнаружить желѣзо дѣйствіемъ красной соли; 2) растворы гуминовой кислоты не обнаруживаютъ электропроводности; 3) гуминовая кислота способна вступать въ соединенія и съ кислотами, и съ основаніями.

Мы не будемъ останавливаться здѣсь на критикѣ положеній Бауманна и Гулли, а о сдѣланныхъ имъ съ разныхъ сторонъ возраженіяхъ скажемъ ниже, но не можемъ не отмѣтить наличности во всей постановкѣ вопроса логической ошибки. Коллоидальность вещества ничуть не говоритъ о принадлежности этого вещества къ той или иной химической группѣ. Если вещество коллоидально, то отсюда отнюдь не слѣдуетъ вывода, что это вещество не можетъ быть въ тоже время и кислотой. Коллоиды извѣстны и въ группѣ кислотъ, и въ группѣ основаній, и въ группѣ солей, и, повидимому, всякое вещество можно получить въ коллоидномъ состояніи при опредѣленныхъ условіяхъ.

Мы вовсе не хотимъ отрицать того положенія, что вещества гумуса являются коллоидами. Напротивъ, это положеніе можетъ въ настоящее время считаться совершенно опредѣленно установленнымъ, но сдѣлать изъ него тѣ выводы, которые сдѣланы Бауманномъ и Гулли, нельзя.

Новѣйшія изслѣдованія Густава Фишера (198) позволили ему сдѣлать заключеніе, что гумусовые коллоиды представляются чрезвычайно тонкочастичными, ибо при ультрафильтраціи они проходятъ отчасти черезъ 7,5% ультрафильтръ. Сухой остатокъ, получающійся при выпариваніи гумусоваго золя, у большинства почвъ представляетъ необратимый коллоидъ. Ультрамикроскопически были замѣчены зеленовато-желтыя (частью желто-красныя) частицы. Кромѣ поляризаціи свѣта была констатирована флюоресценція. Свѣтовой конусъ былъ совершенно не разложимъ. На основаніи различныхъ наблюденій можно сказать, что гумусовые коллоиды близки по свойствамъ къ нѣкоторымъ органическимъ краскамъ. Мы приводимъ пока эти выводы изъ работы Фишера, къ которой намъ придется еще возвратиться впослѣдствіи,

чтобы подчеркнуть, что коллоидальность многихъ веществъ гумуса стоитъ внѣ сомнѣній.

Работа Бауманна и Гулли вызвала цѣлый рядъ весьма существенныхъ выраженій со стороны Ринделля (221), Такке и Зюхтинга (246), Эренберга (197), Свенъ Одена (216), а частью и Фишера. Риндель отмѣчаетъ, между прочимъ, что электропроводность гуминовой кислоты ничуть не меньше электропроводности миллинормальныхъ растворовъ уксусной кислоты или углекислоты. Такке и Зюхтингъ выражаютъ свои несогласія съ Бауманномъ и Гулли въ 20 положеніяхъ, изъ коихъ мы отмѣтимъ слѣдующія:

1) Крахмалъ, какъ коллоидъ, не способствуетъ растворенію P_2O_5 изъ $Ca_3(PO_4)_2$, тогда какъ гумусовые коллоиды вызываютъ раствореніе.

2) Крахмалъ и клѣтчатка не выдѣляютъ уксусной и минеральныхъ кислотъ изъ ихъ солей, какъ это дѣлаютъ вещества гумуса.

3) Синяго окрашиванія смѣси іодистаго калія, іоднокислаго калія и крахмальнаго клейстера нейтральные коллоиды не вызываютъ, а гумусъ вызываетъ.

4) Торфъ (гумусъ) инвертируетъ сахарозу, выдѣляетъ съ металлическимъ желѣзомъ водородъ.

Не останавливаясь на другихъ возраженіяхъ Бауманну и Гулли, отмѣтимъ лишь, что въ упомянутой работѣ Фишера кислотность гумуса была непосредственно измѣрена путемъ опредѣленія концентраціи водородныхъ іоновъ.

Въ возраженіяхъ теперь уже нѣтъ, въ сущности, и надобности, такъ какъ новѣйшія работы доказали присутствіе въ составѣ гумуса довольно разнообразныхъ кислотъ. Къ этимъ работамъ мы теперь и переходимъ.

Суцуки (244) первому удалось при помощи Фишеровскаго метода этерификаціи изолировать изъ гумуса моно- и діаминокислоты, а именно:

Аланинъ или аминопропіонов. к-та.	$[CH_3CH(NH_2)]COOH$
Лейцинъ „ аминокапронов. „	$[CH_3(CH_2)_3CH(NH_2)COOH$
Аспарагинов. к-та или аминоянтарная.	$[CH(NH_2)COOHCH_2COOH]$
Глутаминовая к-та	$(CH_2)_2CH.NH_2(COOH)_2$
Тирозинъ или оксифенилъ-амино-пропіоновая к-та	$[C_6H_4(HO)CH\,NH_2COOH$

Затѣмъ Робинзонъ (223), пользуясь тѣми же методами, выдѣлилъ изъ торфа лейцинъ, изолейцинъ, которые можно разсматривать, какъ типичные продукты распада бѣлковыхъ веществъ.

Особенно много соединеній было выдѣлено Шрейнеромъ и Шорей (Shorey), отчасти въ сотрудничествѣ съ Sullivan'омъ, Skinner'омъ и Lathrop'омъ (228—232, 243, 235).

Шрейнеръ и Шорей получали изъ почвы растворимый гумусъ съ помощью 2% раствора ѣдкаго натра. При этомъ оставалась нераство-

ренной часть гумуса, соотвѣтствовавшая 24,1% всего количества углерода, содержавшагося въ почвѣ. Въ растворѣ, слѣдовательно, было свыше 75% углерода. Этотъ растворъ обрабатывался затѣмъ соляной кислотой, при чемъ выпала изъ раствора та часть гумуса, которая называлась гуминовой кислотой. Въ ней содержалось 36,6% углерода. Фильтратъ оставшійся послѣ выпаденія „гуминовой кислоты", содержалъ дигидростеариновую кислоту, пиколинъ-карбоновую кислоту, ксантинъ, гипоксантинъ, цитозинъ, гистидинъ, аргининъ и пентозаны [1]). „Гуминовая кислота" нагрѣвалась съ алкоголемъ, при чемъ перешло въ растворъ 21,2% углерода. Нерастворимый остатокъ обрабатывался петролейвымъ эфиромъ, въ которомъ не растворились смоляныя кислоты и эфиры этихъ кислотъ. Въ растворѣ были найдены: моногидростеариновая кислота, кислоты парафиновая, лигноцериновая, агроцериновая, глицериды (жиры), агростеринъ, фитостеринъ. Кромѣ того, были найдены энтріаконтанъ, метоксилъ и креатининъ. Позже тѣ же изслѣдователи выдѣлили еще щавелевую кислоту [2]), янтарную, акриловую, сахариновую, лизинъ, аденинъ, холинъ триметиламинъ, салициловый альдегидъ, маннитъ, рамнозу, тіобензалдегидъ, нуклеиновую кислоту и неопредѣленный еще альдегидъ.

Такимъ образомъ, вещества, выдѣленныя Шрейнеромъ, Шорей и ихъ сотрудниками изъ гумуса, составляютъ слѣдующій рядъ:

Углеводороды:

Энтріаконтанъ ($C_{31}H_{64}$).

Безазотистыя кислоты:

Щавелевая ($C_2H_2O_4$)
Янтарная ($C_4H_6O_4$)
Акриловая ($C_3H_4O_2$)
Сахариновая ($C_6H_{12}O_6$)
Моногидростеариновая ($C_{18}H_{36}O_3$) или [$C_{17}H_{34}(HO)COOH$]
Дигидростеариновая ($C_{18}H_{36}O_4$) или [$C_{17}H_{33}(HO)_2COOH$]
Агроцериновая [$C_{20}H_{40}(HO)COOH$] или $C_{21}H_{42}O_3$
Лигноцериновая, Параффиновая } $C_{24}H_{48}O_2$
Смоляныя кислоты (изомеры сильвиной к-ты) [3]) $C_{40}H_{58}O_5$

[1]) Пентозаны находили и раньше, напр. v. Feilitzen; Tollens (249), Michelet und Sebelien (213). При нагрѣваніи почвы съ соляной кислотой слышенъ запахъ фурфурола, (Сабанинъ, Геммерлингъ), получающагося изъ пентозановъ; см. Геммерлингъ. „Почвовѣдѣніе", 1907, 307—314.

[2]) Mach F. (211) нашелъ въ почвѣ щавелевокислый Са. Послѣдній поданнымъ Bassalik'a (Jarb. f. wissensch. Botanik, 1913, Bd. 35, p. 255) разлагается особымъ микробомъ.

[3]) См. Шкателовъ В. О химическомъ составѣ смолъ. Москва, 1889 г. О присутствіи въ торфѣ и почвахъ смолъ и воскообр. веществъ см. Wollny.— Die Zersetzung d. org, Stoffe... Егоровъ, Жур. Оп. Агр., 1908, стр. 34.

Эфиры смоляныхъ кислотъ.
Фитостеринъ и агростеринъ (близкія съ холестеридамъ соединенія) $C_{26}H_{44}O\ H_2O$.
Жиры (глицериды жирныхъ кислотъ)[1])
Маннитъ $C_6H_{14}O_{16}$
Рамноза $C_6H_{14}O_{10}$
Пентозаны $C_5H_8O_4$
Метоксилъ CH_3O

Азотистыя соединенія:

Аргининъ $C_6H_{14}O_2N_4$ (Гуанидин — аминовалеріановая к-та)
Гистидинъ (имидазолъ - аминопропіоновая кислота) $C_6H_9O_2N_3$
Цитозинъ $C_4H_5ON_3H_2O$
Ксантинъ $C_5H_4O_2N_4$
Гипоксантинъ $C_5H_4ON_4$
Креатининъ $C_4H_7N_3O$
Адениnъ $C_5H_5N_5$
Холинъ $C_5H_{15}O_2N$
Лизинъ $C_6H_{14}O_2N$
Триметиламинъ C_3H_9N
Тритіобензалдегидъ $C_6H_5CHS_3$
Пиколинъ-карбоновая кислота — $C_7H_7NO_2$
Нуклеиновая кислота.
Салициловый алдегидъ $C_6H_4OH.\ COH$.

Просматривая этотъ рядъ соединеній, а также и соединеній выдѣленныхъ другими изслѣдователями, мы видимъ среди нихъ двѣ группы веществъ: 1) соединенія, которыя мало разлагаются микроорганизмами: смолы, воскообразныя вещества, отчасти жиры, пентозаны и 2) промежуточные продукты распада бѣлковъ (аминокислоты, дигидростеариновая кислота [2]), нуклеопротеидовъ (цитозинъ, ксантинъ, гипоксантинъ), алколоидовъ и эфирныхъ маслъ (метоксилъ), углеводовъ. Иначе говоря, составъ веществъ гумуса представляется такимъ, какимъ его и слѣдовало ожидать на основаніи знакомства съ микробіологическими процессами распада органическаго вещества.

Изъ разсмотрѣнія работъ Шрейнера и Шорей видно, что нѣкоторую часть органическихъ веществъ имъ не удалось выдѣлить изъ почвы и такимъ образомъ мы не знаемъ, во первыхъ, изъ какихъ соединеній состоятъ вещества, слагающія такъ называемый гуминъ (и ульминъ), а во вторыхъ не знаемъ и состава нѣкоторой части тѣхъ соединеній, которыя вытягиваются изъ почвы растворомъ щелочи.

Шрейнеръ и Шорей даютъ слѣдующую классификацію выдѣленныхъ ими соединеній:

[1]) См. Rahn, O. Centralbl. f. Bactericl. Bd. XV, 1905, № 2—3.
[2]) См. Mörner.—Zeitschr. f. physiol. Chemie, 1904, 42, 121.

Обработка почвы щелочью (2% растворъ).

Нерастворимое.	Осадокъ отъ соляной к-ты.	Кислый фильтратъ.
Гуминъ и ульминъ.	Гуминовая (и ульминовая) к-ты:	Креновая и апокреиоваяк-ты
	Смоляныя кислоты.	Дигидростеариновая к-та.
	Эфиры смоляныхъ кислотъ.	Пиколинъ-карбоновая к-та.
	Глицериды жирныхъ к-тъ (жиры).	Пентозаны.
	Агростеринъ.	Ксантинъ.
	Фитостеринъ.	Гипоксантинъ.
	Парафиновая кислота.	Цитозинъ.
	Лигноцериновая „	Гистидинъ.
	Агроцериновая „	Аргининъ.

Изъ этой классификаціи можно усмотрѣть, что группа „гуминовой кислоты“ должна отличаться малой подвижностью, малой растворимостью, а потому и слабо выраженной кислотностью, а группа „креновой и апокреновой кислотъ“ значительно болѣе подвижна, болѣе растворима и должна обладать болѣе опредѣленно выраженными кислотными свойствами.

Не слѣдуетъ думать, что въ каждой почвѣ мы непремѣнно найдемъ всѣ соединенія, которыя были выдѣлены различными изслѣдователями. Работы тѣхъ же Шрейнера и Шорей показываютъ, что во всѣхъ 23 почвахъ, взятыхъ изъ 11 штатовъ С. Америки, найдены были лишь пентозаны. Аргининъ найденъ всего въ двухъ почвахъ, гистидинъ въ 17, цитозинъ въ 10, ксантинъ въ 5, гипоксантинъ въ 9. Агроцериновая, лигноцериновая, параффиновая и моногидростеариновая кислоты, а также агростеринъ, фитостеринъ, и энтріаконтанъ 1 или 2 раза. Дигидростеариновая кислота была найдена 11 разъ въ 26 пробахъ, при чемъ только одинъ разъ она была найдена безъ одновременнаго нахожденія ксантина или гипоксантина.

Изъ этихъ данныхъ слѣдуетъ, что „гуминовая кислота“ одной почвы можетъ имѣть иной составъ, чѣмъ „гуминовая кислота“ другой. Точно также могутъ быть неодинаковы группы „креновой и апокреновой кислотъ“ въ различныхъ почвахъ. Къ сожалѣнію, у насъ до сихъ поръ еще нѣтъ данныхъ для сужденія о томъ, чѣмъ отличаются другъ отъ друга различные типы почвообразованія, какъ подзолъ, черноземъ, латеритъ и пр. въ отношеніи состава веществъ гумуса. Въ томъ, что такія отличія существуютъ и должны существовать, едва ли можетъ быть сомнѣніе.

Различаются другъ отъ друга почвы и въ отношеніи содержанія зольныхъ элементовъ, связанныхъ съ веществомъ гумуса, хотя и этотъ вопросъ недостаточно еще освѣщенъ, и экспериментальныя изслѣдованія въ этой области представляютъ извѣстныя трудности. Для того чтобы получить изъ почвы достаточное количество гумуса, приходится обраба-

тынать ее щелочью. Послѣдняя, однако, не только переводитъ въ золеобразное состояніе вещества гумуса, но способствуетъ и взвѣшиванію въ растворѣ тончайшихъ минеральныхъ частичекъ почвы. Въ этомъ случаѣ тонкія минеральныя суспензіи проявляютъ свойства отрицательныхъ коллоидовъ, и освободиться отъ нихъ нацѣло фильтраціей гумусовыхъ коллоидныхъ растворовъ черезъ обыкновенные фильтры нельзя. Для того чтобы быть увѣреннымъ, что опредѣляемая въ составъ гумуса зола дѣйствительно принадлежитъ элементамъ, химически связаннымъ съ органогенами, а не посторонней механической подмѣси иловатыхъ частицъ почвы, нужно щелочныя вытяжки, получаемыя изъ почвы, фильтровать черезъ пористый глиняный фильтръ (свѣча Chamberlain'a, Бунзеновскій стаканъ; Нефедовъ, 215). Насколько такой пріемъ очищенія гумусовой вытяжки раціональнѣе пріема многократныхъ осажденій и раствореній употреблявшагося многими изслѣдователями, можно видѣть изъ сопоставленія данныхъ прежнихъ и болѣе новыхъ изслѣдователей. Всѣ опредѣленія въ вытяжкахъ, профильтрованныхъ черезъ глиняные фильтры, даютъ сравнительно меньшія количества золы чѣмъ всякія другія опредѣленія.

Благодаря различнымъ методамъ, тѣ цифровыя данныя, которыя получались различными аналитиками, не сравнимы между собой; тѣмъ не менѣе мы сообщимъ здѣсь нѣкоторые результаты, чтобы дать представленіе о составѣ золы и процентныхъ отношеніяхъ зольныхъ элементовъ, которые входятъ въ составъ веществъ гумуса и, главнымъ образомъ, той группы его, которая называлась гуминовой кислотой.

	Тульскій черноземъ. (Гаврилов ь, 204).		Полтавскій черноземъ. (Родзянко, 224).	
SiO_2	42,12%		43,21%	
Fe_2O_3	9,80	36,57	25,14	38,75
Al_2O_3	26,77		13,61	
P_2O_5	15,50		15,56	
CaO	—		1,87	
K_2O	2,40		0,88	

Данныя Эггерца (по Костычеву.

	Глинистая почва (полуболотная ?)	Болотная почва.
SiO_2	38,8	13,7
$Al_2O_3+Fe_2O_3$	32,9	45,2
P_2O_5	14,9	4,6
CaO	0,8	0,9
MgO	0,5	—
K_2O	2,8	1,2
Na_2O	1,0	1,4
SO_3	8,0	32,7

Данныя Снайдера (Snyder).

	Средній образецъ изъ 20 почвъ.	Средній образецъ изъ 8 почвъ.
SiO_2	51,75%	61,97%
Al_2O_3	3,72	3,48
Fe_2O_3	5,12	3,12
P_2O_5	21,55	12,37
CaO	—	0,9
MgO	3,26	0,36
K_2O	12,02	7,50
Na_2O	2,48	8,13
SO_3	1,25	0,98

Даже изъ этихъ отрывочныхъ и не вполнѣ сравнимыхъ данныхъ можно видѣть довольно существенныя различія между почвами различныхъ типовъ (черноземъ и болотная почва). Можно думать, что систематическое изученіе вопроса о количествѣ зольныхъ элементовъ и ихъ составѣ въ различныхъ типахъ почвообразованія доставитъ интересныя данныя, но вопросъ этотъ все еще ожидаетъ своего изслѣдователя.

Косвенныя указанія на неоднородность веществъ гумуса въ различныхъ типахъ почвъ даютъ водныя вытяжки. Вода, дѣйствуя на почву переводитъ въ растворъ (частью псевдорастворъ) какъ органическія вещества и ихъ зольные элементы, такъ и минеральныя вещества. При этомъ оказывается, что количество органическихъ веществъ и ихъ отношеніе къ минеральнымъ веществамъ, переходящимъ въ растворъ, неодинаковы для различныхъ почвенныхъ типовъ, и что эти соотношенія могутъ служить однимъ изъ признаковъ, характеризующихъ типы почвообразованія.

Къ разъясненію указанныхъ соотношеній были до сихъ поръ направлены преимущественно работы русскихъ изслѣдователей, на которыхъ мы здѣсь и остановимся, имѣя въ виду вернуться къ этому вопросу въ главѣ о почвенныхъ растворахъ и при характеристикѣ отдѣльныхъ типовъ почвообразованія. Здѣсь мы остановимся пока исключительно на растворимости почвеннаго перегноя и на отношеніи количествъ растворимаго органическаго вещества къ растворимому минеральному (Захаровъ). Первый вопросъ изслѣдовался въ работахъ Козловскаго (257), Лесневскаго (258), и Щеглова. Въ работѣ Лесяевскаго взяты были подзолистыя почвы сѣверной Россіи (лѣсная зона), лѣсные суглинки средней Россіи (лѣсостепная полоса), черноземы (степная зона), каштановыя и бурыя почвы южныхъ полупустынныхъ степей, торфяно-подзолистая почва и, наконецъ, известково-перегнойныя почвы (рендзины). Цифры нижеприводимой таблицы показываютъ, какая часть всего количества перегноя, содержащагося въ почвѣ, растворяется въ водѣ.

Подзолистыя почвы

Поверхностный гориз. (A_1)	$^1/_{43}$ — $^1/_{18}$
въ среднемъ	$^1/_{30}$
Подзолистый гориз. (A_2)	$^1/_{12}$ — $^1/_{10}$

При этомъ легкія супесчаныя разности этого типа отличаются болѣе высокой растворимостью перегноя. Минеральныя вещества очень слабо переходятъ въ растворъ и количество ихъ всегда меньше количества органическихъ веществъ (Захаровъ).

Относящіеся къ тому-же типу почвообразованія лѣсные суглинки даютъ и аналогичные результаты, особенно для поверхностныхъ гумусовыхъ горизонтовъ почвы. Растворимость перегноя у нихъ выражается слѣдующими цифрами:

Поверхностный гориз. (A_1)	$^1/_{44}$
Орѣховатый „ (A_2)	$^1/_{20}$

Количество минеральныхъ веществъ, переходящихъ въ растворъ изъ гумусовыхъ горизонтовъ, у нихъ еще ниже чѣмъ органическихъ.

У черноземовъ эти количества приблизительно выравниваются, при чемъ растворимость гумуса въ поверхностномъ горизонтѣ оказывается небольшой, а именно:

Поверхностный гориз. (A_1)	$^1/_{147}$

У почвъ полупустынныхъ степей растворимость минеральныхъ веществъ начинаетъ брать перевѣсъ надъ растворимостью гумуса, при чемъ растворимость послѣдняго выражается для

Поверхностнаго гориз. (A_1)	$^1/_{120}$—$^1/_{236}$

Въ почвѣ торфяно-подзолистой обнаруживается такая растворимость гумуса:

Верхняя часть поверхностн. гориз. (A_1) . . .	$^1/_{268}$
Нижняя „ „ „ . . .	$^1/_{93}$
Оподзоленный гориз. (A_2)	$^1/_{10}$

Для известково-перегнойной почвы найдены величины:

Поверхностный гориз.	$^1/_{70}$ — $^1/_{128}$

Характеризуя съ химической стороны гумусъ различныхъ почвъ, слѣдуетъ отмѣтить относительное богатство гумуса сухихъ странъ азотомъ. На это обстоятельство было обращено вниманіе Гильгардомъ при изученіи почвъ сухихъ областей Сѣв. Америки. Тоже подтверждено Рупковымъ (225) для Туркестана.

Всѣ сообщенныя данныя заставляютъ насъ признать, что въ различныхъ почвенныхъ типахъ земного шара химическій составъ гумуса и входящихъ въ его комплексы зольныхъ элементовъ далеко не одинаковъ, и передъ нами тотчасъ же встаетъ вопросъ о причинахъ этихъ различій. Задумываясь намъ этимъ вопросомъ, можно было бы заподозрить неодинаковый количественный составъ микроорганизмовъ, населя-

ющихъ различныя почвы, а затѣмъ и неоднаковость внѣшнихъ и внутреннихъ (по отношенію къ почвамъ) условій, при которыхъ приходится жить микроорганизмамъ. Надъ разсмотрѣніемъ этихъ предположеній мы теперь и остановимся.

Распредѣленіе микробовъ въ почвахъ.

Почва представляетъ наиболѣе благопріятную среду для обитанія и жизнедѣятельности микроорганизмовъ, такъ какъ въ большинствѣ случаевъ они находятъ здѣсь для себя обильную пищу. По словамъ Дюкло, всѣ микробы должны существовать въ почвѣ, изъ почвы же они попадаютъ въ воду и въ воздухъ, а изъ воздуха, вмѣстѣ съ атмосферными осадками, вновь возвращаются въ почву.

Такъ какъ микроорганизмы, въ большинствѣ случаевъ, требуютъ для своего питанія органическихъ веществъ, то уже a priori слѣдовало заключить, что различныя почвы должны быть неодинаково богаты микробами и что во всякой почвѣ содержаніе микробовъ должно увеличиваться въ поверхностныхъ горизонтахъ. Существующія изслѣдованія вполнѣ подтверждаютъ эти апріорныя соображенія.

Кромѣ того, количество почвенныхъ микроорганизмовъ зависитъ отъ времени года, количества осадковъ и влажности почвы. Тѣ сложныя явленія передвиженія влаги въ почвѣ, которыя обусловливаются какъ климатическими факторами (сила инсоляціи, сила и влажность вѣтра), такъ и свойствами самой почвы (капиллярность, влагоемкость, поглотительная способность почвы и пр.) должны отзываться на перемѣщеніяхъ микроорганизмовъ въ почвенной массѣ.

Въ почвахъ, богатыхъ органическими веществами, количество микробовъ вообще громадно. Микель (270) въ одномъ граммѣ почвы на глубинѣ 2 дециметр. насчитывалъ отъ 700,000 до 900,000 микроорганизмовъ. Наблюденія Роберта Коха (266), произведенныя нѣсколько раньше, привели къ такимъ же результатамъ. Изслѣдованныя имъ почвы Берлина и его окрестностей также содержали большое количество микроорганизмовъ. Богатство почвы микроорганизмами уменьшается съ глубиной, и уже на глубинѣ 1 метра Кохъ нашелъ лишь небольшія количества микробовъ.

По даннымъ Маджіора (269), почвы не бывшія подъ культурой содержатъ не особенно много микроорганизмовъ; онъ опредѣляетъ ихъ содержаніе отъ 16,000 до 152,000 на 1 граммъ почвы.

Фюллесъ (264), на основаніи своихъ изслѣдованій, даетъ слѣдующія величины:

Лѣсная земля	на поверхности	600,000
	въ глубинѣ	128,000
Луговая земля	на поверхности	1,400,000
	въ глубинѣ	134,000
Пахотная земля	на поверхности	1,500,000
	въ глубинѣ	330,000

Фюллесъ приходитъ къ выводу, что въ лѣсныхъ и луговыхъ почвахъ находится наиболѣе пестрая смѣсь различныхъ микроорганизмовъ. Въ почвахъ виноградниковъ и пахотныхъ земляхъ наблюдается большая правильность.

Болѣе подробныя данныя относительно распредѣленія микроорганизмовъ въ вертикальномъ сѣченіи почвы доставили изслѣдованія Френкеля (262). Они же даютъ нѣкоторое представленіе о зависимости количества почвенныхъ микроорганизмовъ отъ времени года. Самый поверхностный слой почвы, подвергающійся дѣйствію свѣта и высыханію, содержитъ обычно меньшія количества микробовъ чѣмъ на глубинѣ второго сантиметра отъ поверхности.

Результаты наблюденій Френкеля приведены въ двухъ ниже помѣщаемыхъ таблицахъ, изъ коихъ первая относится къ нетронутой почвѣ окрестностей Потсдама, а вторая — къ почвамъ различныхъ мѣстъ Берлина. Эти данныя позволяютъ сдѣлать только одинъ прочный выводъ, что главная масса микроорганизмовъ пріурочивается къ верхнимъ горизонтамъ почвы, и на сравнительно небольшихъ глубинахъ наблюдается рѣзкій переходъ къ слоямъ, содержащимъ ничтожное количество зародышей. Вліяніе времени года не сказалось столь опредѣленно, можетъ быть, потому, что нѣтъ параллельныхъ опредѣленій температуры и влаги различныхъ горизонтовъ почвы.

I.

Глубина почвы и подпочвы.	Количество бактерій въ 1 куб. сантиметрѣ.								
	24 апрѣля.	27 мая.	12 іюня.	9 іюля.	14 августа.	4 сентября.	2 октября.	3 ноября.	16 марта.
Поверхность.	—	150,000	110,000	—	300,000	95,000	130,000	55,000	80,000
1/2 метра . .	70,000	200,000	90,000	—	240,000	65,000	100,000	75,000	85,000
3/4 метра . .	25,000	—	—	—	40,200	3.000	—	8,000	—
1 метръ. . .	1,000	2,000	2,000	4,300	80,000	600	40,000	7,000	3,000
1,5.	200	15,000	2,000	400	500	700	600	200	300
2	—	2,000	600	300	400	—	700	100	200
2,5	250	500	700	—	100	—	150	—	150
3	—	3,000	100	—	—	150	—	1,500	100
3,5	—	—	800	—	—	100	1,400	50	700
4	—	—	150	300	—	—	600	—	—

II.

Глубина почвы и подпочвы.	Количество бактерій въ 1 куб. сантиметрѣ.						
	20 іюля.	26 іюля.	7 августа.	8 августа.	1 ноября.	6 апрѣля.	11 ноября.
Поверхность . . .	8,000	350,000	160,000	—	300,000	—	—
0,5 метра.	6,500	50,000	40,000	—	—	—	—
1	45,000	800	10,000	35,000	1,000	100,000	80,000
1,5.	3,500	—	—	50,000	2,000	180,000	20,000
2	—	750	6,000	15,000	3,600	65,000	48,000
2,5.	—	—	—	20,000	300	70,000	650
3	—	—	800	500	1,000	81,000	600
3,5.	—	—	—	150	750	—	3,000
4	—	—	—	—	—	—	900

Тотъ же выводъ относительно распредѣленія микроорганизмовъ на различныхъ глубинахъ позволяютъ сдѣлать и наблюденія Реймерса (273), который получилъ слѣдующія цифровыя данныя:

Почва на поверхности	поля	содержитъ	2.564.800	зарод. въ 1 кб. см.	
„ „ 2 м. глубины	(глина)	„	23.000	„ „ 1 „ „	
„ „ 3,5 „ „	(гравій)	„	6.170	„ „ 1 „ „	
„ „ 4,5 „ „	(песокъ)	„	1.580	„ „ 1 „ „	
„ „ 6 „ „	(песчаникъ)	„	0	„ „ 1 „ „	

При изслѣдованіяхъ, производимыхъ черезъ опредѣленные промежутки времени, наблюдается иногда, что нѣкоторые виды бактерій внезапно появляются въ громадныхъ количествахъ и такъ-же быстро исчезаютъ, замѣщаясь или смѣсью бактерій, или какимъ нибудь другимъ, сильно преобладающимъ, видомъ.

На глубинѣ метра встрѣчаются иногда еще въ большомъ количествѣ плѣсневые грибки, а дрожжевые организмы встрѣчаются тамъ уже чрезвычайно рѣдко.

По словамъ Омелянскаго, „въ главной своей массѣ микробы принадлежатъ къ числу типичнѣйшихъ космополитовъ, разсѣяныхъ по всему лицу земли“, однако и онъ отмѣчаетъ при этомъ, что „географическіе и климатическіе факторы не остаются безъ вліянія на ихъ распространеніе“. Что эти факторы вліяютъ на количество и интенсивность работы микроорганизмовъ, въ этомъ едва-ли можетъ быть сомнѣніе, но объ этомъ вопросѣ мы будемъ говорить нѣсколько ниже. Теперь мы остановимся лишь на вопросѣ о вліяніи этихъ факторовъ на качественный составъ микрофлоры.

Вопросъ этотъ трудный и сложный, такъ какъ и самые методы нахожденія въ почвахъ тѣхъ или иныхъ группъ микробовъ недостаточно разработаны. Какъ методъ Реми (274), такъ и методъ Гильтнера и Штермера [1]) вызываютъ возраженія, и можетъ быть, при усовер-

[1]) Омелянскій. Основы микробіологіи, 2-е изд. СПБ. 1913, стр. 189 – 190.

шенствованіи методовъ, удается показать, чѣмъ отличается микрофлора подзола отъ микрофлоры чернозема, латерита и пр. Пока изслѣдованіе микрофлоры чернозема Папа Калантаріаномъ (271) привело автора къ заключенію, что какихъ либо отлнчій въ микрофлорѣ чернозема отъ микрофлоры другихъ почвъ констатировать не удалось.

Если сравнивать микрофлоры такихъ рѣзко различныхъ областей земного шара, какъ полярныя и тропическія зоны, то подмѣтить различія, не только количественныя, но и качественныя, возможно (Омелянскій, l, c., стр. 161), если же сравниваются болѣе близкія другъ другу зоны, то дѣло уже становится болѣе труднымъ. Однако, существуютъ все-же нѣкоторыя наблюденія, устанавливающія опредѣленныя различія и для почвъ, лежащихъ недалеко другъ отъ друга. Такъ, напримѣръ, замѣчено, что въ почвахъ, гдѣ накопляется значительное количество „кислаго“ гумуса, увеличивается содержаніе плѣсневыхъ грибковъ, а содержаніе бактерій понижается. Масса болотныхъ почвъ, по даннымъ Фабриціуса и Фейлитцена, бѣдна бактеріями. Въ частности, въ этихъ почвахъ понижается нитрификація, какъ и въ нѣкоторыхъ лѣсныхъ (Буссенго, Шлезингъ, Бауманнъ, Эбермайеръ, Мюнцъ, Вейсъ, и др.), а потому въ болотныхъ почвахъ можно найти всегда больше амміака чѣмъ въ рядомъ лежащихъ подзолистыхъ. По даннымъ Полтавской опытной станціи, въ ея почвахъ (лѣсные суглинки) накопляется меньше азотнокислыхъ солей чѣмъ въ черноземныхъ почвахъ.

Условія разложенія органическихъ остатковъ.

Если качественная сторона микробіологическихъ процессовъ не можетъ считаться достаточно изученной для различныхъ областей земного шара, то количественная ихъ сторона выясняется болѣе или менѣе опредѣленно частью на основаніи лабораторныхъ изслѣдованій, частью на основаніи наблюденій въ природѣ.

Значеніе климатическихъ факторовъ въ процессахъ распада органическаго вещества становится намъ понятнымъ, когда мы узнаемъ, что температура и влага оказываютъ вліяніе на ростъ и жизнедѣятельность микроорганизмовъ. Если исключить термофильныя (нормально живущія при высокихъ температурахъ) бактеріи и бактеріи кріофильныя (нормально развивающіяся при низкихъ температурахъ), то окажется, что optimum жизнедѣятельности большинства микробовъ лежитъ между 20 и 38° Ц. Большинство сапрофитныхъ микроорганизмовъ имѣютъ optimum отъ 20 до 30° Ц.

Судить объ энергіи разложенія безазотистыхъ органическихъ остатковъ можно, до извѣстной степени, по количеству выдѣляемой разлагающимися остатками угольной кислоты. Изъ ряда опытныхъ данныхъ въ этомъ на-

правленіи [1]) мы отмѣтимъ опыты Костычева. Изслѣдователь наблюдалъ энергію разложенія высушенныхъ и измельченныхъ березовыхъ листьевъ при различной температурѣ и различной влажности. Результаты выражены въ десятыхъ доляхъ миллиграма CO_2 на 100 гр. вещества.

Температура.	Влажность въ процентахъ.				
	78,9	64 1	38,7	11,7	3,6
0—5° Ц.	1950	2088	3254	43	0
17° „	3785	3445	5184	23	0
35° „	14913	15441	15022	122	0
50° „	5188	5494	5544	379	59
65° „	3821	3957	4132	657	102

Изъ этихъ опытовъ видно, что optimum разложенія лежитъ при 35° Ц., но разложеніе не прекращается и при болѣе высокихъ температурахъ.

По отношенію къ температурамъ нитрификаціи Шлезингомъ и Мюнцемъ установлено, что при 5° Ц. процессъ протекаетъ очень медленно, достигаетъ optimum'а при 37° и совершенно прекращается при 55°.

Изъ вышеприведенныхъ опытовъ Костычева достаточно ясно, что энергія разложенія зависитъ не только отъ температуры, но и отъ влаги, что и понятно, такъ какъ, съ одной стороны, извѣстно, что высушиваніе убиваетъ микроорганизмы, а съ другой, что избыточная влага задерживаетъ поступленіе кислорода воздуха, въ отсутствіи котораго процессы разложенія органическихъ остатковъ идутъ медленно.

Тѣ же заключенія должны быть сдѣланы и по отношенію къ процессамъ нитрификаціи, на основаніи опытовъ Дегерена.

Если температура и влага разлагающейся среды мѣняются совмѣстно, то получаются результаты, приводимые въ нижеслѣдующей таблицѣ (опыты Вольни):

Компостн. земля.	Объемъ углекислоты въ 1000 объемахъ воздуха.				
Температура	10°Ц.	20°Ц.	30°Ц.	40°Ц.	50°Ц.
Влажность	46,8%	36,8%	26,8%	16,8%	6,8%
Углекислота	33,18	62,27	**73,23**	66,83	14,42

Очевидно, что optimum разложенія связанъ здѣсь съ нѣкоторыми средними условіями (30°Ц. и 26,8% влаги).

Такимъ образомъ, мысленно переносясь изъ лабораторіи въ природу, мы необходимо придемъ къ выводу, что интенсивность распада органическихъ веществъ должна находиться въ зависимости отъ климатическихъ условій, такъ какъ отъ нихъ прежде всего завнсятъ температура и влажность поверхностныхъ горизонтовъ земной коры. Эти условія опредѣляютъ ту общую схему, въ которой располагаются по лику земли различные типы разложенія органическихъ остатковъ. Иначе говоря, мы должны ожидать,

[1]) См. Wollny, E. Die Zersetzung der organ. Stoffe etc. Heidelberg, 1897.

что каждая своеобразная въ климатическомъ отношеніи зона земного шара будетъ отмѣчена опредѣленной энергіей распада органическихъ веществъ, а слѣдовательно будетъ отличаться и количествомъ, и качествомъ гумуса своихъ почвъ отъ любой другой зоны. Такъ оно и есть на самомъ дѣлѣ.

Необходимо, однако, добавить къ сказанному, что температура и влага поверхностныхъ горизонтовъ земной коры зависитъ не только отъ климата той или другой зоны земного шара, но и отъ различныхъ мѣстныхъ условій, каковы рельефъ мѣстности, характеръ материнской породы и типъ растительности (напр., лѣсъ и степь). Всѣ эти частныя, мѣстныя причины вносятъ въ общую схему цѣлый рядъ измѣненій: на общемъ фонѣ картины получаются различныхъ размѣровъ пятна, которыя мѣстами настолько часты, что заслоняютъ собой главный фонъ. Дѣло внимательнаго изслѣдователя подмѣтить и выяснить тѣ частныя причины, которыми обусловливаются тѣ или другія уклоненія въ каждомъ данномъ случаѣ, *но всѣ эти частности не должны стушевывать передъ нимъ* общей схемы.

Прежде чѣмъ говорить объ этой общей схемѣ, отмѣтимъ роль частныхъ факторовъ, оказывающихъ вліяніе на процессы разложенія органическихъ остатковъ и прежде всего остановимся на рельефѣ. Вліянія послѣдняго сложны и многообразны. Наблюдая температуру и влагу воздуха и почвы, мы убѣждаемся, что онѣ не одинаковы на различныхъ абсолютныхъ высотахъ горныхъ мѣстностей, неодинаковы для плато и прорѣзающихъ его долинъ, неодинаковы для плоскихъ равнинъ и котловинъ, неодинаковы, наконецъ для склоновъ различной экспозиціи и различной крутизны. Поэтому мы вправѣ ожидать, что почвы, залегающія на различныхъ абсолютныхъ высотахъ горъ, будутъ неодинаковы по количеству и качеству гумуса, что въ природѣ мы будемъ наблюдать опредѣленныя различія почвъ плато и долинъ, почвъ равнины и котловинъ, почвъ сѣверныхъ и южныхъ склоновъ одинаковой крутизны. И дѣйствительно, мы все это наблюдаемъ.

Не говоря уже о горныхъ кряжахъ, гдѣ, какъ мы увидимъ впослѣдствіи, существуютъ рѣзкія различія въ почвахъ, лежащихъ на различныхъ абсолютныхъ высотахъ, не говоря о равнинахъ и котловинахъ, почвы которыхъ иногда рѣзко различны между собой по качеству и количеству гумуса, даже на склонахъ различныхъ экспозицій мы наблюдаемъ иногда достаточно рѣзкія различія въ почвахъ.

Опыты Вольни (277) относительно различія энергіи распада органическихъ остатковъ на склонахъ различныхъ экспозицій не дали опредѣленныхъ результатовъ, отчасти въ силу искусственности тѣхъ условій, въ которыхъ ставились опыты, но наблюденія въ природѣ даютъ матеріалъ для совершенно опредѣленныхъ выводовъ. Такъ, извѣстно, что въ предѣ-

лахъ одной какой либо зоны, напр. черноземной, почвы сѣверныхъ склоновъ богаче гумусомъ, чѣмъ почвы южныхъ. Для черноземовъ Валуйскаго у. Вороиежской губ. (Горшенинъ) получились въ этомъ смыслѣ вполнѣ опредѣленные результаты.

На границѣ двухъ зонъ, на сѣверныхъ и южныхъ склонахъ наблюдаются различія не только въ количествѣ, но и въ качествѣ гумуса; здѣсь эти склоны несутъ нерѣдко почвы различныхъ типовъ. Такъ, напримѣръ, въ Восточной Сибири, на границѣ лѣсной и степной зонъ, южные склоны (солнопекъ, по мѣстной терминологіи) покрыты почвами черноземнаго типа, а сѣверные (сивера) несутъ почвы подзолистаго типа.

Вліяніе механическаго состава на ходъ процессовъ разложенія обусловливается тѣмъ, что мелко- и крупнозернистыя породы не одинаково влагоемки, воздухопроницаемы и не одинаково нагрѣваются. Зависимость влажности отъ механическаго состава выражается слѣдующей таблицей (Вольни):

Кварцевый песокъ.	Содержаніе воды въ объемн. % до 30 сант. глубины					
	Величина зеренъ.					
	0—0,2	0,25—0,50	0,50—1,0	1,0—2,0	2,0—4,5	4,5—6,75 мм.
1892 г.	24,23	18,04	15,29	9,00	7,84	6,06 „
1893 „	15,21	12,95	11,64	7,50	7,20	5,31 „

Правда, эти данныя не могутъ быть цѣликомъ перенесены въ природу, во-первыхъ, потому, что почвообразующія породы никогда не бываютъ составлены зернами одного и того-же размѣра, во вторыхъ потому, что онѣ лишь рѣдко состоятъ изъ такихъ крупныхъ зеренъ, какъ двѣ послѣднія фракціи кварцеваго песка въ опытахъ Вольни, въ третьихъ, наконецъ, потому, что материнскія породы рѣдко состоятъ изъ одного кварца. Всѣ эти условія могутъ до нѣкоторой степени сглаживать тѣ рѣзкія разницы, которыя обнаружились въ опытахъ. Но допустимъ даже существованіе этихъ рѣзкихъ разницъ въ качествѣ общаго правила. Тогда мы должны будемъ притти къ выводу, что мелкозернистыя породы обладаютъ лучшими условіями разложенія, являясь болѣе увлажненной средой. Не слѣдуетъ, однако, забывать при этомъ, что крупнозернистыя породы, въ общемъ, нагрѣваются сильнѣе и легче доступны для воздуха; такимъ образомъ недостатокъ влаги компенсируется, съ одной стороны, нѣсколько болѣе высокой температурой, а съ другой—лучшей воздухопроницаемостью. Отсюда не трудно заключить, что при одномъ и томъ же количествѣ влаги, получаемой извнѣ, супесчаныя и суглинистыя породы не будутъ рѣзко различаться между собой по условіямъ разложенія органическихъ веществъ и накопленія гумуса. Конечно, въ данномъ случаѣ не идетъ рѣчь о рѣзкихъ контрастахъ, каковы крупнозернистые пески и вязкія глины, а о тѣхъ среднихъ типахъ породъ, которые встрѣчаются чаще чѣмъ рѣзкіе контрасты.

Внося въ условія разложенія цѣлый рядъ мелкихъ частвыхъ деталей, механическій составъ породы лишь въ рѣдкихъ случаяхъ можетъ оказаться настолько вліятельнымъ, чтобы значительно измѣнить дѣйствіе мѣстныхъ климатическихъ факторовъ. Это можно видѣть хотя бы изъ того, что, при однородныхъ климатическихъ условіяхъ, одинъ и тотъ же типъ почвы можетъ развиться на различныхъ по механическому составу породахъ. Такъ, напримѣръ, мы находимъ подзолистыя почвы на пескахъ, супесяхъ, суглинкахъ и глинахъ; несмотря на различіе механическаго состава, во всѣхъ этихъ случаяхъ типъ разложенія одинъ и тотъ же. Другимъ примѣромъ могутъ служить черноземы, развивающіеся на лессѣ, валунной глинѣ, песчанистыхъ суглинкахъ, гранитѣ и вулканической лавѣ. Изслѣдуя область подзолистыхъ почвъ, мы замѣчаемъ, однако, что, при одинаковыхъ условіяхъ рельефа, на пескахъ развиваются почвы иной подзолистости, чѣмъ на сосѣднихъ суглинкахъ, и иного содержанія гумуса. Такимъ образомъ количественная разница въ энергіи разложенія органическихъ остатковъ здѣсь замѣчается, но разъ не мѣняется типъ почвообразованія, приходится думать, что рѣзкихъ качественныхъ различій процессовъ распада нѣтъ, какъ нѣтъ и рѣзкихъ уклоненій въ химическомъ составѣ гумуса.

Производя изслѣдованія въ черноземной полосѣ, мы нерѣдко наблюдаемъ присутствіе чернозема на суглинистыхъ породахъ и подзолистыхъ почвъ — на рядомъ лежащихъ пескахъ, но это еще не даетъ намъ права заключать о существованіи въ такихъ случаяхъ рѣзкихъ различій процессовъ распада органическихъ остатковъ въ зависимости отъ механическаго состава материнской породы. Пески, по условіямъ своей водоносности, представляютъ въ степной полосѣ среду болѣе благопріятную для лѣсной растительности чѣмъ суглинки, а существованіе лѣса вноситъ совершенно иныя условія для разложенія органическаго вещества чѣмъ тѣ, какія существуютъ подъ степью. Что дѣло здѣсь не въ механическомъ составѣ, доказываютъ факты существованія черноземнаго типа почвы на песчаныхъ породахъ.

Изъ сказаннаго уже ясно, что типъ растительности можетъ иногда оказывать существенное вліяніе на ходъ процессовъ разложенія органическаго вещества. Почему это такъ, мы разсмотримъ подробно въ своемъ мѣстѣ, здѣсь же отмѣтимъ лишь, что внѣдреніе лѣса въ степь создаетъ новыя условія почвеннаго климата по сравненію съ тѣми, которыя существуютъ подъ сосѣдней степной растительностью.

До сихъ поръ мы имѣли дѣло съ такими мѣстными факторами, которые такъ или иначе вліяютъ на температуру и влагу почвы, или, какъ выражаются въ настоящее время, способствуютъ измѣненію климата почвы. Могутъ, однако, существовать и иныя условія, вліяющія на энергію распада органическаго вещества, не находящіяся въ

связи съ элементами климата. Къ числу таковыхъ относится химизмъ материнскихъ породъ. Изъ опытовъ извѣстно, что избыточная кислотность, какъ и избыточная щелочность среды, неблагопріятны для микробіологическихъ процессовъ. Ослабленіе нитрификаціи въ подзолистыхъ почвахъ есть, вѣроятно, результатъ кислотности среды, но въ данномъ случаѣ кислотность не стоитъ въ связи съ химизмомъ материнской породы, а съ характеромъ самого процесса почвообразованія. Въ природѣ вообще рѣдки случаи, когда материнская порода проявляетъ избытокъ кислотности: это можетъ быть развѣ въ тѣхъ случаяхъ, когда въ породѣ много вывѣтривающихся пирита или марказита, дающихъ при распадѣ сѣрную кислоту (см. вывѣтриваніе). Что же касается щелочности, то такіе случаи часты. Конечно, рѣчь можетъ идти лишь о щелочности связанной съ большими количествами углекислыхъ солей и преимущественно углекислой извести. Поэтому, при обсужденіи вопросовъ объ энергіи распада въ природѣ органическаго вещества, необходимо остановиться на роли углекислой извести въ процессѣ гумусообразованія.

Вліяніе углекислой извести изучалось многими изслѣдователями (Петерсенъ, Фодоръ и др.), но вначалѣ съ противорѣчивыми результатами. Первыя изслѣдованія были небезупречны по отношенію къ методикѣ постановки опытовъ, что и было причиной неопредѣленности отвѣта. Болѣе опредѣленные результаты были получены Костычевымъ, который ставилъ опыты съ разложеніемъ древесной листвы, а также и гумуса черноземной почвы, одинъ разъ взятой съ 10% $CaCO_3$, а другой — безъ $CaCO_3$. Для послѣдней пары опытовъ получились слѣдующіе результаты (количество углекислоты выражено въ десятыхъ доляхъ миллиграмма):

	Черноземъ съ 10% $CaCO_3$	Черноземъ безъ $CaCO_3$
1 день	837	1230
2 „	599	944
3 „	563	704
4 „	486	735
5 „	377	585
6 „	379	568
7 „	277	467
8 „	246	547
9 „	376	558
10 „	311	556
11 „	325	450
12 „	181	351
13 „	364	568
Общее количество CO_2	5321	8258

Какъ видно, прибавка углекислой извести понизила энергію разложенія. Аналогичные результаты получились и въ изслѣдованіяхъ Кос-

совича и Третьякова (280), къ тому же, наконецъ, убѣжденію приводятъ и наблюденія въ природѣ, особенно въ тѣхъ климатическихъ широтахъ, почвы которыхъ получаютъ значительныя количества влаги (тропическая зона, зона холодно-умѣренная, въ лѣсной своей части).

Только въ исключительныхъ случаяхъ, когда почвенная среда содержитъ много кислотъ гумуса, прибавка небольшихъ количествъ углекислой извести можетъ способствовать процессу разложенія органическаго вещества, такъ какъ свободныя кислоты гумуса разлагаются медленнѣе чѣмъ ихъ известковыя соли (Вольни).

Присутствіе нѣкотораго количества основаній благопріятствуетъ процессамъ нитрификаціи, такъ какъ по мѣрѣ образованія азотной кислоты необходимо ея закрѣпленіе основаніями. Въ противномъ случаѣ накопленіе свободной кислоты прекратило бы дальнѣйшую нитрификацію, которая, какъ извѣстно, не можетъ совершаться въ кислой средѣ. Границей, до которой щелочность среды способствуетъ процессу, принимается для углекислаго калія(на основаніи опытовъ Dumont et Crochetelle) въ 0,25%; присутствіе щелочной соли въ размѣрахъ 0,8% уже прекращаетъ нитрификацію. Углесоли щелочныхъ земель, опять-таки въ извѣстныхъ предѣлахъ, способствуютъ образованію азотной кислоты, углекислый же аммоній, взятый въ избыткѣ, оказывается вреднымъ.

Не остаются безъ вліянія на процессы разложенія органическаго вещества и соли другихъ кислотъ, каковы сѣрнокислыя, хлористыя, фосфорнокислыя и пр. Опыты Вольни съ гипсомъ указываютъ на его способность понижать какъ выдѣленіе углекислоты, такъ и образованіе азотной кислоты. Другіе изслѣдователи (Пишаръ, Варрингтонъ, Дюмонъ и Кроше тель), напротивъ, приходятъ къ выводу, что сѣрнокислыя соли благопріятствуютъ процессамъ нитрификаціи, но только въ томъ случаѣ, если эти соли находятся въ почвахъ хорошо провѣтриваемыхъ. Если послѣдняго условія нѣтъ, то можетъ пойти возстановленіе сѣрнокислыхъ солей съ выдѣленіемъ сѣроводорода, что уже вредно отзовется на нитрификаціи.

Что касается другихъ солей, то по отношенію къ нимъ имѣются слѣдующія наблюденія: хлористыя соли мѣшаютъ окисленію углерода и нитрификаціи (особенно вреденъ NaCl), фосфаты, въ извѣстныхъ границахъ, способствуютъ обоимъ упомянутымъ процессамъ, нитраты, наконецъ, содѣйствуютъ окисленію углерода.

Разсмотрѣвъ различныя частныя причивы, такъ или иначе вліяющія на процессы разложенія органическихъ веществъ въ природѣ, перейдемъ теперь къ ознакомленію съ той общей схемой, въ которой располагаются по земной поверхности гипы распада оргавическаго вещества и накопленія гумуса, въ зависимости отъ общихъ климатическихъ усло-

вій. При этомъ мы будемъ отмѣчать и тѣ уклоненія отъ общей схемы, которыя вызываются мѣстными причинами.

Останавливаясь первоначально на тропической полосѣ и припоминая, что эта область земного шара характеризуется наиболѣе высокой температурой года и наибольшимъ количествомъ осадковъ, что здѣсь разложеніе органическихъ остатковъ не задерживается на нѣсколько мѣсяцевъ въ году, какъ это бываетъ въ болѣе умѣренныхъ широтахъ, благодаря низкой температурѣ, мы должны будемъ притти къ выводу, что ни въ одной изъ областей земного шара не идетъ такъ энергично и быстро распадъ органическихъ остатковъ, какъ въ тропикахъ. Значительная часть отмершей органической массы минерализуется здѣсь до конца съ образованіемъ углекислоты, азотной, сѣрной кислотъ и пр., и сравнительно небольшая часть остается, образуя почвенный гумусъ. Можно думать, что гумусъ тропическихъ почвъ скорѣе будетъ содержать наименѣе поддающіяся микробіологическимъ процессамъ группы веществъ, чѣмъ промежуточные продукты распада, но положительныхъ данныхъ въ этомъ отношеніи пока не имѣется. Многіе путешественники и изслѣдователи тропическихъ областей указываютъ на то, что скопленія гумуса и образованія мощныхъ гумусовыхъ горизонтовъ подъ тропиками не наблюдается.

Какое различіе въ тропическихъ широтахъ вносятъ въ условія разложенія органическихъ веществъ лѣса и саванны, мы пока не знаемъ, такъ какъ изслѣдователи слишкомъ мало обращали вниманія на строеніе тропическихъ почвъ и, въ частности, на строеніе изъ гумусовыхъ горизонтовъ. Нѣкоторыя указанія на богатство гумусомъ почвъ тропическихъ лѣсовъ должны быть принимаемы съ большой осторожностью, такъ какъ во многихъ случаяхъ подъ гумусомъ понимается то, что мы привыкли называть лѣсной подстилкой (см., напримѣръ, указанія Варминга [1]).

Не слѣдуетъ, конечно, думать, что всѣ безъ исключенія почвы тропическихъ широтъ бѣдны гумусомъ. Это только наиболѣе типичный случай. Въ цѣломъ рядѣ очерковъ тропическихъ странъ указываются отдѣльные факты развитія хорошо выраженныхъ и бросающихся въ глаза темныхъ гумусовыхъ горизонтовъ. Повидимому, наиболѣе частыми условіями, способствующими накопленію гумуса въ почвахъ тропиковъ, являются отрицательныя формы рельефа. Низины, долины, котловины и тому подобныя формы рельефа, гдѣ можетъ происходить застой влаги, несмотря на сильное испареніе въ тропическихъ широтахъ, могутъ способствовать развитію почвъ съ темноцвѣтными, богатыми гумусомъ, по-

[1]) Варминга. Ойкологическая географія растеній. Перев. подъ ред. М. Голенкина и В. Арнольди.– Москва, 1901, стр. 447.

верхностными горизонтами. При тѣхъ же условіяхъ избыточнаго увлажненія формируются почвы мангровыхъ лѣсовъ въ низменныхъ морскихъ прибрежьяхъ тропиковъ.

Помимо указанныхъ условій, накопленія гумуса въ тропическихъ широтахъ можно ожидать и въ другихъ случаяхъ. Прежде всего и въ области тропиковъ не трудно встрѣтить болѣе или менѣе обособленные районы, иногда довольно большіе, климатическія условія которыхъ болѣе или менѣе уклоняются отъ типа тропическаго климата; таковы, напримѣръ, высокія плоскогорья, горные кряжи и системы. Затѣмъ при переходѣ изъ тропическихъ областей періодическихъ дождей къ областямъ тропическихъ же полупустынь можно теоретически ожидать болѣе благопріятныхъ условій для накопленія гумуса, чѣмъ во влажныхъ тропическихъ районахъ. Кое-какія, правда, отрывочныя и неясныя, указанія существуютъ въ этомъ направленіи въ географической литературѣ.

Всѣ эти отдѣльныя уклоненія могутъ порой и значительно усложнять типы разложенія органическихъ остатковъ въ тропическихъ широтахъ, тѣмъ не менѣе основной, болѣе общій типъ, о которомъ сказано выше, остается яснымъ. Менѣе рѣзко тотъ же типъ выраженъ во влажныхъ субтропическихъ районахъ сѣвернаго и южнаго полушарій.

Области пустынь и полупустынь (пустынныхъ степей), гдѣ господствуетъ сухость воздуха, гдѣ атмосферные осадки выпадаютъ рѣдко и, въ общемъ, выпадаетъ ихъ мало, должны бы были, разсуждая теоретически, представить болѣе благопріятныя условія для накопленія гумуса чѣмъ влажные тропики. Однако, если мы примемъ во вниманіе, что растительность данныхъ областей обычно не представляетъ сплошного покрова, что ея надземныя части быстро высыхаютъ и разносятся вѣтрами, то будетъ ясно, что и здѣсь нѣтъ благопріятныхъ условій для накопленія гумуса. При этомъ, однако, нужно думать, что составъ гумуса въ почвахъ пустынныхъ и полупустынныхъ районовъ долженъ быть существенно инымъ, чѣмъ въ почвахъ тропической зоны. Здѣсь, въ силу медленности разложенія, гумусъ долженъ содержать не только трудно разлагаемыя соединенія, но и промежуточные продукты распада, а также и зольные элементы. Можетъ быть, этимъ объясняется и относительное богатство азотомъ почвеннаго гумуса въ сухихъ климатахъ.

Но и для сухихъ климатическихъ районовъ бѣдность гумусомъ есть только типичный случай. И здѣсь нерѣдко по долинамъ, котловинамъ, какъ и на высотахъ горныхъ кряжей, гдѣ или получается извнѣ большее количество влаги (горы), или скопляется и хотя бы временно задерживается влага, стекающая по поверхности, количество гумуса нерѣдко значительно возрастаетъ.

Въ степныхъ областяхъ существуетъ такая комбинація температуры и влаги, при которой можетъ развиваться богатый травянистый покровъ.

Въ то же время количества влаги далеко не хватаетъ для полнаго разложенія растительныхъ остатковъ, благодаря чему гумусъ накопляется въ значительномъ количествѣ и притомъ гумусъ, богатый не только промежуточными продуктами распада, но, какъ и въ сухихъ климатическихъ районахъ, и зольными элементами.

Проникновеніе лѣсовъ въ степныя области вноситъ, какъ уже отмѣчалось выше, нѣкоторыя новыя условія. Постоянно большая влажность поверхностныхъ горизонтовъ почвы, а можетъ быть и большая равномѣрность температуры въ теченіе года, оказываютъ вліяніе на процессы разложенія, вслѣдствіе чего лѣсныя почвы степныхъ областей накопляютъ меньше гумуса, чѣмъ сосѣдніе черноземы.

Въ сплошныхъ лѣсистыхъ районахъ холодно-умѣренныхъ зонъ выпадаетъ хотя и немногимъ больше влаги, чѣмъ въ ближайшихъ къ нимъ степяхъ, но такъ какъ испареніе ея относительно меньше, то и разложеніе органическихъ остатковъ здѣсь идетъ энергичнѣе, и химическій составъ гумуса иной, иное и содержаніе зольныхъ элементовъ въ гумусѣ. Отрицательные элементы рельефа, гдѣ происходитъ застой влаги, способствуютъ здѣсь неполному распаду органическаго вещества, накопленію торфянистыхъ массъ.

Наконецъ, въ полярныхъ странахъ, гдѣ температурныя условія и влажность мало благопріятствуютъ разложенію органическихъ остатковъ, эти послѣдніе разлагаются весьма медленно, но такъ какъ и матеріала для разложенія, въ виду скудной растительности полярныхъ областей, здѣсь мало, то гумуса почвы сухой тундры накопляютъ немного; часть органическихъ остатковъ сохраняется въ видѣ торфянистой массы.

Такова, въ общихъ чертахъ, схема различныхъ типовъ разложенія органическихъ остатковъ на земной поверхности. Какъ видно изъ предыдущаго, эта схема находится въ тѣсной связи съ климатическими особенностями различныхъ зонъ земного шара, внутри же каждой зоны наблюдаются отступленія отъ общей схемы въ зависимости отъ топографіи, типа растительности и химизма материнскихъ породъ.

Литература.

Составъ растительныхъ остатковъ, служащихъ для образованія гумуса.

1. Dulk. Landw. Versuchstat. Bd. XVIII, 1875, 173—215.
2. Ebermayer. Die gesammte Lehre der Waldstreu. 1875.
3. „ Landw. Versuchstat. Bd. XVIII, 1875.
4. Eugling. Biederm. Centralbl. 1885, Bd. 14.
5. König, Fürstenberg, Mindfield. Landw. Versuchst. Bd. 65, 1906.
6. Костычевъ. Почвы черноземн. области Россіи, ч. 1. Образованіе чернозема. 1886.
7. Müller. Landw. Versuchst. Bd. 36, 1888, p. 263.
8. Pellet, H. et Fribourg, Ch. Ann. de la science agron., 3 série, 2-me année, 1907, T. II, pp. 323—480.
9. Пряниишниковъ, Д. Журн. Оп. Агр., 1912, 673.
10. Schulze, E. Landw. Versuchst. 65, 1910.
11. Schulze, E. u. Godet, Ch. Zeitschr. f. physiol. Chemie, 61.
12. Смоленскій, Н. Вѣстн. сахарн. промышл., 1911, № 22, 25, 26.
13. Васильевъ, Н. Изв. Кіев. Полит. Инст., X, 1910, кн. 4.
14. Wolff. Aschenanalysen. I—II, 1871—1880.

Ближайшіе источники образованія почвеннаго гумуса.

15. Hlasiwetz. Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 79, p. 140.
16. Hoppe-Seyler. Zeitschr. f. physiol. Chemie, XIII, 1880.
17. Hornberger. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen, 1905, 71, 1906, 775.
18. Ивановскій. Изъ дѣят. микроорг. въ почвахъ.—Тр. Почв. Комм. 1891—93, вып. 3.
19. Костычевъ. Тр. СПБ. Общ. Ест., т. XX, стр. 123—168.
20. „ Сельск. Хоз. и Лѣсов. Октябрь, 1890.
21. Кравковъ. Изслѣд. въ области изуч. роли мертваго растит. покрова въ почвообразованіи. СПБ. 1911.
22. Левковскій. Тр. Общ. Испыт. Прир. при Харьков. Унив., т. XXII, 1888.
23. Mayer. Lehrb. d. Agrikult. 2 Teil, 2 Auflage, p. 70—71.
24. Montemarini. Staz. sperim. agrar. ital., 1906, 38, 1080.
25. Post. Landw. Jahrbücher, 1888.
26. Rochleder. Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wissensch. November, 1866.
27. Schroeder. Forstchem. u. pflanzenphysiolog. Untersuchungen, 1878.
28. Слезкинъ. Этюды о гумусѣ. Кіевъ, 1900.
29. Snyder. Univ. of Minnesota Agric. Sper. Stat. Bull. № 53, Chemie Divis. Juni, 1897.

30. Stechelin u. Hofstetter. Ann. d. Chemie. Bd. 51, 1844, p. 63.
31. Suzuki. Bull. Coll. Agric. Tokyo Imper. Univ. Japan, 1906, 6, 95; см. также Jahresb. d. Agric.-Chemie, 1906, 63, 1907, 7, 419, 513.

Участіе животныхъ въ процессахъ разложенія органическихъ остатковъ.

32. Bauer. Forstwirthsch. Centralbl., 1883, V.
33. Borggreve. Förstl. Blätter v. Grüner u. Borggreve. 1881.
34. Branner, J. C. Journ. of Geology. 1900, p. 151—153.
35. Брэмъ. Жизнь животныхъ. Сокращ. изд., т. III, стр. 862.
36. Darwin. Vegetable mould and earth-worms, 1881 (суш. нѣмецкій и русскій переводы); см. Калинскій. Тр. Имп. Вольн.-Экон. Общ., 1882, т. I, в. 3 и 4, т. II, в. 2, и Журн. Сельск. Хоз. и Лѣсов. 1882.
37. Димо (и Гордѣевъ). Тр. Сарат. Общ. Ест., т. IV, вып. 2.
38. Докучаевъ, В. Русскій черноземъ. 1883.
39. „ Наши степи прежде и теперь. 1892.
40. „ Методы рѣш. вопроса: были ли лѣса въ южной Россіи. — Тр. Имп. В. Экон. Общ., 1889.
41. Duserre, C. Annuaire agric. de la Suisse. 1902, 2 fasc.; Journ. d'agric. prat. 1902, № 22, p. 700—701.
42. Enkhausen. Journ. f. Landwirtsch. 1882.
43. Goodey, F. Naturw. Rundschau, 1912, № 5, p. 62.
44. Gothe. Jahrb. nassauisch. Ver. Naturk. 1895, Jahrg. 48.
45. Гордягинъ. Протокол. Казан. Общ. Ест. 1891—92, прилож. № 128.
46. Haake, W. Der Zoolog. Garten. Bd. XXVII, 1886, p. 373.
47. Harlé, E. Soc. d'hist. nat. de Toulouse, 21 Febr. 1900; N. Jahrb. f. Miner., 1902, Bd. II, H. 2.
48. Hensen. Zeitschr. f. Wissensch. Zoologie. Bd. XXVIII; на русскомъ языкѣ въ статьѣ О. Гримма. Тр. Имп. В. Экон. Общ. 1877, т. II; см. также „Знаніе", 1877, IV, стр. 4—7; Вѣстн. Садов. 1877, № 8, Земл. Газета, 1878, 16; Крымскій вѣстн. садов. и винодѣлія, 1878, №№ 5 и 6.
49. Henry. Bull. des séances de la Soc. de Sciences de Nancy, 1900.
50. Ihering. Ausland, 1887, Bd. LX; N. Jarb. f. Miner. 1882, I. Briefl. Mitt., p. 156.
51. Keller. Reisebilder aus Ostafrika u. Madagascar. Leipzig, 1887; рефер. Карножицкаго. Мат. по изуч. русскихъ почвъ, вып. VI, 1890.
55. Keilhack. Naturwiss. Wochenschrift, 1899.
56. Костычевъ. Ann. agronomiques. T. XVII, 1891.
57. Mingazzini. La concimazione dei terreno vegetale per opera di alcuni Lamellicorni. Roma, 1887.
58. Müller, P. E. Studien über die Humusformen u. deren Einwirkung auf Vegetation und Boden. Berlin, 1887; русск. реф. Танфильева. Мат. по изуч. русскихъ почвъ, вып. IV, 1888.
59. Passarge, S. Adamaua. Bericht über die Expedition des deutsch. Kamerun-Komitées in den Jahren 1893—94. Berlin, 1895.
60. Ramann. Wollny-Forschung. auf d. Geb. der Agriculturphys. XI, p. 320.
61. „ Bodenkunde, 2-te Auf. 1905, p. 122—123.
62. „ Interuation. Mitteilung. f. Bodenkunde. 1911, 1.
63. Russel, Ed. J. Journ. Agric. Science, 1910, III, part. 3, pp. 246—257.

64. Сукачевъ, В. Почвовѣдѣніе, 1902, № 4.
65. Силантьевъ. *Пады, имѣніе В. Л. Нарышкина.* СПБ. 1894.
66. Таліевъ, В. Естествознаніе и географія. Май, 1902.
67. Черняевъ, Н. Описаніе сусликовъ, обитающ. въ Зап. Россіи и способовъ ихъ истребленія, 1857.
68. Vadász, M. E. Földtani Közlöny, 1908, XXXVIII, p. 231—232.
69. Вернадскій, В. Тр. Почв. Комм. при 1 отд. Имп. В. Экон. Общ., вып. I, доклады, стр. 28—29.
70. Wollny. Forschung. d. Agriculturphys. Bd. V, H. 1 u. 2, 1882.
71. „ Die Zerzetzung d. organisch. Stoffe und die Humusbildungen; 1897.
72. Высоцкій, Г. Почвовѣдѣніе, 1899, № 2; Труды Экспед. Лѣсн. Д-та. 1898, Природа и культура растеній на Великоанадольск. участкѣ.

Главнѣйшіе типы превращеній органическаго вещества въ почвѣ подъ вліяніемъ микроорганизмовъ.

Броженіе клѣтчатки.

73. Hoppe-Seyler. Zeitschr. f. physiolog. Chemie, T. X, 1886.
74. Омелянскій, В. Архивъ біолог. наукъ, т. VII, стр. 423 (въ работѣ приведена литература).
75. Ibidem, т. IX, вып. 3, 1901.
76. Основы мнкробіологіи, 2 изд. 1913.

Разрушеніе древесины.

77. Majmone, B. Arch. d. farmacol. sper. 8, 221—28. Portici.

Разложеніе жировъ.

78. Rahn, O. Centralbl. f. Bakter. u. Parasitenkunde, Bd. XV, № 2—3, 1905.

Разложеніе органич. кислотъ.

79. Омелянскій, В. Труды I Менделѣев. Съѣзда по Общей и прикл. химіи, въ СПБ. съ 20—30 дек. 1907, стр. 389—390.

Окисленіе угля.

80. Potter, M. C. Proc. Royal Soc. London, Ser. B, 80, 239.

Разложеніе азотистыхъ веществъ и, въ частности, аммонизація.

81. Beyerinck. Centralbl. f. Bakteriolog., 1895.
82. Brieger. Ueber Ptomaine. — Berlin, 1885—1886.
83. Karplus. Arch. f. patol. Anat. u. Phys. u. f. klin. Medic. Bd. CXXXI, p. 210.
84. Kempner. Arch. f. Hygiene. Bd. XXI.
85. Marchal. Bull. de l'Acad. belgique. Ser. 3, T. XXV, 1893.
86. Miquel, P. Annales de micrographie, 1889—1893, T. I—III, V.
87. Petri u. Maassen. Veröffentl. des Kaiserl. Gesundh.-Amtes, 1892, № 7, 1893, pp. 348—490.
88. Rubner. Arch. f. Hygiene. Bd. XVI, p. 53—78.
89. Stagnitta-Ballistreri. Ibid. Bd. XVI, p. 10.

Нитрификація.

90. Bazarewski. Beiträge zur Kentniss d. Nitrifik. u. Denitrifik. im Boden. Inaugur.-Dissert. Göttingen, 1906; реф. N. Jahrb. f. Miner. 1908, Bd. II, H. 2, p. 186.
91. Baumann. Landw. Versuchst. 1888, XXXV, H. 4, p. 217.
92. Beyerinck. Centralbl. f. Bakteriol., Bd. XIX, 1896.
93. Bonâme. Rep. Ann. Stat. agron. (Mauritius), 1896, 74.
94. Bullmann. Centralbl. f. Bakter. 1896, p. 701, 1897, p. 228.
95. Bréal. Ann. agronomiques. 1887.
96. Celli et Marino Zucco. Rendic. della R. Acad. d. Lincei, 1886.
97. Crochetelle et Dumont. Compes rendus, 1894, CXIX, 93.
98. Chuard. Comptes rendus. 1892, CXIV, 181.
99. Deherain. Ann. agronom. 1887, T. XIII, p. 241, 1888, XIV, p. 289, 1895, XXI, p. 501; Comptes rendus. 1894, CXXV, 1897.
100. Demoussy. Comptes rendus, CXXVI, 1898; Ann. agronom. 1899, XXV, pp. 97, 232.
101. Frank. Landw. Jahrbücher, 1887, XVI, p. 917; 1888, XVII, p. 421.
102. Frankland, P. F. and G. C. Chem. News, LI, 1890, 135.
103. Godlewski. Anzeiger d. Akad. d. Wissensch. Krakau, 1895.
104. Heraeus. Zeitschr. f. Hygiene, 1886, p. 193.
105. Huepe. Tagebl. der Naturforsch.-Versamml., 1887.
106. Immendorf. Landw. Jahrbücher, 1892, XXI, p. 281.
107. Koch, A. Journ. f. Landwirtsch. 58, 1911, 293—316.
108. König. Tagebl. d. Naturforsch.-Versamml. 1886.
109. Коченовскій. Журн. Сельск. Хоз. и Лѣсов., ч. 182, 455.
110. Kreusler. Landw. Jahrbücher, 1888, XVII, p. 721.
111. Landolt. Deutsche landw. Presse, XV, 135.
112. Lawes and Gilbert. On some points in the composition of soils, with result, illustrating, the sources of the fertility of Manitoba prairie soils. London, 1885.
113. Leone e Manganini. Rendicondi d. Acad. dei Lincei, 1891, VII, 435.
114. Макриновъ, И. Вѣстн. бакт.-агрон. ст. въ Москвѣ, № 15, стр. 54—115.
115. Marie-Davy. Journ. d'agricult. pratique, 46, I, p. 102.
116. Müntz. Ann. de chimie et de physique, T. X, 1897; Comptes rendus, 1891, CXII, 1142.
117. Омелянскій. Архивъ біологическ. наукъ, VII, 1899, в. 3 и 4.
118. Pagnoul. Comptes rendus, 1895, CXX, 812.
119. Polzeniusz. Zeitschr. landw. Versuchswes. Oesterreichs. 1898, I, 235.
120. Schloesing et Müntz. Comptes rendus, LXXXIV, p. 301.
121. Schloesing. Ibidem, 1889, CIX, 423, 884.
122. Schloesing (fils). Ibidem, CXXV, 1897, 824.
123. Stevens, F. L. und Witters, W. A. Centralbl. f. Bakter. Bd. XXIII, № 10—13, p. 355—373.
124. Stutzer u. Hartleb. Centralbl. f. Bakteriol. 1896, 2, 701, 1897, 3, 55, 161, 235, 311, 251.
125. Tolomei. Staz. sperim. agrar. ital., 1894, 26, 246.
126. Warrington. Land. Versuchst. XXIV, 161; Journ. of the chem. Soc., 1884, XLV, 68, 1888, LIII; Chem. News, LI, 1890; Ann. agronom. 1885, XI, 557.

127. Warrington. A report of experim. made in the Rothamsted laboratory. London, 1888.
128. Winogradsky. Ann. de l'Institut Pasteur, T. t. IV et V. Comptes rendus, 1890, 1891.
129. „ Centralbl. f. Bakteriol. 1896, 2, 415, 449.
130. Виноградскій. Архивъ біолог. наукъ, т. I.
131. Виноградскій и Омелянскій. Ibidem, т. VII, 1899.
132. Wortmann. Landw. Jahrb. 1891, XX, 175.

Денитрификація.

133. Ampola u. Garino. Centralbl. f. Bakteriol. 1896, № 21.
134. Berthelot. Comptes rendus, 1888, CVI, p. 569.
135. Bréal. Ann. agronom., 1892, 1896.
136. Burri u. Stutzer. Centralbl. f. Bakteriol., 1896, p. 105.
137. Deherain et Maquenne. Comptes rendus, XCV, pp. 691, 732, 854.
138. Егуновъ, М. Зап. Ново-Александр. Инст., т. IX.
139. Frankland, P. and G. Proceed. of the Royal Soc. of London, Vol. XLVII, 1890, p. 296.
140. Gayon et Dupetit. Recherches sur la réduction des nitrates par les infiniment petits. Nancy, 1886.
141. Giltay et Aberson. Archives néerland. T. XXV, 1891, p. 341.
142. Heraeus. Zeitschr. f. Hygiene, I, 1886.
143. Kellner. Landw. Versuchst., XXX, 32.
144. Лебедевъ, А. Зап. Новоросс. Общ. Ест., т. XXXIX.
145. Laurent. Bull. de l'Acad. de Sc. belgique, XXI, 337.
146. Marr, Fr. S. Mitt. d. landw. Inst. d. könig. Univ. Breslau, Bd. 5, H. 1, 1910, p. 639—656.

Ассимиляція атмосфернаго азота.

147. Баранецкій. Объ усвоеніи растеніями свободн. азота. Изв. Кіев. Унив. 1894.
148. Beyerinck. Centralbl. f. Bakteriol., II Abt., 1901, Bd. VII, p. 567.
149. Christensen, H. R. Centralbl. f. Bakter, II Abt., Bd. XVII, 109—119, 161—165, 378—383.
150. Deherain, P. Révue de deux mondes, 1 Mai, 1893.
151. Hellriegel u. Willfarth. Untersuch. über die Stickstoffnahrung der Gramineen u. Leguminosen. Berlin, 1888.
152. Коссовичъ, П. Къ вопросу объ усвоеніи растеніями своб. азота. СПБ. 1895.
153. Краинскій. Журн. Опыт. Агрон. 1908, 689.
154. Krzemienewski, S. Bull. de l'Acad. de Sc. de Cracovie. Novembre, 1908.
155. Lohnis, F. u. Westermann, T. Centralbl. f. Bakteriol., Bd. XXII, 234—254.
156. Виноградскій. Архивъ біолог. наукъ, т. III, вып. 4, 1895.

Десульфуризація.

157. Beyerinck. Centralbl. f. Bakteriol. Bd. I, 1895.
158. Брусиловскій. Отчеты Одесскаго бальнеологич. Общ., вып. IV, 1892.
159. Holschewnikoff. Fortschr. d. Medecin, 1889, № 6.

160. Зелинскій. Журн. русск. физ.-хим. общ., 1893, т. XXV, вып. V.
161. Зильберберг ъ и Вейнберг ъ. Зап. Новор. Общ. Ест., т. XXII, вып. 2, т. XXIII, вып. 1, 1899.

Сѣробактеріи и окисленіе сѣроводорода.

162. Егунов ъ, М. Архивъ біологич. наукъ, т. III, вып. 4, 1895.
163. „ Ежегодн. по геол. и минер. Россіи, т. I, вып. 1, 1896, т. II, вып. 8—9, 1897, т. IV, вып. 3, 1900.
164. „ Труды Общ. Ест. при Варшав. Унив. 1894—95, вып. VIII, засѣд. отд. біологіи 23 марта 1895.
165. „ Centralbl. f. Bakteriol., II, № 1, 1896, №№ 17—18, 1897, № 7, 1898.
166. Виноградскій. Botan. Zeitung, 1887, №№ 31—37.
167. „ Beiträge zur Morphologie u. Physiologie d. Bakterien, H. 1, 1888.

Мобилизація фосфора.

168. Душечкин ъ. Журн. Оп. Агрон., 1911, 12, 666—668.
169. Perotti, R. Staz. sperim. agrar. ital., 1909, 42, 537—552.
170. Северин ъ. Centralbl. f. Bakter., II Abt., 1910, 28, 561—580.
171. Stoklasa. Biochemischer Kreislauf des Phosphat-Jons im Boden. Centralbl. f. Bakteriol., 1911, 29, 385—519.

Превращеніе соединеній желѣза и марганца.

172. Cohn. Beiträge d. Biologie. Bd. I, H. 1, 1870, 1895.
173. Lieske, R. Jahrb. f. wissensch. Botanik. 1911, t. 49, p. 91—127.
174. Molisch. Die Planze in ihren Beziehungen zum Eisen. Jena. 1892.
175. Winogradsky. Botanische Zeitung, 1888, p. 261.
176. Zopf. Entwickelungsgeschichtl. Untersuch. über Crenothrix polyspora. Berlin, 1879.
177. Zopf. Zur Morphologie der Spaltpflanzen. Leipzig, 1882.

Образованіе углекислой извести (и магиезіи).

178. Андрусов ъ. Изв. Имп. Русск. Геогр. Общ., т. XXVIII; Учен. Зап. Имп. Юрьев. Унив., 1897, I.
179. Надсон ъ. Микроорганизмы, какь геолог. дѣятели. Тр. Комиссіи по изслѣд. Славян. минер. озеръ. 1903.

Химическій составъ гумуса.

180. Albert, R. Zeitschr. f. prakt. Geologie, 19, 1911.
181. André. Comptes rendus, CXXVII, p. 414, CXXVIII, p. 513.
182. Baumann. Mitteil. d. K. Bayr. Moorkulturanstalt, 1909, H. 3.
183. Baumann u. Gully. Ibidem, 1910, H. 4.
184. Blacher, C. Chem. Zeit. 1910, 148, 1314.
185. Bemmelen, van. Zeitschr. f. anorg. Chemie, Bd. XXII, p. 339, Bd. XXIII, p. 321.
186. Benni. Zeitschr. f. Naturwissensch, 1896, 69, 145.

187. Berthelot et André. Comptes rendus, CIII, 1886, p. 1101, CV, 1887, p. 1218, CIX, 1889, p. 119, CXI, 1891, p. 189—199, 916—922, 1232—1242, Ann. de Chim. et de phys. 6 série, t. XI, p. 368, 1887, t. XXV, p. 314, 1892.
188. Berzelius. Lehrb. der Chemie, übersetzt von Wöhler, VIII B. 1839.
189. Braun. Die Humussäure in ihrer Beziehung zur Entstehung der festen fossilen Brennstoffe und zur Pflanzenernährung. Darmstadt, 1884.
190. Cameron, F. K. and Breazeale, J. F. Journ. Amer. Chem. Soc. 1904, 26, 42.
191. Chalmot, de. Americ. Chem. Journ. 1894, 16, 299.
192. Detmer. Landw. Versuchstat. Bd. XIV, 1871.
193. Donath. Zeitschr. f. anorg. Chemie, 1909, p. 1491.
194. Дояренко. Изв. Моск. Сельскох. Инст., ч. 6, кн. VI, 1901.
195. Dumont. Comptes rendus, 1897, t. CXXIV, p. 1051.
196. Eggertz. Meddelanden fran konigl. Landbrucks Akad. Experimentalfalt, № 3, 1888, 1—66 (реф. Костычева. Журн. Сельск. Хоз. и Лѣсов. 1889, 162.
197. Ehrenberg, P. Chem. Zeit. 1910, № 130.
198. Fischer, G. Kühn-Archiv, Bd. IV, 1914.
199. Hermann. Erdmann's Journ. f. prakt. Chemie. Bd. XVI, 1839, p. 65, Bd. XXIII, 1841, p. 375, XXV, 1842, p. 189—206, XXVII, 1842, p. 53, 165, XXXIV, 1845, p. 156.
200. Германнъ. Землед. Журн. Моск. Общ. Сельск. хоз., 1836, 1837 гг.
201. Heinze. Landw. Mitteil. f. d. Provinz Sachsen, 1909, 145.
202. Hilgard, E. Wollny. Forsch. 1892, 400.
203. „ u. Jaffa. Agric. Seience, 8, 165.
204. Гавриловъ. Журн. русск. физ.-хим. общ., т. XV.
205. Grandeau. Recherches sur la rôle des matières organiques dans les phenomènes de la nutrition des plantes. Nancy, 1872.
206. Густавсонъ. Двадцать лекцій агроном. химіи, 1888.
207. Hudig. J. M. v. Bemmelen Gedenkbock, 1910.
208. Jodidi, S. L. Journ. Amer. Chem. Soc. 1910, 32, p. 396—410, 1911, 33, p. 1226—1241.
209. Королевъ. Изв. Москов. Сельскохоз. Инст. 1910.
210. Loges. Landw. Versuchstat. 1885.
211. Mach, F. Verhandl. d. Gesellsch. d. Naturtorsch. u. Aerzte, 1903.
212. Miklauz. Zeitschr. f. Moorkult. u. Torfverwert, 1908, p. 285.
213. Michelet u. Sebelien. Chem. Zeit., 1906, 356.
214. Mulder. Erdm. Journ. f. prakt. Chem., Bd. XVI, 1839, p. 495; die Chemie d. Ackerkrume, Bd. I—II, 1863.
215. Нефедовъ. Тр. Имп. Вольн. Экон. Общ., 1894, т. II.
216. Oden Sven. Arkiv för kemi, mineralogie och geologi Bd. 4, № 26, Bd. 5. № 15, Upsala u. Stockholm.
217. Ollech, v. Ueber den Humus u. seine Beziehungen zur Bodenfruchtbarkeit. Berlin, 1890.
218. Pitsch. Landw. Versuchst. 1881, Bd. XXVI.
219. Reinitzer. Botan. Zeit., 1900, 58.
220. Risler. Mémoire sur l'humus. Archives des scien. de la biblioth. de Génève, 1858.
221. Rindell, A. Intern. Mitt. f. Bodenkunde, 1911.
222. Robertson, Irvine, Dobson. The Bio-Chem. Journ. V, II, № 10, Sept. 1910.

223. Robinson, Chas. S. Journ. Amer. Chem. Soc., 1911, 33, 564—568.
224. Родзянко. Труды VIII съѣзда русск. естеств. и врачей, 1890, стр. 146.
225. Руцковъ. Учен. Зап. Имп. Казан. Унив., янв. 1912.
226. Saussure, de. Recherches chimiques sur la végétation. Paris, 1804.
227. Schermbeck, von. Zeitschr. f. prakt. Chemie, 1907, 75, 517.
228. Schreiner, O. and Shorey, E. C. Journ. Americ. Chem. Soc., 1908, 30, pp. 1295, 1599; 1909, 31, 116; 1910, 32, 1674—1680, 1683; 1911, 33, 75—78—80—83.
229. Schreiner, O. and Shorey, E. C. U. S. Depart. Agric. Bureau of soils, Bull. № 74, 1—48.
230. Exper. Stat. Rec., 1911, 24, 524.
231. Schreiner, O. and Lathrop, C. Journ. Amer. Chem. Soc. 1911, 33 1412—1417.
232. Journ. Franklin-Inst. 1911, 172, p. 145—151.
233. Sestini, F. Landw. Versuchst. 1881, 1882 u. 1898.
234. Senft. Die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen, 1862.
235. Shorey, E. C. U. S. Depart. Agric., Bureau of soies, Bull. № 88, 1912, 5—41.
236. Sostegni. Landw. Versuchst. Bd. XXXII, p. 9—14.
237. Sprengel. Kastner's Archiv für die gesammte Naturlehre, 2 Heft.
238. Stoklasa. Zeitschr. landw. Versuchswes. Oesterr. 1898, I, 251.
239. Stein. Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. XXV.
240. Simon. Landw. Versuchst. Bd. XVII, 1875.
241. Stremme, H. Zeitschr. f. prakt. Geolog. 17, 353—355.
242. Süchting, H. Landw. Versuchst., 1909, 70, p. 13.
243. Sullivan, M. X. Journ. Americ. Chem. Soc. 1911, 2035—2042.
244. Suzuki, S. Bull. Coll. Agric. Tokyo Imp. Univ. Japan, 1906, 6, 95; см. также Jahresber. Agricul.-Chemie, 1906, 63.
245. Tacke. Chem. Zeit. 1897, 174.
246. Tacke u. Süchting. Landw. Jahrb. 1911, 47, p. 717—754.
247. Тарховъ. Изв. Петровск. Акад., 1881.
248. Thenard. Comptes rendus, XLIX, p. 290.
249. Tollens. Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch., 30, 2571 (тамъ-же v. Feilitzen).
250. Udranszki. Zeitschr. f. physiolog. Chemie, 1888.
251. Vater. Tharandt. forstl. Jahrb. 1906, 56, 86.
252. Vogel. Ber. d. bayer. Akad. d. Wissensch., 1879.
253. Warrington. Chemie News, LV, p. 1471.
254. Weber, A. C. Abhandl. d. Naturwiss.-Ver. zu Bremen, XVII, 2.
255. Weis, Fr. Centralbl. f. Bakteriol., II Abt. 1910, 28, 434—460.

Зависимость характера гумуса отъ различныхъ условій его образованія.

256. Грачевъ. Журн. оп. агрон., 1902, т. III.
257. Козловскій, С. Матер. по изуч. русск. почвъ, вып. 8.
258. Лесневскій, С. Записки Ново-Алекс. Инст., т. X, вып. 2.

Распредѣленіе микробовъ въ почвахъ.

260. Adametz. Untersuchungen über die nieder. Pilze d. Ackerkrume. Leipzig, 1886.
261. Eberbach. Ueber d. Verhalten d. Bakter. in Boden Dorpats.-Inaug. Diss. Dorpat, 1891.
262. Fränkel. Zeitschr. f. Hygiene. 1887, II, 5, 386.
263. Frank. Tagebl. d. Naturforsch.-Versamml. Berlin, 1886, 289—290.
264. Fülles. Zeitschr. f. Hygiene, 1891. X, 2.
265. Ивановскій. Труды почв. комм., 1891—93, вып. III.
266. Koch, R. Mitteil. aus d. Kais. Gesundheitsamte. Bd. I, 1881.
267. Kramer. Die Bakteriologie in ihrer Beziehung zur Landwirtsch. Wien, 1890.
268. Laurent. Bull. de l'Acad. royale de Belgique. Ser. 3, T. XI, 1886.
269. Maggiora. Giurn. della R. Acad. de Medicina, 1887, № 3; Chem. Centralbl. 1887.
270. Miquel. Annuaire de l'observat. de Monsouris pour l'an. 1882.
271. Papa Kalantarian. Inaugur. Dissert. Leipzig, 1911.
272. Ramann, Remele, Schelhorn, Krause. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes. 1899, Heft X.
273. Reimers. Zeitschr. f. Hygiene, 1889, VII.
274. Remy, Th. Centralbl. f. Bakter. 2 Abt., 1902, Bd. 8.
275. Sachse. Chem. Centratbl. 1889, LX, Bd. II, 169 *u.* 225.
276. Soyka. Prager medicin. Wochenschrift, 1885, № 25.

Условія разложенія органическихъ остатковъ.

277. Wollny, E. Die Zersetzung der organischen Stoffe und die Humusbildungen. 1897. Въ этой монографіи имѣется цѣлый рядъ литературныхъ указаній, къ которымъ мы и отсылаемъ читателя. См. также Fodor. Hygien. Untersuch. über Luft, Boden u. Wasser, 1882.
278. Ключаревъ. Изв. Моск. Сельскохоз. Инст., т. VIII, кн. 2, 1902.
279. Кравковъ, С. Матер. по изуч. русскихъ почвъ, вып. XI.
280. Коссовичъ и Третьяковъ. Журн. опытн. агрон., 1902, III.
281. Никитинскій. Изв. Москов. Сельскохоз. Инст., VIII, кн. 1, 1902.

ГЛАВА II.

Вывѣтриваніе.

Изученіе состава земной коры на различныхъ глубинахъ давно уже приводило изслѣдователей къ заключенію о различіи тѣхъ условій, при которыхъ совершаются химическія реакціи въ породахъ разныхъ глубинъ. Отсюда — естественное желаніе дѣлить земную кору на различные глубинные пояса. Первая попытка въ этомъ направленіи сдѣлана была Седергольмомъ въ 1891 г., затѣмъ Бекке[1]), фанъ Хайзомъ (12) и Корну (7).

Фанъ Хайзъ предлагаетъ дѣленіе толщи земной коры сверху внизъ на два пояса: поясъ катаморфизма и поясъ анаморфизма. Послѣдній разбивается сверху внизъ на три зоны: 1) зона съ низкой температурой и низкимъ давленіемъ; 2) зона съ высокой температурой и среднимъ давленіемъ; 3) зона съ высокой температурой и высокимъ давленіемъ или зона теченія породъ. Поясъ анаморфизма сверху внизъ дѣлится на двѣ зоны: 1) зону вывѣтриванія и 2) зону цементаціи. Границей между двумя зонами является, по представленію фанъ Хайза, уровень грунтовыхъ водъ. Такимъ образомъ, толща земной коры, гдѣ совершаются явленія вывѣтриванія, заключается между земной поверхностью и первымъ уровнемъ подземныхъ водъ. Однимъ изъ основныхъ свойствъ зоны вывѣтриванія фанъ Хайзъ считаетъ то обстоятельство, что углекислота здѣсь вытѣсняетъ кремнекислоту изъ ея соединеній, иначе говоря, здѣсь происходитъ распадъ кремнекислыхъ соединеній, достаточно устойчивыхъ при другихъ условіяхъ.

Для болѣе удобнаго обозрѣнія представляемъ классификацію поясовъ фанъ Хайза въ табличкѣ:

Поясъ катаморфизма	1. Зона вывѣтриванія. — уров. грунт. воды. 2. Зона цементаціи.
Поясъ анаморфизма	1. Зона низкой температуры и низкаго давленія. 2. „ высокой „ средняго „ 3. „ „ „ высокаго „

Корну, въ своей классификаціи, затрогиваетъ лишь поверхностные пояса земной коры, исходя изъ совершенно иныхъ точекъ зрѣнія. По его представленію, зона современнаго вывѣтриванія, т. е. самая поверхностная часть земной коры, — есть царство коллоидовъ, чѣмъ она и отличается отъ остальной толщи той же коры. Образованію коллоидовъ здѣсь способствуютъ постоянно мѣняющіяся условія среды: измѣнчивая температура, мѣняющаяся влажность и пр. На болѣе значи-

[1]) См. Лучицкій. Петрографія, 1910, стр. 241.

тельныхъ глубинахъ, гдѣ существуютъ постоянныя условія: постоянная температура, постоянное давленіе,—идетъ образованіе кристаллическихъ тѣлъ (см. стр. 4 предисл.). Послѣдній процессъ Корну называетъ вѣковымъ вывѣтриваніемъ. Гдѣ лежитъ граница между поясомъ современнаго и поясомъ вѣкового вывѣтриванія, Корну опредѣленноне указываетъ. Изъ его опредѣленій можно было бы заключить, что кристалличность продуктовъ распада первичныхъ минераловъ или минераловъ материнскихъ породъ слѣдуетъ поставить въ связь съ постоянными условіями реакцій, т. е. отграничить зону поверхностнаго или современнаго вывѣтриванія отъ зоны вѣкового вывѣтриванія поясомъ постоянной температуры. Самъ авторъ, употребляя терминъ вѣковое, придаетъ, очевидно, извѣстное значеніе продолжительности процессовъ распада. Наряду съ этимъ Корну допускаетъ возможность самопроизвольнаго превращенія коллоидовъ въ кристаллическое вещество. Если это такъ, то возможно ожидать, что тамъ, гдѣ процессъ вывѣтриванія совершается продолжительно, коллоидальныя вещества могутъ превратиться въ концѣ концовъ въ кристаллическія, а такъ какъ послѣдвія, по указаніямъ Корну, имѣютъ тотъ-же составъ, что и гели, то, очевидно, въ этомъ случаѣ можетъ изчезнуть всякое различіе между поверхностнымъ и вѣковымъ вывѣтриваніемъ.

Намъ представляется, что при обсужденіи процесса вывѣтриванія необходимо различать двѣ стороны совершающагося процесса. Когда въ природѣ подвергается вывѣтриванію какой либо сложный алюмосиликатъ, то, съ одной стороны, отъ него нѣкоторыя составныя части отщепляются, переходя въ растворъ или псевдорастворъ. Съ другой стороны, на мѣстѣ остается отъ того-же алюмосиликата остатокъ. Этотъ процессъ продолжается до тѣхъ поръ, пока не получится такой остатокъ, который, при данныхъ условіяхъ, становится неподвижнымъ въ химическомъ смыслѣ. Несомнѣнно, что не только тѣ вещества, которыя отъ алюмосиликата отщепились, но и тѣ, которыя остались на мѣстѣ, суть продукты вывѣтриванія. На эту послѣднюю группу Корну, однако, обращаетъ сравнительно меньше вниманія, чѣмъ на первую. Говоря о сѣрой корѣ вывѣтриванія базальта, авторъ находитъ тамъ „кремнеглиноземистые гели и гели гидратовъ окиси желѣза, смѣшанные съ магиезіально- и желѣзисто-силикатными гелями“. Эти гели являются продуктами отщепленія, но кромѣ нихъ есть и минералы, отъ которыхъ отщепились эти гели, а что они собою представляютъ, изъ данныхъ Корну не видно.

Если мы остановимся первоначально на первой группѣ продуктовъ вывѣтриванія, то вполнѣ присоединяясь къ мнѣнію Корну, что изъ нихъ могутъ получаться гели, и что нѣкоторые изъ такихъ продуктовъ могутъ находиться, при извѣстныхъ условіяхъ, и въ золеобразномъ состояніи

(кремнекислота, гидраты окиси желѣза и пр.), мы, однако, не можемъ признать, чтобы такое положеніе было обязательно для всѣхъ, безъ исключенія, продуктовъ вывѣтриванія этой группы. И самъ Корну вноситъ оговорку въ томъ смыслѣ, что простыя соединенія при вывѣтриваніи, какъ углекислая известь, гипсъ и пр. могутъ являться въ кристаллическомъ видѣ. Отмѣтимъ, что фанъ Беммеленъ находилъ въ болотныхъ почвахъ кристаллическіе сидеритъ и вивіанитъ[1]), что Палла[2]) въ такихъ же болотныхъ образованіяхъ констатировалъ присутствіе марказита.

Что касается второй группы продуктовъ вывѣтриванія — группы остающихся на мѣстѣ, неподвижныхъ въ химическомъ смыслѣ, веществъ, не дающихъ ни растворовъ, ни псевдорастворовъ, то и ея представители нерѣдко бываютъ кристаллическими. Примѣровъ сейчасъ приводить не будемъ; они будутъ указаны въ дальнѣйшемъ изложеніи.

Изъ всего сказаннаго слѣдуетъ, что вывѣтриваніе не есть исключительно образованіе гелей, подобно тому какъ образованіе минеральныхъ гелей совершается въ природѣ не только благодаря процессамъ вывѣтриванія: аналогичныя группы выдѣляются нерѣдко и изъ водъ термальныхъ источниковъ, на что указываетъ, между прочимъ, и Корну. Поэтому, выдвигать на первый планъ образованіе коллоидовъ, какъ наиболѣе характерный признакъ зоны вывѣтриванія, едва-ли правильно.

Фанъ Хайзъ характеризуетъ зону вывѣтриванія, какъ поясъ, гдѣ идутъ реакціи окисленія, образованія углесолей, гидратаціи и растворенія, гдѣ углекислота, какъ уже отмѣчено выше, вытѣсняетъ кремнеземъ изъ его соединеній, но оговаривается, что при исключительной влажности въ этой зонѣ могутъ итти реакціи раскисленія, а при высокой температурѣ и постоянной сухости—и реакціи дегидратаціи. Общій результатъ вывѣтриванія можетъ быть характеризованъ, какъ распадъ, разложеніе и раствореніе; въ конечномъ итогѣ различныя механическія и химическія измѣненія, размягченіе и дегенерація породъ. Минералы, которые при этомъ образуются, немногочисленны, просты по составу и обычно недостаточно хорошо окристаллизованы.

Въ этомъ опредѣленіи фанъ Хайза мы, вмѣсто углесолей, поставили бы слова „простыхъ солей“ и добавили бы возможность образованія коллоидовъ.

Сравнивая между собой процессы гумификаціи и процессы вывѣтриванія, мы замѣчаемъ нѣкоторыя аналогіи. Какъ тамъ, такъ и здѣсь наблюдается упрощеніе состава, въ обоихъ случаяхъ совершается образованіе простыхъ солей, образуются коллоидальные продукты. Въ даль-

---

[1]) van Bemmelen. Zeitschr. f. anorgan. Chemie. Bd. XXII.

[2]) Palla, E. Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. 1887, II, 5.

нѣйшемъ мы увидимъ, что параллельно малоподвижнымъ веществамъ гумуса (смолы, воскъ, частью жиры) существуютъ и малоподвижные продукты вывѣтриванія; какъ тамъ, такъ и здѣсь находимъ промежуточные продукты распада.

Прежде чѣмъ мы перейдемъ къ болѣе детальному знакомству съ явленіями вывѣтриванія, отмѣтимъ еще одну попытку болѣе подробнаго дѣленія поверхностной части земной коры на глубинные пояса. Эта попытка принадлежитъ Лангу (14), который предлагаетъ слѣдующую схему:

1. Зона вывѣтриванія (дѣйствіе преимущественно механическихъ силъ).
2. Зона окисленія (дѣйствіе кислорода).
3. Зона цементаціи (граница между кислородной зоной и зоной углекислой).
4. Зона діагенеза (дѣйствіе углекислоты).
5. Первичная зона.

Попытка эта едва ли можетъ считаться удачной, во первыхъ, потому, что нѣтъ такой зоны, гдѣ бы работали преимущественно механическія силы, а во вторыхъ, и потому, что раздѣлить области дѣйствія кислорода и углекислоты едва-ли возможно.

Процессы вывѣтриванія вообще зависятъ отъ многихъ факторовъ, дѣйствующихъ то чисто механически, то химически. Можно выдѣлять въ особый типъ и органическое вывѣтриваніе, то есть тѣ процессы, которые совершаются при посредствѣ организмовъ и продуктовъ ихъ разложенія, въ частности, веществъ гумуса, хотя и въ органическомъ вывѣтриваніи можно усмотрѣть тѣ же двѣ стороны, т. е. химическую и механическую. Отдѣльныя стороны одного и того-же процесса вывѣтриванія чаще всего комбинируются и дѣйствуютъ совмѣстно, хотя извѣстны случаи, когда перевѣсъ беретъ та или другая.

Если въ природѣ мы и не можемъ зачастую обособить результаты каждаго изъ указанныхъ только что отдѣльныхъ процессовъ, то въ изложеніи это не только возможно, но и желательно, такъ какъ этимъ путемъ удастся отмѣтить то существенное, что отличаетъ одни процессы отъ другихъ. Въ виду сказаннаго, мы послѣдовательно разсмотримъ механическое, химическое и органическое вывѣтриваніе.

Механическое вывѣтриваніе.

Главнѣйшими факторами механическаго вывѣтриванія являются колебаніе температуры, замерзающая вода и кристаллизующіяся изъ растворовъ соли.

Непосредственное нагрѣваніе горныхъ породъ солнечными лучами вызываетъ расширеніе входящихъ въ составъ породы минераловъ, луче-

испусканіе ночью влечетъ за собой сжатіе тѣхъ же минераловъ, что и обусловливаетъ, въ концѣ концовъ, появленіе трещинъ.

О величинѣ расширенія породъ при нагрѣваніи могутъ дать представленіе слѣдующія цифровыя данныя Бартлета (26) (см. также Adie, 25):

Гранитъ	0,00000268	дюйм. на 1 ф. при нагрѣв. на 1° Ц.
Мраморъ	0,000003149	„ „ „ „
Песчаникъ	0,000005295	„ „ „ „

Степень нагрѣванія породы зависитъ: 1) отъ теплоемкости породъ, 2) отъ ихъ теплопроводности, 3) отъ окраски, 4) отъ того, какая часть тепла тратится на работу внутри породы и 5) отъ общаго количества тепла, доставляемаго путемъ инсоляціи. При оцѣнкѣ общаго количества тепла, доставляемаго путемъ инсоляціи, необходимо принимать во вниманіе и условія залеганія поверхностей горной породы (отношеніе къ странамъ свѣта, величина угла паденія къ горизонту [1]).

Теплоемкость горныхъ породъ и минераловъ вообще значительно ниже воды, но для различныхъ минераловъ и породъ неодинакова. Ея величины, по опредѣленіямъ Ульриха (45), колеблются, въ среднемъ, между 0,1627 и 0,2372.

Вліяніе окраски горныхъ породъ на степень ихъ нагрѣванія выражается въ томъ, что темноцвѣтныя породы, при прочихъ равныхъ условіяхъ, нагрѣваются сильнѣе, чѣмъ свѣтлоокрашенныя. Отсутствіе въ лѣтніе періоды снѣга на высокихъ плоскогорахъ Арменіи и быстрое развитіе тамъ растительности ставится въ связь съ нахожденіемъ на нихъ темноцвѣтныхъ вулканическихъ туфовъ. Окраска горныхъ породъ, оказывая вліяніе на степень ихъ нагрѣванія, обусловливаетъ въ тоже время и характеръ ихъ растрескиванія. Какъ увидимъ ниже, одноцвѣтныя породы распадаются иначе чѣмъ разноцвѣтныя.

Теплопроводность горныхъ породъ вообще не велика, но далеко не одинакова для всѣхъ, какъ можно видѣть изъ слѣдующей таблички, гдѣ для сравненія помѣщена величина теплопроводности мѣди.

Сѣрый мелкозернистый мраморъ	3.48
Бѣлый крупнозернистый мраморъ	2.78
Гипсъ	0.33—0.52
Мѣдь	69.0

При нагрѣваніи породъ часть теплоты можетъ тратиться на испареніе воды, находящейся въ порахъ и трещинахъ горныхъ породъ, откуда ясно, что чѣмъ суше климатъ, чѣмъ меньше влаги содержатъ породы, тѣмъ сильнѣе, при прочихъ равныхъ условіяхъ, онѣ нагрѣваются.

[1]) По этому вопросу см. „тепловыя свойства почвы“.

Что касается суммы тепла, доставляемой путемъ инсоляціи, то она, разумѣется, тѣмъ больше, чѣмъ ближе къ экватору находится мѣстность. Такимъ образомъ, наилучшими условіями для механическаго разрушенія горныхъ породъ съ помощью нагрѣванія и охлажденія должны обладать жаркія пустыни субтропическихъ широтъ, гдѣ влажность воздуха и годовое количество осадковъ ничтожны, а степень инсоляціи велика.

О растрескиваніи горныхъ породъ въ пустыняхъ, подъ вліяніемъ рѣзкихъ колебаній температуры, сообщаютъ многіе путешественники; нѣкоторымъ изъ нихъ удавалось слышать и особые звуки, которыми сопровождается образованіе трещины (Livingston, 34; см. также Oppenheim, 37).

Титце (44), путешествовавшій по Персіи, указываетъ на появленіе, подъ вліяніемъ перемѣнъ температуры, трещинъ и разсѣлинъ, на распаденіе горныхъ породъ на обломки и на образованіе цѣлыхъ массъ такихъ обломковъ. По сообщенію Филиппи (38), въ Атакамѣ охотники принуждены бываютъ надѣвать обувь своимъ собакамъ, чтобы послѣднія не испортили ногъ, перебѣгая по острымъ обломкамъ горныхъ породъ, оторванныхъ отъ сплошныхъ массъ, благодаря колебаніямъ температуры. Фраасъ (30) наблюдалъ растрескиваніе и распаденіе на куски кремней подъ своими ногами.

Интересны также наблюденія Обручева (36) въ Центральной Азіи. Климатическія условія центрально-азіатской пустыни таковы: въ лѣтніе періоды поверхность породъ днемъ нагрѣвается до 60—70°, — темноцвѣтныя породы нельзя даже удержать въ рукѣ, — ночью же температура ихъ падаетъ до 20—25°. Зимой тѣ же породы не нагрѣваются за день выше 15—20°, но зато ночью онѣ охлаждаются до 20—25°, а мѣстами даже до 35—40° ниже нуля. Въ этихъ случаяхъ работаетъ также и замерзшая вода.

Характеръ распаденія породъ подъ вліяніемъ рѣзкихъ перемѣнъ температуры всецѣло зависитъ отъ сложенія и структуры самой породы, въ силу чего можно различать нѣсколько типовъ разрушенія породъ.

Плотныя или мелкозернистыя породы, какъ напримѣръ, многіе известняки, кварциты, фельзиты, порфиры и порфириты, въ которыхъ нѣтъ рѣзко обособляющихся по величинѣ элементовъ и преобладаетъ однородная основная масса, а также и базальты, мелкозернистые граниты, діабазы и діориты разсѣкаются съ поверхности трещинами, часто незамѣтными для простого глаза. Однако, если ударить молоткомъ по утесу, сложенному, повидимому, свѣжей породой, послѣдняя тотчасъ же разсыпается на куски и кусочки. То же явленіе разсыпанія происходитъ въ природѣ и естественно, по мѣрѣ расширенія трещинъ, почему у подножія утесовъ наблюдаются нерѣдко мощныя розсыпи,

состоящія изъ угловатыхъ обломковъ. Такимъ образомъ разрушаются до конца громадные утесы, такъ же распадаются и гальки, и часто можно наблюдать мелкіе куски, повидимому, цѣльные, но при сдавливаніи въ рукѣ тотчасъ же распадающіеся на части.

Тонкослоистыя породы, каковы сланцы, мелкозернистые гнейсы, сланцеватые песчаники и известняки, распадаются на тонкія пластинки, и рѣдко можно найти утесъ, на поверхности котораго не лежали бы массы этихъ пластинокъ и листковъ, напоминающихъ черепки.

Мягкія и однородныя породы: глины, мергеля распадаются на мелкіе остроугольные обломки, часто кубической формы, величиной въ грецкій орѣхъ и мельче, или же на округлоугловатыя зерна и пыль.

Нѣкоторые плотные известняки и нѣкоторые граниты, преимущественно одноцвѣтные (бѣлые или розовые), разслаиваются на чрезвычайно тонкія пластинки. Явленіе это Вальтеръ объясняетъ тѣмъ, что поверхностные слои имѣютъ большую амплитуду колебаній температуры чѣмъ болѣе глубокіе, и эти слои, съ большей амплитудой колебаній отдѣляются трещиной отъ глубже лежащихъ слоевъ, но, очевидно, такое объясненіе не достаточно, такъ какъ тогда этотъ способъ разслаиванія наблюдался бы и на цѣломъ рядѣ другихъ однородныхъ породъ.

Крупнозернистыя породы, каковы многіе граниты, гнейсы, діориты, діабазы, крупнозернистые гранитовые порфиры, песчаники и конгломераты разрушаются наиболѣе сильно, такъ какъ отдѣльные элементы такихъ породъ расширяются и сжимаются различно, обладая различной теплоемкостью и различными коэффиціентами расширенія. При разрушеніи всѣ такія породы разсыпаются въ дресву или песокъ, и тогда распаденіе идетъ на большую глубину.

Разрушенію горныхъ породъ въ пустыняхъ способствуетъ и работа песчинокъ, передвигаемыхъ вѣтромъ, Дѣйствіе шлифующихъ песчинокъ также проявляется различнымъ образомъ, въ зависимости отъ характера шлифуемыхъ породъ.

Породы со скрытозернистой структурой, какъ роговики и фельзиты, однородныя и твердыя, не столько царапаются, сколько шлифуются, и потому обыкновенно являются съ наиболѣе блестящей поверхностью. Близки къ этимъ породамъ и кварциты, сплошной или мелкозернистой структуры, поверхность которыхъ представляется иногда какъ бы шагреневой.

Породы порфировой структуры даютъ поверхность, усѣянную какъ бы оспинами; послѣднія соотвѣтствуютъ тѣмъ мѣстамъ, гдѣ находились болѣе мягкія зерна полевыхъ шпатовъ.

Мелкозернистые песчаники, довольно плотные и твердые, даютъ шероховатую поверхность, почти безъ всякаго блеска. Породы гранитовой структуры (граниты, сіениты, габбро, діо-

риты) образуютъ бугорчатую поверхность. Самые выдающіеся бугорки принадлежатъ зернамъ кварца, какъ наиболѣе противостоящимъ разрушенію. Меньшей высотой отличаются бугорки полевого шпата, а углубленія соотвѣтствуютъ чешуйкамъ слюды и зернамъ авгитовъ и роговыхъ обманокъ.

Породы съ жилками кварца и известковаго шпата отшлифовываются такимъ образомъ, что кварцевыя жилки выступаютъ на фонѣ породы въ видѣ гребешковъ, а жилки известковаго шпата въ видѣ желобковъ.

Тонкослоистыя кремнистыя и кварцевыя породы получаютъ ребристую поверхность, въ зависимости отъ неодинаковой твердости различныхъ слоевъ.

Сланцеватыя породы расщепляются на тонкіе листочки, отдѣляемые другъ отъ друга желобками. Известняки, наконецъ, получаютъ бугорчатую и въ то же время сглаженную (шлифованную) поверхность. Вообще же можно сказать, что болѣе мягкія породы песокъ точитъ, а болѣе твердыя — шлифуетъ и полируетъ.

Особенно многочисленны наблюденія Вальтера (46—48) надъ разрушеніемъ породъ въ различныхъ пустыняхъ и вообще надъ явленіями вывѣтриванія, переноса и отложенія пустыннаго матеріала. Вальтеръ также наблюдалъ появленіе трещинъ на самыхъ разнообразныхъ горныхъ породахъ. Трещина проникаетъ постепенно въ глубину, такъ что нерѣдко можно видѣть гальки съ трещинами, дошедшими только до половины. Часто цѣлая система трещинъ разбиваетъ породу по различнымъ направленіямъ. На известнякѣ и гранитныхъ скалахъ наблюдаются зачастую периферическія трещины, которыя отдѣляютъ отъ породы концентрическія оболочки. Эти оболочки иногда имѣютъ толщину листа бумаги, иногда же являются въ видѣ корокъ до 10 сантим. толщиной [1]).

Радіальныя трещины, по Вальтеру, появляются при охлажденіи нагрѣтой породы, а периферическія — при нагрѣваніи. Интересны для даннаго вопроса приводимые имъ опыты Зикенбергера. Послѣдній нагрѣвалъ на песчаной банѣ три кремневыхъ гальки пустыни. При температурѣ въ 60° Ц. одна галька распалась на двѣ части, при 80° обѣ половины такъ же, какъ и остальныя гальки, образовали скорлуповатыя оболочки, соотвѣтствующія своимъ изгибомъ наружной поверхности галекъ, при 100° отъ всѣхъ трехъ галекъ остались только пластинчатые, ланцетовидные или напоминающіе остріе ножа обломки, часто очень тонкіе и острые по краямъ. По своимъ формамъ многіе изъ нихъ напоминали тѣ кремневые обломки, которыми пользовался, въ качествѣ домашнихъ инструментовъ и орудій для охоты, палеолитическій человѣкъ.

[1]) См. также Steeruwitz (41).

Гальки пустынныхъ областей, обтачиваясь и шлифуясь песчинками, превращаются въ типичные для пустынь трехгранники.

Иногда въ разрушеніи горныхъ породъ пустыни принимаютъ участіе и соли. Притягивая ночью небольшія количества влаги, соли, находящіяся на поверхности, переходятъ въ растворъ, который просачивается въ мелкія трещинки. Дневное нагрѣваніе заставляетъ соли вновь кристаллизоваться въ трещинахъ, что влечетъ за собой дальнѣйшее расширеніе послѣднихъ.

Явленія механическаго разрушенія породъ, особенно типичныя для пустынь, гдѣ амплитуда колебаній температуры можетъ достигать нѣсколькихъ десятковъ градусовъ [1]) наблюдается, однако, и въ полярныхъ странахъ. Въ Гренландіи, по даннымъ Дригальскаго (29), лучи солнца способны довольно значительно нагрѣвать горныя породы, въ то время какъ температура воздуха остается невысокой. Порой разница между температурой нагрѣтой скалы и воздуха достигаетъ 20° Ц. Нагрѣтые верхніе слои округленныхъ скалъ расширяются и отщепляются отъ холоднаго внутренняго ядра, издавая при этомъ особый звукъ; послѣ этого наружные куски отпадаютъ, и такимъ образомъ скала постепенно разрушается.

Ту работу, которая въ пустынныхъ областяхъ совершается кристаллизаціей солей, въ умѣренныхъ и особенно холодныхъ широтахъ производитъ замерзающая вода, забирающаяся по трещинамъ даже въ очень плотныя породы. Непосредственныя опредѣленія показываютъ, что даже тѣ горныя породы, которыя практически считаются водонепроницаемыми, содержатъ въ себѣ большія или меньшія количества воды. Сильное охлажденіе породы, вызывая замерзаніе воды въ трещинахъ, создаетъ силу, способную произвести громадную работу. Объ этой силѣ можно судить по общеизвѣстному опыту, въ которомъ толстостѣнное чугунное ядро, наполненное водой, разрывается на куски при охлажденіи ниже 0°.

На отвѣсныхъ скалахъ наблюдается нерѣдко образованіе массы обломковъ, благодаря дѣйствію мороза. Явленіе происходитъ чаще всего въ весенніе мѣсяцы по утрамъ. Кусокъ породы, оторванный силой замерзшей воды, удерживается на нѣкоторое время, при помощи того-же льда, въ связи съ остальной породой. Дѣйствіемъ солнечныхъ лучей ледъ расплавляется, и кусокъ породы, не удерживаемый болѣе ничѣмъ, падаетъ внизъ.

Тулэ (43) наблюдалъ на берегахъ одной изъ бухтъ Ньюфаундленда механическое разрушеніе породъ, связанное съ приливами и

[1]) См. Harding (31), Schirmer (39), Dastague (28), Shaler (40).

отливами. Зимой, во время прилива, вода заполняетъ всѣ поры и трещины береговыхъ породъ, и такъ какъ воздухъ въ это время холодный, то вода при отливѣ замерзаетъ въ трещинахъ, и результатомъ этого является постоянное образованіе обломковъ, во множествѣ усѣивающихъ берегъ. Насколько быстро происходитъ распаденіе породъ подъ вліяніемъ мороза, свидѣтельствуютъ наблюденія Штейнегера на одномъ изъ острововъ Берингова моря. Изслѣдователь посѣтилъ юго-восточную оконечность острова, мысъ Толстой, первый разъ въ сентябрѣ 1882 года и замѣтилъ между обломками горныхъ породъ, лежавшихъ у подножія утеса, одинъ кусокъ породы, имѣвшій болѣе 6 футовъ въ діаметрѣ; на немъ не было и слѣдовъ растрескиванія. Возвратившись сюда въ апрѣлѣ 1883 года, онъ могъ видѣть только многочисленные обломки кубической формы съ острыми ребрами и съ одинаковыми приблизительно размѣрами, около 2 дюймовъ. О скорости вывѣтриванія въ арктическихъ странахъ, благодаря дѣйствію замерзающей въ трещинахъ воды, имѣются также указанія въ работѣ Tarr'a [1]) (42).

Механическое вывѣтриваніе, рѣзко замѣтное въ пустынныхъ областяхъ и арктическихъ странахъ, не столь рѣзко обнаруживается въ широтахъ умѣренныхъ, во-первыхъ, потому, что оно сочетается здѣсь съ химическимъ и органическимъ вывѣтриваніемъ, а во-вторыхъ, и потому, что значительныя пространства этихъ широтъ покрыты рыхлыми наносами. Однако, внимательнѣе присматриваясь къ такимъ областямъ, гдѣ на поверхность выходятъ твердыя коренныя породы, нетрудно видѣть, что и здѣсь механическое вывѣтриваніе является очень часто наиболѣе существеннымъ процессомъ почвообразованія и обыкновенно идетъ рука объ руку, или даже впереди химическаго и органическаго вывѣтриванія.

Только въ обильно увлажняемыхъ тропическихъ странахъ механическое вывѣтриваніе сильно маскируется энергичнымъ химическимъ разложеніемъ. Но и въ тропическихъ областяхъ механическое вывѣтриваніе встрѣчаетъ благопріятныя условія въ рѣзкихъ измѣненіяхъ температуры поверхностныхъ породъ. Максимальная температура, которая опредѣлялась на земной поверхности въ тропинкахъ была 84,6° Ц., тогда какъ температура тропическаго дождя не превышаетъ 23° Ц. Такимъ образомъ получается громадная амплитуда въ 60°, значеніе которой въ процессахъ механическаго вывѣтриванія легко понимается, на основаніи предыдущаго.

Химическое вывѣтриваніе.

Факторами химическаго вывѣтриванія являются воздухъ, вода и различные водные растворы. Дѣйствіе воздуха обусловливается содержаніемъ въ немъ кислорода, благодаря которому въ природѣ совершается рядъ

[1]) О дѣйствіи мороза см. также Kerr (33) и Davison, C. (27).

окислительныхъ процессовъ, и содержаніемъ углекислоты. Дѣйствіе воды выражается въ гидратаціи, раствореніи и разложеніи различныхъ минеральныхъ соединеній. Въ природѣ обыкновенно дѣйствуетъ не чистая вода, а различные слабые водные растворы. Чаще всего при обсужденіи процессовъ вывѣтриванія можно говорить о работѣ воды, содержащей углекислоту. Въ поверхностныхъ горизонтахъ земной коры углекислота образуется въ значительныхъ количествахъ, благодаря разсмотрѣннымъ выше процессамъ гумификаціи, а также благодаря жизнедѣятельности корней растеній. Въ зависимости отъ различныхъ условій (температуры, влажности, воздухопроницаемости почвы, количества разлагающихся органическихъ веществъ, количества и степени развитія растеній, живущихъ на данномъ мѣстѣ, силы вѣтра и пр.), количества углекислоты въ поверхностныхъ слояхъ земной коры могутъ быть различны, но во всякомъ случаѣ этотъ воздухъ содержитъ значительно больше углекислаго газа чѣмъ атмосферный, при чемъ количество углекислоты при углубленіи возрастаетъ. Поэтому и просачивающаяся атмосферная вода насыщается углекислотой и становится болѣе энергичнымъ растворителемъ чѣмъ чистая вода. Если къ водѣ присоединяются и растворимыя органическія кислоты, то энергія этого природнаго реактива еще значительнѣе повышается. Повышаетъ эту энергію и возрастаніе температуры. Реакціи, производимыя атмосферной водой, могутъ еще болѣе усложняться, если эта послѣдняя содержитъ въ растворѣ различныя соли.

Результаты работы воды, углекислой воды и различныхъ органическихъ кислотъ и ихъ производныхъ могутъ изслѣдоваться двоякимъ способомъ: съ одной стороны, можно штудировать непосредственно въ природѣ превращеніе въ поверхностныхъ горизонтахъ земной коры однихъ минераловъ въ другіе, выясняя химическимъ анализомъ различіе состава первоначальнаго минерала или породы и продуктовъ ихъ разложенія, съ другой стороны, можно въ лабораторіи испытывать дѣйствіе на различные минералы и горныя породы указанныхъ выше реактивовъ.

Переходя къ фактической сторонѣ накопившагося въ литературѣ по вопросахъ химическаго вывѣтриванія матеріала, мы разсмотримъ первоначально данныя лабораторныхъ изслѣдованій, а затѣмъ уже обратимся къ наблюденіямъ въ природѣ и аналитической провѣркѣ этихъ наблюденій.

Опытныя данныя о химическомъ дѣйствіи воды и растворовъ на минералы и горныя породы.

Еще старые опыты Дюроше (63) показали, что различные минералы способны поглощать воду. Онъ держалъ 4 года подъ стекляннымъ колпакомъ во влажномъ воздухѣ ортоклазъ, санидинъ, альбитъ,

олигоклазъ, слюду, роговую обманку, авгитъ, магнетитъ, желѣзный блескъ, пиролюзитъ и браунитъ и нашелъ, что всѣ эти минералы поглощаютъ воду. Количество воды, выдѣляющейся между 15 и 100° Ц. возросло до О. 38%, между 100° и темнокраснымъ каленіемъ — отъ 0.05 (полевой шпатъ) до 2.66% (слюда) и между 100° Ц. и ярко краснымъ каленіемъ — отъ 0.02 до 0.23%.

Опыты Лемберга съ дѣйствіемъ воды на силикаты при высокой температурѣ также привели его къ заключенію, что силикаты при этихъ условіяхъ гидратизируются.

Опыты Джонстона (81), въ которыхъ изучалось дѣйствіе воды и воды, насыщенной углекислотой, на минералы изъ группы слюдъ, показали, что эти минералы поглощаютъ воду, при чемъ измѣняютъ свои физическія свойства. Такъ, напримѣръ, мусковиты, содержащіе до 2,5% воды, отличаются высокой эластичностью, а гидромусковиты, съ 4 и болѣе процентами воды, имѣютъ сгибающіеся листочки. Приводимъ параллельные анализы мусковитовъ, произведенные Джонстономъ.

I. Свѣжій мусковитъ.
II. Мусковитъ, пролежавшій годъ въ дестиллированной водѣ, } Гидромусковиты.
III. Тоже — въ углекислой водѣ. }
IV. Свѣжій біотитъ.
V. Біотитъ, лежавшій годъ въ водѣ.
VI. „ „ „ „ углекислой водѣ.

	I	II	III	IV	V	VI
SiO_2	47,76	46,95	46,33	41,02	40,79	42,10
Al_2O_3	35,13	34,45	34,86	17,99	16,81	19,45
Fe_2O_3	—	—	—	10,50	9,85	8,20
FeO	3,95	3,84	3,69	—	—	—
MgO	0,80	0,77	0,83	20,04	18,90	17,35
K_2O	9,91	9,62	9,85	9,35	7,99	8,14
Na_2O	сл.	сл.	сл.	сл.	сл.	сл.
H_2O	2,43	4,19	4,42	1,71	5,52	5,83

Изъ сообщенныхъ данныхъ можно сдѣлать заключеніе, что поглощенная силикатами вода первоначально растворяется въ минералѣ, но, что этимъ дѣло не оканчивается.

Какъ изъ этихъ и другихъ опытовъ Джонстона (82,83), такъ и изъ приводимыхъ ниже данныхъ можно сдѣлать выводъ, что, вскорѣ послѣ соприкосновенія съ водой, начинается глубокое измѣненіе химическаго состава минерала, не имѣющее, однако, ничего общаго съ процессами прямого растворенія.

Старые опыты Кеннготта (84) и Гофманна (80) и болѣе новые — Дёльтера (59), Клэрка (53) и Штейгера, Zambonini (104) показали, что щелочные и щелочно-земельные алюмосиликаты обнаруживаютъ, при взбалтываніи съ водой, щелочную реакцію. Штейгеръ

обрабатывалъ 5 грам. тонко измельченнаго порошка минераловъ 500 куб. сантим. воды въ колбѣ въ теченіе одного мѣсяца. Затѣмъ жидкость отфильтровывалась и титровалась, въ присутствіи метилоранжа, соляной кислотой. Количество протитрованной щелочи для всѣхъ изслѣдованныхъ минераловъ вычислялось затѣмъ, какъ Na_2O, и полученныя величины сравнивались. Въ прилагаемой ниже таблицѣ цифры расположены въ убывающемъ порядкѣ:

Пектолитъ	0,57%
Мусковитъ	0,32%
Натролитъ	0,30%
Флогопитъ	0,18%
Лепидолитъ	0,18%
Элеолитъ	0,16%
Гейландитъ	0,13%
Ортоклазъ	0,11%
Анальцимъ	0,10%
Олигоклазъ	0,09%
Альбитъ	0,07%
Вернеритъ	0,07%
Лейцитъ	0,06%
Стильбитъ	0,05%
Шабазитъ	0,05%

Щелочная реакція силикатовъ обусловливается, очевидно, тѣмъ, что вода, дѣйствуя на минералъ, вступаетъ въ концѣ-концовъ въ химическое взаимодѣйствіе съ послѣднимъ, при чемъ щелочный или щелочноземельный металлъ замѣщается водородомъ. Судя по тому, что минералъ при этомъ можетъ содержать какія угодно количества воды, нужно думать что реакція протекаетъ постепенно, т. е. замѣщеніе металла водородомъ можетъ итти въ любыхъ количествахъ.

Реакція, однако, протекаетъ въ большинствѣ случаевъ сложнѣе, такъ какъ замѣчается, что, наряду съ обогащеніемъ минерала водой и отщепленіемъ щелочи, или, правильнѣе, замѣщеніемъ металловъ основаній водородомъ, происходитъ частичный распадъ минерала.

Еще въ 1835 году Форхгаммеръ (70) показалъ, что если порошокъ ортоклаза подвергнуть нагрѣванію съ водой въ папиновомъ котлѣ при температурѣ 125—222°, то отдѣляется силикатъ калія. Братья Роджерсъ (95), дѣйствуя углекислой водой на ортоклазъ и цѣлый рядъ другихъ минераловъ (серпентинъ, хлоритъ, роговая обманка и пр.), показали, что въ водный растворъ переходятъ щелочи, щелочныя земли, кремнеземъ и глиноземъ, однако, не въ тѣхъ отношеніяхъ, какія существуютъ въ минералахъ, послужившихъ для опытовъ. Позже съ ортоклазомъ производили опыты Добрэ (56), Стоклаза (102), которые, какъ и предыдущіе изслѣдователи, констатировали переходъ въ растворъ щелочей, кремнезема и нѣкотораго количества глинозема.

По новѣйшимъ даннымъ Cushman'a и Hubbard'a (55), дѣйствіе воды на ортоклазъ ускоряется, если обработку водой вести совмѣстно съ растираніемъ порошка силиката, ибо образующійся на поверхности зеренъ минерала продуктъ разложенія, обволакивая зерно тонкой пленкой, преграждаетъ доступъ воды къ свѣжему минералу. Ускоряетъ реакцію также прибавка къ водѣ электролита и электролизъ.

Авторы приходятъ, между прочимъ, къ заключенію, что всего количества отщепляющейся щелочи, при дѣйствіи воды, получить въ растворѣ нельзя, такъ какъ часть калія адсорбируется продуктомъ вывѣтриванія, который они считаютъ коллоиднымъ глинистымъ силикатомъ. Въ этомъ послѣднемъ заключенін сказывается, несомнѣнно, нѣкоторое увлеченіе коллоидами, сдѣлавшееся весьма замѣтнымъ въ различныхъ областяхъ изслѣдованія, послѣ того какъ на коллоиды вообще обратили вниманіе и химія коллоидовъ стала дѣлать быстрые успѣхи. По нашему мнѣнію, нѣтъ никакихъ данныхъ для такого вывода и наблюдающіеся факты могутъ быть объяснены и безъ всякаго участія колловдовъ и адсорбціи, какъ это будетъ видно дальше.

Неправильныя заключенія дѣлаются затѣмъ и въ работѣ Функа (71), который показалъ, что вода изъ порошка полевого шпата вытягиваетъ 0,1—0,2% всего заключавшагося въ немъ количества калія. При этомъ даже на сравнительно крупныхъ, упавшихъ на дно сосуда, частичкахъ полевого шпата обнаруженъ, при помощи Гундесгагеновскаго метода окрашиванія, продуктъ разложенія. Дѣйствуя въ другомъ опытѣ водою-же, въ которую пропускался токъ углекислоты, Функъ получилъ 0,7% щелочи и пришелъ къ выводу, что углекислота препятствуетъ образованію коллоидовъ, а слѣдовательно и адсорбціи калія. Между тѣмъ, полученные результаты проще объясняются тѣмъ, что углекислота усиливаетъ гидролизъ, такъ какъ изъ наблюденій въ природѣ извѣстно, что и въ тѣхъ случаяхъ, когда въ разложеніи полевого шпата несомнѣнно участвуетъ углекислота, получается, въ конечномъ итогѣ, колловдоподобный каолинъ.

Не вполнѣ возможно согласиться и съ Роландомъ (94), который утверждаетъ, что при гидролизѣ алюмосиликата подъ вліяніемъ воды получаются свободная щелочь, коллоидный кремнеземъ и кремнеглиноземная кислота, которая подъ влі яніемъ углекислоты распадается на коллоидный глиноземъ и коллоидный кремнеземъ. Такое распаденіе, какъ увидимъ далѣе, вовсе не представляетъ обычнаго, всюду наблюдающагося процесса, а получается лишь при нѣкоторыхъ опредѣленныхъ условіяхъ.

Опыты Бейера (49) затронули не только вопросъ о дѣйствіи на ортоклазъ чистой воды, но и различныхъ слабыхъ водныхъ растворовъ. Въ его опытахъ 1 килограммъ отмученнаго полевого шпата обливался въ

каждомъ сосудѣ 2,5 литрами дестиллированной воды, при чемъ въ различныхъ сосудахъ находились:

Въ	1, 2 и 3	только вода			
„	4	„	„	съ 1/10 эквив.	$Ca(HO)_2$
„	5 и 6	„	„	„ 1 „	$CaCO_3$
„	7 и 8	„	„	„ 1/5 „	гипса
„	9 и 10	„	„	„ 1/5 „	$Ca(NO_3)_2$
„	11 и 12	„	„	„ 1/5 „	$(NH_4)_2SO_4$
„	13 и 14	„	„	„ 1 „	MgO
„	15 и 16	„	„	„ 1/5 „	K_2CO_3
„	17 и 18	„	„	„ 1/5 „	$NaNO_3$
„	19 и 20	„	„	„ 1/5 „	$NaCl$
„	21	„	„	„ 1/5 „	FeO

Опыты начаты 11-го іюня 1866 года и продолжались до октября того же года. Въ началѣ ноября было приступлено къ анализамъ, которые дали нижеслѣдующіе результаты (цифры обозначаютъ граммы):

		K_2O	Na_2O	CaO	MgO	R_2O_3	SiO_2
1.	Дестиллир. вода	0,051	0,078	0,058	0,006	—	0,049
2.	„ „ съ воздухомъ . .	0,037	0,064	0,044	0,005	—	—
3.	„ „ „ CO	0,071	0,114	0,076	0,004	0,009	0,069
4.	„ „ $CaCO_3$	0,042	0,073	0,112	0,009	—	0,019
5.	„ „ $CaCO_3+CO_2$ . .	0,067	0,094	0,273	0,018	—	0,034
6.	„ „ съ гипсомъ . . .	0,053	0,074	—	0,016	—	0,033
7.	„ „ „ $+ CO_2$ . . .	0,068	0,097	—	0,016	—	0,062
8.	„ „ $Ca(NO_3)_2$	0,041	0,062	—	0,016	—	0,036
9.	„ „ „ $+ CO_2$ . . .	—	—	—	0,017	—	0,045
10.	„ „ $(NH_4)_2SO_4$ . . .	0,161	0,094	0,122	0,035	—	0,066
11.	„ „ „ $+ CO_2$ . . .	0,162	0,107	0,147	0,015	—	0,056
12.	„ „ K_2CO_3	—	—	сл.	сл.	—	0,026
13.	„ „ „ $+ CO_2$ . . .	—	—	0,029	0,007	—	0,029
14.	„ „ $NaNO_3$	0,089	—	0,049	0,003	0,005	0,060
15.	„ „ „ $+ CO_2$ . . .	0,096	—	0,120	0,008	0,009	0,032
16.	„ „ $NaCl$	0,163	—	0,091	0,008	0,004	0,032
17.	„ „ „ $+ CO_2$ . . .	0,183	—	0,123	0,006	0,006	0,057

Приведенная таблица довольно наглядно показываетъ, что рѣзкой разницы между результатами дѣйствія воды и различныхъ растворовъ не замѣчается. Наиболѣе значительныя измѣненія наблюдаются въ тѣхъ случаяхъ, если металлъ взятой соли способенъ замѣстить металлъ полевого шпата; тогда въ растворѣ оказывается больше калія, натрія и кальція. Но такъ какъ у полевого шпата реакціи замѣщенія идутъ вообще туго, то и здѣсь разница не особенно рѣзка. Энергичнѣе всего дѣйствуетъ $(NH_4)_2SO_4$. Въ растворѣ всегда находится больше основаній чѣмъ кремнезема, что лишній разъ подчеркиваетъ ту мысль, что при дѣйствіи воды на силикаты яснѣе всего обнаруживается отщепленіе основаній. Вопросъ

о переходѣ въ растворъ глинозема въ работѣ Бейера не ясенъ, такъ какъ глиноземъ опредѣлялся вмѣстѣ съ желѣзомъ.

Матеріалы Бейера использовалъ позже Фиттбогенъ (68), который оперировалъ съ нвми, промывъ предварительно каждый изъ образцовъ тремя литрами воды. Результаты опытовъ получились такіе же, какъ у Бейера; замѣчено только, что, при вторичной обработкѣ, щелочи переходятъ въ растворъ въ меньшихъ количествахъ чѣмъ при первичной (см. выше, Cushman and Hubbard).

Вопросомъ о дѣйствіи углекислой воды на минералы и горныя породы занимался позже Рихардъ Мюллеръ (90). Онъ изслѣдовалъ разлагаемость адуляра, олигоклаза, роговой обманки, авгита, оливина, магнетита, апатита и серпентина. Для изслѣдованія употреблялась химически чистая вода, насыщенная при 3 атмосферахъ давленія и 12° Ц. углекислотой. Склянки, служившія для опытовъ, вмѣщали около 1100 гр. воды; послѣ наполненія онѣ плотно закрывались пробками и ставились въ погребъ при постоянной температурѣ на два мѣсяца. Результаты получились слѣдующіе:

	Адуляръ.	Олигоклазъ.	Рогов. обм.	Авгитъ.	Оливинъ.	
SiO_2	0,155	0,237	0,419	—	0,873	Въ % каждой изъ составныхъ частей въ отдѣльности.
Al_2O_3	0,137	0,171	сл.	—	—	
Fe_2O_3	сл.	сл.	4,829	0,942	8,733	
MgO	—	—	—	—	1,291	
CaO	сл.	3,213	8,528	—	сл.	
K_2O	1,353	сл.	—	—	—	
Na_2O	—	2,367	сл.	—	—	
Въ % всего минерала	0,328	0,533	1,536	0,307	2,111	

Изъ приведенныхъ цифръ видно, что плагіоклазъ разлагается замѣтно сильнѣе ортоклаза, что натрій относительно слабѣе отщепляется чѣмъ кальцій и что калій отщепляется труднѣе другихъ основаній. Особенно значительно разлагается роговая обманка.

Авторъ полагаетъ, что кремнеземъ переходитъ изъ силикатовъ въ растворъ въ видѣ гидрата и что глиноземъ, въ качествѣ такового, нѣсколько растворимъ въ углекислой водѣ. Съ такимъ толкованіемъ, однако, нельзя согласиться. При тѣхъ условіяхъ, въ какихъ ставились опыты Мюллера, въ растворѣ должно было получаться нѣкоторое количество углекислой щелочи, а послѣдняя, какъ извѣстно, способна нѣсколько растворять алюмосиликатъ. Таково наиболѣе вѣроятное толкованіе результатовъ, полученныхъ Мюллеромъ.

Аналогичные результаты получались и въ опытахъ Šicha (97), который оперировалъ съ помощью воды съ углекислотой при различныхъ давленіяхъ и въ различные промежутки времени. Изслѣдованію подвер-

гались роговая обманка, полевой шпатъ и слюда при давленіи отъ 10 до 50 атмосферъ: продолжительность опытовъ отъ 1 до 84 дней. Полученные результаты сведены въ таблицѣ:

	Роговая обманка.							Полевой шпатъ.				
Давл. въ атм.	50	50	30		30	30	10	50	30	10	30	10
Число дней.	84	10	10	10	5	1		28	10	10	1	1
SiO_2 . . .	0,239	0,206	0,127	0,189	0,185	0,185	0,161	0,197	0,082	0,101	0,096	0,091
Al_2O_3 . . .	0,152	0,082	сл.	сл.	сл.	сл.	сл.	сл.	сл.	сл.	сл.	сл.
CaO	8,825	3,185	5,138	4,950	5,117	4,195	4,000	17,700	15,500	19,375	13,125	11,625
MgO . . .	9,687	7,968	7,031	5,468	4,687	2,656	1,562	—	—	—	—	—
FeO	1,071	1,400	0,661	0,545	0,592	0,545	0,271	—	—	—	—	—
K_2O	0,388	2,136	1,521	1,262	1,067	0,873	0,970	0,704	0,727	0,601	0,528	0,481
Na_2O . . .	1,410	1,552	1,481	1,075	1,093	0,952	0,829	0,893	0,610	0,581	0,361	0,235

Опыты Šicha еще нагляднѣе показали, что при дѣйствіи углекислой воды въ растворъ переходятъ несравненно большія количества основаній чѣмъ кремнезема. Въ данномъ случаѣ растворимость кремнезема положительно ничтожна въ сравненіи съ растворимостью щелочей и щелочныхъ земель. Ясно, слѣдовательно, что при дѣйствіи углекислой воды значительная часть средняго алюмосиликата превращается въ кислый, но не менѣе ясно и то, что такимъ превращеніемъ дѣло не ограничивается, а что вмѣстѣ съ тѣмъ происходитъ отчасти раствореніе или разложеніе минерала. Къ сожалѣнію, въ работѣ Šicha, какъ, впрочемъ, и во многихъ другихъ, не хватаетъ изслѣдованія нерастворимыхъ остатковъ, а потому полное толкованіе результатовъ реакціи является возможнымъ только въ силу того, что эти остатки извѣстны намъ изъ природныхъ реакцій.

Намъ извѣстна, впрочемъ, работа Сестини (98), въ которой подвергались нѣкоторому изученію остатки отъ дѣйствія углекислой воды. Изслѣдователь изучалъ дѣйствіе этого реактива на минералы авгитово-роговообманковой группы. Двѣ литровыя склянки вмѣщали по 280 гр. авгита въ зернахъ размѣрами отъ 1 до 22 мм. и по 750 куб. сант. воды; въ одну изъ нихъ вводилась еще углекислота. Затѣмъ склянки помѣщались на вращательной машинѣ и подвергались вращенію въ теченіе 50 часовъ (20 оборотовъ въ минуту). По истеченіи этого срока оказалось, что въ первой склянкѣ получилось 3,52 гр. тонкаго порошка и 0,161 гр. растворенаго вещества, во второй (съ CO_2)—3,35 гр. порошка и 0,2668 растворенныхъ веществъ. Въ растворѣ опредѣлено:

	I	II
SiO_2	0,0243	0,033
Fe_2O_3	0,0043	0,0195
CaO	0,0271	0,0246
MgO	0,0140	0,036

Оставшійся порошокъ содержалъ нѣкоторое количество бѣлаго вещества, растворявшагося въ азотной и сѣрной кислотахъ и заключавшаго

Al_2O_3 и Fe_2O_3 въ отношеніи большемъ чѣмъ въ авгитѣ. Методъ, употребленный авторомъ, не даетъ, однако, возможности рѣшить вопросъ о природѣ бѣлаго вещества. Была ли это механическая смѣсь гидратовъ полуторныхъ окисловъ съ кремнеземомъ, или бѣлое вещество цѣликомъ представляло какой-либо глинообразный силикатъ, остается неяснымъ. Самъ изслѣдователь полагалъ, что углекислая вода растворяетъ метасиликатъ и оставляетъ нерастворенным алюмосиликатъ, но съ этимъ едва ли можно согласиться.

Разложеніе углекислой водой 20 гр. діопсида привело къ полученію 0,0476 растворенаго вещества, въ которомъ опредѣлено:

SiO_2	0,007
Fe_2O_3	0,0018
CaO	0,0146
MgO	0,0058

Тремолитъ, діаллагъ, азбестъ, какъ и предыдущіе минералы, даютъ съ водой щелочную реакцію. При обработкѣ 20 гр. тремолита двумя литрами воды получилось въ растворѣ 0,0920 гр. вещества такового состава:

SiO_2	0,0068
Fe_2O_3	0,0014
CaO	0,0194
MgO	0,0160

Чтобы закончить съ опытными изслѣдованіями, касающимися силикатовъ, упомянемъ еще, что, по даннымъ Дѣльтера, жидкая CO_2, при обыкновенной температурѣ, но продолжительномъ дѣйствіи, извлекаетъ изъ нефелина всю известь, растворяетъ натръ, нѣсколько меньше кремнеземъ, калій только отчасти и очень мало глинозема. Ясно, что и при такой постановкѣ опытовъ результаты оказываются аналогичными тѣмъ, которые получались и другими изслѣдователями [1]).

Вывѣтриваніе алюмосиликатовъ представляетъ, какъ уже видно изъ

---

[1]) Слѣдуетъ отмѣтить еще работы Джонстона (82, 83), изслѣдовавшаго вопросъ о дѣйствіи воды съ CO_2 на оливинъ и др. минералы и горныя породы, а также старыя изслѣдованія Делесса (57); Ген. Розе (97), Фогеля (103), изучавшаго, между прочимъ, вопросъ о вліяніи степени измельченія силикатовъ (главн. обр. стеколъ) на энергію дѣйствія воды и Фейхтингера (см. Кпор. Agric. Chemie, II, 179), ставившаго опыты съ растворами различныхъ солей аммонія и силикатами (хлоритъ, гранатъ, роговая обманка, стильбитъ); см. также работы Лемберга (86) и Эйхгорна (64).

Изъ новѣйшихъ изслѣдователей укажемъ Газельгоффа (74), Генриха (79), Митчерлиха (88), Дюмонъ (62), Дрейбродтъ (61) и Ринне (93).

Интересно, что при обработкѣ соляной и разведенной сѣрной кислотой можно извлечь изъ слюды почти весь глиноземъ, при чемъ оставшіяся пластинки, состоящія изъ воднаго кремнезема, не теряютъ кристаллическаго характера (Ринне, Дрейбродтъ.

предыдущаго, довольно сложный процессъ, почему мы и нашли необходимымъ изложить болѣе или менѣе подробно результаты опытныхъ изслѣдованій въ области этой группы минераловъ. Съ сѣрнистыми соединеніями, окисламн и солями угольной, сѣрной, форсфорной кислотъ, а также съ галоидными солями дѣло обстоитъ значительно проще, въ виду чего мы здѣсь и не будемъ касаться опытныхъ изслѣдованій въ этой области, а укажемъ на нихъ попутно, когда пойдетъ рѣчь о вывѣтриваніи въ природѣ отдѣльныхъ минераловъ.

Переходимъ теперь къ опытамъ съ различными горными породами. Останавливаясь пока на серіи тѣхъ опытовъ, которые велись въ лабораторной обстановкѣ, отмѣтимъ прежде всего работу Дитриха (58), который изучалъ дѣйствіе воды, углекислой воды и растворовъ амміачныхъ солей на минералы и горныя породы. Изъ послѣднихъ изслѣдовались суглинокъ, прокаленный суглинокъ, порфиръ и базальтъ. Каждая изъ этвхъ породъ подвергалась дѣйствію дестиллированной воды и воды съ углекислотой; результаты получились слѣдующіе (въ граммахъ):

	I. Суглинокъ.		II. Прокал. суглин.		III. Порфиръ.		IV. Базальтъ.	
	H_2O	$H_2O + CO_2$	H_2O	$H_2O + CO_2$	H_2O	$H_2O + CO_2$	H_2O	$H_2O + CO_2$
SiO_2 . . .	0,001	0,004	сл.	0,009	сл.	сл.	0,006	0,010
R_2O_3 . . .	0,009	0,029	сл.	сл.	0,005	0,007	0,003	0.003
$CaCO_3$ . .	0,016	0,023	0,034	0,082	0,006	0,008	0,005	0,0028
$MgCO_3$ . .	0,011	0,012	0,018	0,037	0,0056	0,010	сл.	0,0158
Углек. щел.	0,002	0,004	—	—	хлор. щел.	0,010	-	—
K_2CO_3 . . .	—	—	0,012	0,012	—	—	сл.	0,080
Na_2CO_3 . .	—	—	0,022	0,034	—	—	сл.	0,1760

Всѣ эти породы довольно энергично реагируютъ съ углекислымъ и сѣрнокислымъ аммоніемъ, какъ и многіе силикаты.

Работа Cossa (54) ничего существеннаго новаго къ выводамъ Дитриха не прибавляетъ. Изслѣдователь приходитъ къ заключенію, что водой никогда не удается выщелочить изъ почвы всѣ растворимыя соли, такъ какъ каждая новая обработка водой даетъ и новыя количества минеральныхъ веществъ въ растворѣ. Авторъ, въ своихъ объясненіяхъ этого факта, ссылается, между прочимъ, на медленное разложеніе органическихъ веществъ почвы, но это, конечно, только одна изъ првчинъ непрерывнаго извлечевія изъ почвы минеральныхъ веществъ: тоже самое происходитъ и съ породами, гдѣ органическіи вещества совершенно отсутствуютъ. По даннымъ Cossa, дестиллированная вода извлекаетъ изъ почвъ 0,688—0,064%, а въ среднемъ 0,1427% всѣхъ веществъ, изъ какового количества большая часть приходится на долю органическихъ веществъ.

Въ работахъ Клара (52) изучалось дѣйствіе углекислоты на трахитъ. 100 гр. тонко измельченнаго трахита обрабатывалось 2 литрами воды въ теченіе 7 недѣль, при постоянномъ взбалтываніи на вращательной машинѣ; вода насыщалась углекислотой при 10 атмосферахъ. Анализы трахита и полученнаго раствора приводятся ниже.

	Трахитъ.	Растворъ.
SiO_2	65,01%	0,1291 гр.
Fe_2O_3	2 8%	— „
FeO	1,18%	0,0877 „
Al_2O_3	18,12%	— „
CaO	3,05%	0,2871 „
MgO	0,87%	0,0116 „
Na_2O	3,38%	0,0283 „
K_2O	4,96%	0,0338 „
H_2O	1,56%	— „
		Всего 0,5785 гр.

Изслѣдованіе разлагаемости водой финляндскаго гранита, произведенное Струве (100), возникло, благодаря появленію трещинъ и углубленій въ гранитной Александровской колоннѣ въ Петроградѣ вскорѣ послѣ ея постановки. Для рѣшенія вопроса, почему такъ быстро начала вывѣтриваться колонна, Струве и поставилъ свои два опыта. Въ первомъ изъ нихъ было взято 2,444 гр. гранита въ видѣ порошка. Углекислота пропускалась ежедневно по нѣскольку часовъ и черезъ 5 дней все было оставлено въ покоѣ, пока не осѣла муть, на что потребовалось 2—3 дня. По прошествіи этого времени въ растворѣ найдено около 1% минеральныхъ веществъ. Во второмъ опытѣ взято было 4,017 гр. гранита; углекислота пропускалась 8 дней по 4 часа ежедневно. Анализы растворовъ приводятся ниже:

	I.	II.
SiO_2	0,110%	—
FeO	0,206%	0,156
CaO	0,307%	0,199
MgO	0,123%	0,085
K_2O	0,242%	0,052

Получивъ такіе результаты, Струве обратилъ вниманіе, главнымъ образомъ на FeO, и такъ какъ было извѣстно, что ортоклазъ и олигоклазъ изслѣдованныхъ гранитовъ не содержитъ желѣза, то изслѣдователь заключилъ, что закись желѣза перешла въ растворъ изъ слюды [1]).

Отмѣтимъ, наконецъ, и работу Ф. Струве (101), въ которой изу-

[1]) Къ этому же вопросу относятся и слѣдующія статьи: Эйхвальдъ. СПБ. Вѣдомости, № 279, 1861 г., Nordenskiold, A. Beskrifning ofver de i Finland funna mineralier, Helsingfors, 1855; Златковскій, Зап. Имп. СПБ. Минер. Общ., II серія, ч. IX, 1874, стр. 115.

чалось дѣйствіе углекислой воды на порошки базальта, фонолита, гнейса, гранита, глинистаго сланца и порфира при обыкновенной температурѣ. Оказалось, что прежде всего переходятъ въ растворъ известь, натръ и кали, затѣмъ небольшія количества кремнезема [2]).

Подводя итоги всѣмъ перечисленнымъ опытнымъ изслѣдованіямъ, подчеркнемъ еще разъ, что результаты всѣхъ опытовъ почти одни и тѣже. Вода чистая, вода съ углекислотой и слабые соляные растворы, дѣйствуя на алюмосиликаты, отщепляютъ преимущественно осиованія, продуктомъ же побочной реакціи являются кремнеземъ и небольшія количества глинозема. Послѣдніе (кремнеземъ, частью глиноземъ) и окись желѣза и являются тѣми веществами, которые при процессахъ почвообразованія могутъ временно находиться въ золеобразномъ состояніи, могутъ превращаться и въ гели, вообще проявлять свойства настоящихъ коллоидовъ. Эту группу веществъ мы и можемъ, строго говоря, трактовать, какъ коллоиды вывѣтриванія (Корну). Какъ можно усмотрѣть изъ опытовъ, коллоиды вывѣтриванія представляютъ лишь ничтожную часть той массы веществъ, которыя вступаютъ въ реакцію. Гораздо большая часть этой массы представляетъ остатки вывѣтриванія, иногда аморфные, иногда кристаллическіе. О химической природѣ этихъ остатковъ мы пока говорить не будемъ, оставляя этотъ вопросъ до знакомства съ явленіями вывѣтриванія въ природѣ.

Какъ бы ни были малы количества коллоидовъ вывѣтриванія, пренебрегать ими не приходится, такъ какъ вывѣтриваніе—процессъ длительный, и за продолжительные періоды могутъ накопляться, при соотвѣтственныхъ условіяхъ, замѣтныя количества коллоидовъ вывѣтриванія; эти послѣдніе могутъ иногда образовать новые минеральные продукты совершенно опредѣленнаго состава. Повидимому, такое происхожденіе слѣдуетъ приписать нѣкоторымъ магнезіальнымъ силикатамъ типа палыгорскита. На такія соображенія наталкиваетъ нахожденіе пленокъ или пластинокъ подобныхъ силикатовъ по трещинамъ вывѣтривающихся кристаллическихъ породъ, иногда недалеко отъ поверхности. Магнезіальные силикаты и алюмосиликаты, какъ продукты, возникающіе изъ коллоидовъ вывѣтриванія, устойчивѣе по отношенію къ факторамъ вывѣтриванія, чѣмъ силикаты и алюмосиликаты съ иными основаніями, а потому легче другихъ сохраняются въ поверхностныхъ горизонтахъ земной коры.

---

[2]) О дѣйствіи текучей воды см. Thoulet. Comptes rendus, CXII, 1891.

Опыты надъ вывѣтриваніемъ породъ въ природѣ.

Другая серія опытныхъ изслѣдованій начинается работой Пфаффа (91). Послѣдній положилъ въ своемъ саду на пнѣ двѣ взвѣшенныя пластинки: сіенита и юрскаго известняка. Однимъ концомъ пластинки опирались на стеклянную дощечку и были наклонены къ горизонту подъ угломъ въ 30°. Годовая потеря известковой пластинки достигла величины $^{10}/_{728}$ милл., а сіенитовой—$^{10}/_{7314}$ мм. Позже Пфаффъ присоединилъ еще двѣ гранитныхъ пластинки: одну полированную, а другую—только шлифованную. Черезъ три года была измѣрена толщина снесеніаго слоя, при чемъ получились слѣдующія цифры:

Известковая пластинка потеряла слой толщиной въ	0,04 мм.
Сіенитовая „ „ „ „ „	0,0062 „
Гранитная полированная „ „ „ „ . . .	0,0085 „
„ шлифованная „ „ „ „	0,0076 „

Представляя извѣстный интересъ, опыты Пфаффа затрогиваютъ не только процессъ вывѣтриванія, но и процессы размыванія.

Иной характеръ носятъ изслѣдованія Дитриха (58), направленныя къ выясненію энергіи механическаго вывѣтриванія. Для опытовъ изслѣдователемъ были взяты: 1) пестрый песчаникъ, 2) раковистый известнякъ, 3) базальтъ и 4) ретскій известнякъ. Всѣ эти породы были измельчены и просѣяны черезъ сита съ отверстіями въ 8 и 10 мм. Отсѣянными кусками породъ были наполнены 4 одинаковыхъ ящика, объемомъ въ $^1/_2$ куб. фута каждый. Ящики были предоставлены дѣйствію атмосферныхъ агентовъ въ теченіе 4 лѣтъ, послѣ чего изслѣдовался механическій составъ вывѣтрившихся массъ. Результаты оказались слѣдующіе:

	Пес. пес.	Раков. извест.	Базальтъ.	Рет. изв.
Мелкоземъ (< $^1/_3$ мм.)	2,61%	1,38%	0,47%	3,12%
Песокъ (2—4 мм.)	4,32	4,87	2,52	49,44
Неизмѣн. куски	93,07	93,75	97,01	47,44

Въ 1879 году аналогичная работа была опубликована Гильгеромъ (77), который взялъ для своихъ опытовъ песчаникъ двухъ сортовъ, юрскій известнякъ и слюдяной сланецъ. Двѣ первыя породы были взяты въ кускахъ, имѣвшихъ 10—20 мм. въ поперечникѣ, а двѣ вторыя—въ кускахъ отъ 4,5 до 6,5 мм. Подъ цинковые ящики, въ которые насыпались породы, подставлялись пустые цинковые же ящики, гдѣ собиралась атмосферная вода съ растворенными веществами. Результаты механическаго анализа породъ черезъ три года послѣ постановки опытовъ были таковы:

	Песчан. I.	Песчан. II.	Известнякъ.	Слюдян. слан.
Мелкоземъ	0%	24,4%	0,23%	1,1%
Мелкій песокъ (2—3 мм.) . .	18,3	22,6	3,3	39,6
Грубый „ (4—5 „) . .	53,8	1,27	0,16	7,27

Въ 1886 году Гильгеръ совмѣстно съ Шютце (99) опубликовали болѣе обширную работу съ гораздо большимъ количествомъ цифровыхъ данныхъ. Въ этой работѣ затрогиваются какъ вопросы механическаго, такъ и химическаго вывѣтриванія. Объектами наблюденія служили образцы тѣхъ же породъ, которыя изслѣдовались и въ предыдущей работѣ.

Изученіе механическаго состава породъ послѣ девятилѣтняго вывѣтриванія привело къ слѣдующимъ заключеніямъ:

Желтый песчаникъ (Personatus-Sandstein) черезъ 9 лѣтъ сохранилъ въ своемъ составѣ $^1/_3$ кусковъ первоначальной величины: около $^1/_3$ общаго количества составлялъ мелкоземъ (частицы мельче $^1/_2$ мм.) съ примѣсью иловатыхъ частицъ. Въ періодъ разрушенія породы можно было наблюдать, что песчаникъ, какъ только началось его распаденіе, тотчасъ же сталъ давать мелкоземистыя частицы, а также и иловатыя. Отсюда легко сдѣлать выводъ, что цементъ песчаника быстро вывѣтривается, освобождая склеенныя зерна.

Бѣлый песчаникъ (Stubensandstein) далъ за тотъ же періодъ времени значительно меньше мелкозема чѣмъ желтый песчаникъ, а именно 2,87%, но зато много появилось частицъ размѣрами 0,5—1 мм. (37,28%). Зеренъ первоначальнаго размѣра осталось только 21,21%, да и тѣ носили на себѣ явные слѣды нывѣтриванія.

Юрскій бѣлый известнякъ далъ меньшія величины механическаго разрушенія. Количество зеренъ первоначальнаго размѣра уменьшилось на 1,45%, мелкозема же за 8 лѣтъ образовалось всего 0,3%.

Слюдяной сланецъ сохранилъ около половины зеренъ первоначальнаго размѣра, а именно 48,26% и пріобрѣлъ 3,24% мелкозема.

О химическомъ вывѣтриваніи означеиныхъ породъ даютъ представленіе слѣдующія цифровыя данныя:

Желтый песчаникъ.

	Порода 1875 г.	Мелкоземъ 1876 г.	Мелкоземъ 1880 г.	Илъ 1880 г.	Илъ 1884 г.
SiO_2	82,31	82,31	85,24	24,44	33,89
SiO_2 (раств.) .	9,84	9,84	7,32	7,88	8,94
Fe_2O_3 . .	2,18	2,34	2,16	26,69	23,92
Al_2O_3	1,00	1,31	2,36	17,43	13,94
CaO .	0,18	0,25	0,29	1,56	0,69
K_2O . .	1,61	0,99	1,40	3,01	1,74
Na_2O . .	0,57	0,69	0,78	2,14	1,07
SO_3 .	0,54	0,56	—	0,28	—
P_2O_5 .	0,45	0,08	0,03	0,35	0,45

	Порода 1875 г.	Мелкоземъ 1876 г.	Мелкоземъ 1880 г.	Илъ 1880 г.	Илъ 1884 г.
H_2O	1,12	1,18	0,96	10,18	11,28
Орган. вещ. . .	—	0,24	0,08	2,41	4,85

Слюдяный сланецъ.

	Порода 1875 г.	Мелкоземъ 1876 г.	Илъ 1884 г.
SiO_2	64,41	56,61	42,20
SiO_2 (раств.)	1,80	9,26	6,45
FeO	5,34	5,30	7,28
Al_2O_3	18,60	19,74	27,18
CaO	0,44	0,59	1,03
MgO	1,24	0,70	0,87
K_2O	3.89	3,32	3,91
Na_2O	2,16	2,07	2,16
SO_3	0,71	0,42	—
P_2O_5	0,01	0,02	0,02
H_2O	2,04	1,74	7,91
Орган. вещ.	—	0,59	2,08

Изъ аналитическихъ данныхъ ясно, что иловатыя частицы, гдѣ скопляются и мельчайшіе продукты механическаго вывѣтриванія, и продукты химическаго разложенія, особенно обогащаются полуторными окислами, водой и сильно бѣднѣютъ кремнеземомъ. Обогащеніе полуторными окислами происходитъ потому, что при вывѣтриваніи породы послѣдніе почти не выносятся, а остаются или въ видѣ свободныхъ гидратовъ, или въ видѣ глины. Пониженіе количества кремнезема объясняется частью тѣмъ, что кварцъ, какъ минералъ твердый, меньше разрушается механически чѣмъ силикаты и, слѣдовательно, попадаетъ въ сравнительно небольшомъ количествѣ въ составъ иловатыхъ частицъ. Кремнеземъ силикатный, какъ мы видѣли изъ предыдущихъ опытовъ, при вывѣтриваніи отчасти уносится. Этими двумя причинами объясняется какъ обѣднѣніе иловатыхъ частицъ кремнеземомъ, такъ и нѣкоторое обогащеніе ихъ основаніями.

Еще большій интересъ, чѣмъ только что разсмотрѣнныя данныя, имѣютъ въ работахъ Гильгера и Шютце цифры, дающія представленіе объ относительной разлагаемости кислотами нетронутой породы и продуктовъ ея вывѣтриванія. Для изслѣдованія употреблялась 10% соляная кислота (100 куб. сант. на 1 гр. вещества), при чемъ порода, въ видѣ тонкаго порошка, обрабатывалась ею 2 часа при температурѣ кипѣнія. Послѣ этого промытый остатокъ подвергался дѣйствію щелочнаго раствора, состоявшаго изъ смѣси двухъ объемовъ насыщеннаго раствора соды и одного объема 10% ѣдкаго кали; на 1 граммъ вещества бралось 50 куб. сант. щелочи. Кипяченіе со щелочью продолжалось два часа. Результаты анализа оказались слѣдующіе:

Желтый песчаникъ.

	Порода 1875 г.		Мелкоземъ 1880 г.		Илъ 1880 г.		Илъ 1884 г.	
	Раствор.	Нераствор.	Раствор.	Нераствор.	Раствор.	Нераствор.	Раствор.	Нераствор.
SiO_2	1,12	91,03	0,89	85,24	5,71	24,44	1,38	33,89
SiO_2 (раств.) .	—	—	—	6,34	—	2,17	—	7,56
Fe_2O_3	1,86	0,32	1,77	0,39	28,30	1,39	22,35	1,57
Al_2O_3	0,72	0,28	0,66	1,70	14,12	3,31	6,91	7,03
CaO	0,18	—	0,28	0,08	1,07	0,49	0,69	сл.
K_2O	0,12	1,49	0,41	0,99	1,96	1,05	0,69	1,05
Na_2O	0,16	0,41	0,39	0,39	1,60	0,54	0,35	0,72
SO_3	0,54	—	сл.	—	0,28	—	—	—
P_2O_5	0,45	—	0,03	—	0,35	—	0,45	—
H_2O	1,12	—	0,96	—	10,18	—	11,28	—
Орган. вещ. .	—	—	0,08	—	2,41	—	4,85	

Здѣсь особенно обращаютъ на себя вниманіе цифры, относящіяся къ илу 1880 г., гдѣ соляная кислота переводитъ въ растворъ такое огромное количество глинозема (14,12%), тогда какъ растворенная кремнезема сравнительно мало (7,88%). Слѣдуетъ при этомъ замѣтить, что щелочный растворъ, употреблявшійся при анализѣ, былъ настолько энергиченъ, что могъ растворять отчасти и кварцъ. Сопоставленіе этихъ данныхъ приводитъ къ несомнѣнному выводу, что въ продуктѣ вывѣтриванія находились въ значительномъ количествѣ свободные гидраты глинозема. Въ данномъ случаѣ, правда, фактъ существованія гидратовъ глинозема еще не доказываетъ, что послѣдніе явились результатомъ вывѣтриванія песчаника, такъ какъ возможно предположить, что они существовали и раньше въ свѣжей породѣ и при ея распаденіи только концентрировались въ иловатомъ продуктѣ вывѣтриванія. Что послѣднее предположеніе имѣетъ основаніе, показываютъ анализы свѣжей породы, гдѣ изъ 1% общаго количества глинозема переходитъ въ растворъ 0,72%. Такая высокая растворимость глинозема указываетъ на то, что значительная его часть въ песчаникѣ не связана въ видѣ первичныхъ силикатовъ (полевой шпатъ, слюда) и, можетъ быть, находится въ свободномъ видѣ.

Сравненіе двухъ анализовъ иловатыхъ частицъ (илъ 1880 и 1884 гг.) показываетъ, что и въ массѣ послѣднихъ продолжается вывѣтриваніе съ выносомъ щелочей и щелочныхъ земель.

Результаты, полученные Шютце по отношенію къ другимъ породамъ (бѣлому песчанику и слюдяному сланцу), — совершенно иного характера. Здѣсь и въ свѣжихъ породахъ глиноземъ находится въ трудно растворимомъ состояніи, и въ продуктахъ вывѣтриванія также. Изъ бѣлаго песчаника, содержащаго въ общемъ 3,9% Al_2O_3, растворяется лишь 0,28%. Въ илу (1884 г.) того же песчаника находится 27,05%

Al_2O_3, изъ какового количества растворяется только 3,34%. То же самое наблюдается и по отношенію къ сланцу: изъ 18,6% Al_2O_3, входящаго въ составъ свѣжей породы, растворяется въ HCl—3,39%. Въ илу, полученномъ изъ сланца, находится 27,18% Al_2O_3, а въ растворъ переходитъ только 4,51%; иначе говоря, растворимость глинозема въ продуктахъ вывѣтриванія нисколько не повышается по сравненію со свѣжей породой.

Бѣлый песчаникъ.

	Порода 1875 г.	Мелкоземъ 1876 г.	Мелкоземъ 1880 г.	Илъ 1884 г.
SiO_2	91,86	78,58	42,95	44,75
SiO_2 (раств.)	1,20	9,97	12,51	7,31
Fe_2O_3	0,12	0,98	2,97	2,68
Al_2O_3	3,90	6,58	20,14	27,05
CaO	0,61	0,41	1,82	1,13
K_2O	0,27	1,03	4,90	3,38
Na_2O	0,41	0,60	3,74	3,06
SO_3	0,40	0,39	0,25	сл.
P_2O_5	0,18	0,05	сл.	0,03
H_2O	0,50	1,06	6,11	10,27
Орган. вещ.	—	сл.	3,78	2,09

Что касается растворимости щелочей, то она слабо повышается въ продуктахъ вывѣтриванія бѣлаго песчаника и нисколько не повышается (скорѣе понижается) въ продуктахъ вывѣтриванія слюдяного сланца.

Опыты Гильгера и Шютце были продолжены Фидлеромъ (67), изъ цифровыхъ данныхъ котораго видно, что въ періодъ 1884—1890 г. продукты вывѣтриванія песчаниковъ и сланца мало измѣнили свой составъ (см. таблицу).

	Желтый песчаникъ.		Бѣлый песчаникъ.		Слюдяный сланецъ.	
	Илъ 1884 г.	Илъ 1890 г.	Илъ 1884 г.	Илъ 1890 г.	Илъ. 1884 г.	Илъ 1890 г.
SiO_2	42,83	44,27	52,06	52,46	48,65	47,45
Fe_2O_3	23,29	25,94	2,68	3,26	—	2,16
Al_2O_3	13,94	13,17	27,05	27,87	27,18	29,70
CaO	0,69	0,44	1,13	0,68	1,03	1,57
K_2O	1,74	2,35	3,38	2,68	3,91	3,34
Na_2O	1,07	1,27	3,06	2,92	2,16	2,06
H_2O	11,28	13,46	10,27	9,70	7,91	7,61
FeO	—	—	—	—	7,28	6,31
MgO	—	—	—	—	0,87	0,78

Что продукты вывѣтриванія, въ видѣ иловатыхъ частицъ, представляютъ, въ значительной степени, механическій детритусъ свѣжей породы, показываютъ особенно ясно анализы слюдянаго сланца. Въ продуктахъ его вывѣтриванія (1884 г.) находится 7,28% FeO, которая несомнѣнно принадлежитъ или первичнымъ минераламъ, какъ и въ свѣ-

жемъ слюдиномъ сланцѣ, или промежуточнымъ продуктамъ вывѣтриванія, о которыхъ рѣчь впереди. Растворимость ила въ кислотѣ нисколько не выше растворимости въ томъ же реактивѣ свѣжей породы.

Биссингеръ (50), продолжавшій изслѣдованія послѣ Фидлера отмѣтилъ, между прочимъ, что слюдяной сланецъ потерялъ особенно замѣтно кремнеземъ, какъ и бѣлый песчаникъ, а известнякъ потерялъ 22% углекислой извести.

Аналогичные опыты были организованы Газельгоффомъ (74) [1]) съ пестрымъ песчаникомъ, граувакkой, раковистымъ известнякомъ и базальтомъ. За четыре года атмосферные осадки выщелочили изъ этихъ породъ слѣдующія количества въ граммахъ:

	SiO_2.	CaO.	MgO	K_2O.	Na_2O.	SO_3.	P_2O_5.	Сумма.
Изъ 16 кило пестраго песч. . .	0,0182	0,1800	0,0368	0,0173	0,0474	0,0148	0,0043	0,8172
Изъ 18 кило граувакки	0,0235	1,0345	0,1155	0,0104	0,0161	—	0,0011	2,9227
Изъ 19 кило раков. извест.	0,0015	1,3993	0,0393	0,0057	0,0037	—	—	—
Изъ 21 кило базальта	0,0455	0,1339	0,4570	0,0540	0,1400	—		—

Органическое вывѣтриваніе.

Роль растеній въ процессахъ вывѣтриванія.

Растенія, поселяясь на минеральномъ субстратѣ, оказываютъ несомнѣнное вліяніе на процессы вывѣтриванія, дѣйствуя какъ чисто механически, такъ и химически.

Механическая работа растеній проявляется въ разрывѣ и разрыхленіи породъ, производимыхъ корнями, особенно древесными. Живые корни обладаютъ значительной силой, и нерѣдко въ скалистыхъ мѣстахъ можно наблюдать, какъ, забираясь въ трещины породы и разрастаясь въ нихъ, древесные корни отрываютъ отъ скалъ большіе обломки горныхъ породъ. Едва-ли не большей силой обладаютъ мертвые корни, способные впитывать въ себя большія количества влаги. Способность деревянистой массы сильно набухать давно была подмѣчена, и ею стали пользоваться при разработкѣ каменоломенъ. Съ этой цѣлью въ трещины горныхъ породъ загонялись клинья, которые затѣмъ поливались водой. Набуханіе клиньевъ вызывало сильное расширеніе трещинъ, и отъ породы такимъ путемъ отдѣлялись болѣе или менѣе крупные куски. Тотъ-же процессъ и естественно можетъ происходить въ природѣ при условіи существованія въ трещинахъ горныхъ породъ мертвыхъ корней.

[1]) См. также опыты Мора (89) съ базальтомъ.

Но растенія, и не только высшія, могутъ дѣйствовать на горныя породы также химически, при помощи продуктовъ ихъ жизнедѣятельности. На роль бактерій въ этихъ процессахъ впервые обратилъ вниманіе Мюнцъ (119), нашедшій нитрифицирующія бактеріи на голыхъ скалахъ. О роли бактерій въ мобилизаціи фосфорно-кислыхъ солей говорилось уже выше (стр. 33)[1]).

Изслѣдованія Бассалика (109) показали, что бактеріи способны разлагать и силикаты, благодаря выдѣленію углекислоты. По его мнѣнію, бактеріи вообще способны воздѣйствовать на породы продуктами своей жизнедѣятельности, а именно: путемъ выдѣленія CO_2, органическихъ кислотъ, амміака (обмѣнъ основаніями съ минералами), азотистой и азотной кислотъ (авторъ почему-то пропускаетъ сѣрную кислоту).

Въ своихъ опытахъ съ порошкомъ ортоклаза Бассаликъ показалъ, что при различныхъ культурахъ бактерій разлагалось въ среднемъ до 0,91% ортоклаза, тогда какъ въ контрольныхъ стерильныхъ сосудахъ разлагаемость измѣрялась всего лишь 0,38%. Въ фильтратахъ явственно обнаруживалось присутствіе K и SiO_2, а также иногда слабое вскипаніе отъ соляной кислоты.

Особенно сильно разлагаетъ полевой шпатъ Bacillus extorquens, благодаря своей большой энергіи дыханія. Въ опытахъ съ этимъ микроорганизмомъ количество разложеннаго полевого шпата достигало 3,5%.

Въ природѣ химическое вывѣтриваніе породъ подъ вліяніемъ низшихъ растеній отмѣчалось нерѣдко. Такъ, напримѣръ, проф. Солласъ (125) указываетъ на образованіе въ известнякахъ полукруглыхъ углубленій подъ вліяніемъ растворяющаго дѣйствія лишайника Verrucaria rupestris. Вообще лишайники и мхи, представляющіе обыкновенно первыхъ поселенцевъ на твердыхъ, въ томъ числѣ и кристаллическихъ, породахъ, явственно разрушаютъ эти послѣднія[2]).

Въ долинѣ Инна въ Тиролѣ, близъ замка Амбразъ, находится мраморная колонна, простоявшая на мѣстѣ свыше 200 лѣтъ. Когда-то гладкая и отполированная, она покрыта въ настоящее время цѣлой системой углубленій, ямокъ, вытравленныхъ лишаями, которые дѣйствовали и химически, и механически. Въ мѣстахъ, гдѣ лишаи растутъ наиболѣе энергично, наблюдаются отставшіе отъ колонны мельчайшіе ромбоэдры кальцита, которые смываются затѣмъ водой и уносятся вѣтромъ.

Наблюдалось (Бахманъ. 107, 108) разрушеніе лишайниками слюды и граната, что приписывалось дѣйствію выдѣляемой углекислоты. Однако, есть указанія на выдѣленіе лишайниками и щавелевой кислоты. Кажется, впервые это было отмѣчено Зенфтомъ (123). Шкателовъ

[1]) См. также Sakett, Patten and Brown. Centralbl, f. Bacter. II Abt. B. XX.

[2]) См. также Еленкинъ (113).

(122) нашелъ щавелевую кислоту въ лишайникахъ, живущихъ на известнякахъ южнаго берега Крыма. Такіе лишайники способствуютъ образованію въ природѣ щавелевокислаго кальція (минералъ тиршитъ). На нѣкоторыхъ изъ массивныхъ желѣзныхъ полосъ цѣпного моста на Дунаѣ въ Будапештѣ наблюдается разрушающая дѣятельность лишаевъ.

Дѣйствіе грибовъ на горныя породы наблюдалось Кунце (117), а также де-Граціа и Каміола (115).

Ту же работу разрушенія производятъ водоросли, особенно морскія (Gomontia polyrrhiza, Siphonocladus voluticola, Zygomitus reticulatus, Mastigoleus testarum), разрушающія прибрежныя скалы. На горахъ также можно встрѣтить водоросли (особенно виды изъ рода Phormidium), образующія зеленые покровы на окаймляющихъ узкія трещины въ скалѣ поверхностяхъ, если достаточно влаги.

Разрушительной дѣятельностью отличаются и мхи. Если снять дернину весьма распространеннаго мха (Grimmia аросагра) съ боковой поверхности известковой глыбы, то легко замѣтить, что вблизи того мѣста, гдѣ сходятся стволики моховой дернинки, подстилающій камень пронизанъ ризоидами и разрыхлился [1]).

О дѣйствіи разлагающимъ образомъ на горныя породы корней высшихъ растеній извѣстно еще со времени опытовъ Либиха (118) и Сакса (121), показавшихъ, что корни растеній вытравляютъ мраморныя и изиестковыя отполированныя пластинки. Не вполнѣ выясненнымъ является вопросъ, какъ дѣйствуютъ корни растеній на силикатныя породы. Вопросъ этотъ неясенъ, прежде всего потому, что о природѣ корневыхъ выдѣленій нѣтъ еще общепринятыхъ представленій [2]). Новѣйшія работы въ этой области (Стоклаза и Эрнстъ, 126, Abersoп, 106, Дояренко, 112) не даютъ согласныхъ результатовъ. Въ то время какъ Стоклаза и Аберсонъ считаютъ единственной кислотой, выдѣляемой корнями растеній, углекислоту, Дояренко полагаетъ, что кромѣ углекислоты выдѣляются и другія кислоты. Онъ отмѣчаетъ, между прочимъ, что корни горчицы и гречихи извлекаютъ изъ нефелина и слюды гораздо больше калія, чѣмъ вода съ углекислотой.

Прямые опыты Дитриха (111), Петерса (120), Сестини (124) и de Angelis d'Ossat (105) не даютъ опредѣленныхъ указаній на способъ дѣйствія корней растеній, хотя два послѣдніе автора и утверждаютъ, что въ ихъ опытахъ наблюдалась каолинизація.

Выводы Дитриха и Петерса должны быть принимаемы съ осторожностью, такъ какъ эти изслѣдователи оперировали въ своихъ опытахъ

[1]) Рм. Керперъ. Жизнь растеній, т. I, 1901 г., стр. 256—257.

[2]) Литературу вопроса до 1896 г. см. у Czapek. Zur Lehre von der Wurzelauscheidungen. Jahrb. f. Wissensch. Botanik. Bd. XXIX, 1896.

съ весьма неоднороднымъ матеріаломъ. Такъ, Дитрихъ культивировалъ мотыльковыя, гречиху и злаки въ сосудахъ, содержавшихъ пестрый песчаникъ и базальтъ. Первая порода бралась въ количествѣ 9 фунтовъ на сосудъ, вторая—въ количествѣ 11 фунтовъ. По окончаніи культурныхъ опытовъ оказалось, что вода съ небольшимъ количествомъ азотной кислоты извлекаетъ изъ песчаника и базальта растворимыя вещества, причемъ таковыхъ оказалось больше въ сосудахъ съ мотыльковыми и меньше всего въ сосудахъ съ зерновыми хлѣбами. Конечно, изъ такихъ опытовъ никакого опредѣленнаго отвѣта получить нельзя прежде всего потому, что изслѣдователь не можетъ поручиться, что во всѣхъ сосудахъ песчаникъ и базальтъ вмѣли вполнѣ одинаковый химическій составъ, или, говоря другими словами, содержали одинаковое количество разлагаемыхъ слабыми растворами кислотъ минеральныхъ веществъ.

Въ опытахъ Петерса изучалось, между прочимъ, дѣйствіе растеній на песчанистые суглинки, которые смѣшивались съ перегнившими органическими веществами. На основаніи своихъ опытовъ Петерсъ приходитъ къ слѣдующимъ выводамъ: 1) благодаря вывѣтриванію (въ ящикахъ, гдѣ не было растеній) въ почвѣ повышается во время опыта содержаніе растворимыхъ въ соляной кислотѣ веществъ, 2) если сравнить повышеніе, которое обнаруживается, съ одной стороны, въ содержаніи веществъ, растворимыхъ въ соляной кислотѣ, а съ другой — растворимыхъ въ водѣ, то оказывается, что процессы въ почвѣ въ періодъ вегетаціи растеній клонятся къ тому, чтобы увеличить содержаніе веществъ растворимыхъ въ водѣ; 3) въ періодъ вегетаціи превращеніе веществъ, растворимыхъ въ соляной кислотѣ, въ соединенія, растворимыя въ водѣ, сильнѣе чѣмъ переходъ нерастворимыхъ въ кислотахъ веществъ въ растворимыя. Опыты Петерса приводятъ его, наконецъ, къ заключенію, что почвы послѣ культуры содержатъ меньше веществъ, растворимыхъ въ водѣ, чѣмъ до культуры. Что же касается веществъ, растворимыхъ въ соляной кислотѣ, то послѣ культуры количество растворимыхъ кальція иногда магнія и кремнезема, повышается, а количество щелочей понижается. Разница, въ большинствѣ случаевъ, выражается, впрочемъ, сотыми процента.

Хотя на основаніи всего того, что намъ извѣстно до сихъ поръ о процессахъ вывѣтриванія, выводы Петерса вполнѣ вѣроятны, однако самая постановка опытовъ вызываетъ еще большія возраженія чѣмъ методика Дитриха, такъ какъ суглинки, да еще въ смѣси съ органическими веществами, представляли болѣе сложную и неопредѣленную по составу среду, чѣмъ опытные матеріалы Дитриха.

Сестини оперировалъ съ гранитнымъ пескомъ о-ва Эльбы, просѣяннымъ черезъ металлическое сито. Отъ этого песка были отобраны всѣ минералы, кромѣ кварца, слюды и полевого шпата. Для удаленія

мелкозернистыхъ и глинистыхъ частицъ песокъ былъ промытъ нѣсколько разъ водой и на каждый его килограммъ было взято 100 гр. $CaCO_3$, 10 гр. $Ca_3P_2O_8$ и 30 гр. гипса. Все это было перемѣшано съ пескомъ въ однородную смѣсь. Изъ смѣси взято $^1/_2$ килограмма на каждый стеклянный сосудъ, причемъ въ первомъ сосудѣ культивировались луговыя травы при густомъ посѣвѣ, а во второмъ — отдѣльныя бобовыя растенія. Культурные опыты продолжались 11 мѣсяцевъ, послѣ чего содержимое сосудовъ было изслѣдовано. Результаты этого изслѣдованія помѣщены въ нижеслѣдующей таблицѣ:

	Сосудъ I.	Сосудъ II.
Мелкоземъ, высуш. при 100° Ц.	70,73	34,405
Корни и растит. остатки	7,265	1,837
Глина, высушенная при 100° Ц.	1,966	0,323

Такъ какъ опытный матеріалъ не содержалъ передъ началомъ культуры мелкозема, то Сестини приходитъ къ выводу, что образованіе мелкозема есть результатъ дѣятельности корней. Тамъ, гдѣ этихъ послѣднихъ было много (I сосудъ), получилось и много мелкозема, въ сосудѣ, гдѣ росли отдѣльныя растенія, оказалось меньше мелкозема и иловатыхъ частицъ. Мелкоземъ, подвергнутый анализу по методу Шлезинга, далъ слѣдующія цифровыя данныя:

	Въ 100 част. мелкозема содержится: Сосудъ I.	Сосудъ II.
Гигроскоп. воды	4,46 гр.	3,15 гр.
Потери при прок.	16,17 „	17,01 „
Глинист. вещ. при 120° Ц.	2,78 „	0,94 „
Гравія или песка (<$^1/_3$ мм.) . . .	45,95 „	32,09 „
Разница (до 100%)	30,65 „	46,81 „

Разница состояла, главнымъ образомъ, изъ $CaCO_3$, $CaSO_4$, $Ca_3(PO_4)_2$ и карбонатовъ щелочей. Позже Сестини поставилъ еще контрольные опыты съ тѣмъ-же пескомъ, всыпаннымъ въ 2 сосуда уже безъ примѣси солей. Въ одномъ сосудѣ культивировались растенія, изъ другого тщательно удалялись всякіе ростки; результаты получились слѣдующіе:

	Съ растеніями.	Безъ растеній.
Мелкоземъ	33,5 гр.	14,97 гр.
Глина	0,402 „	0,105 „

Чтобы доказать, что полученная имъ въ первомъ опытѣ глина представляла дѣйствительно глину въ химическомъ смыслѣ, Сестини подвергалъ ее нагрѣванію съ сѣрной кислотой и водой въ запаянной трубкѣ въ теченіе 6 часовъ при температурѣ 120° Ц. По окончаніи реакціи въ фильтратѣ опредѣлено для перваго сосуда — 0,043 гр. Al_2O_3 (на 0,208 гр. взятаго вещества) и для второго сосуда — 0,011 гр. Al_2O_3 (на 0,058 гр. глины). Изъ этихъ данныхъ изслѣдователь заключилъ, что онъ имѣлъ дѣло съ галлуазитомъ.

Работа Сестини вызываетъ, однако, рядъ возраженій, и его существенные выводы остаются недоказаными. Прежде всего, контрольные опыты, поставленные изслѣдователемъ, не соотвѣтствовали той постановкѣ, которая была принята имъ въ первомъ опытѣ, такъ какъ вначалѣ съ гранитнымъ пескомъ были смѣшаны въ довольно большомъ количествѣ различныя соли, которыхъ не было въ контрольномъ опытѣ. Слѣдуетъ замѣтить, что эти соли, сами по себѣ, въ присутствіи воды могли реагировать съ элементами взятаго для опыта песка и, слѣдовательно, результаты нельзя относить всецѣло насчетъ дѣятельности корней. Далѣе, контрольные опыты показываютъ, что и въ отсутствіи корней и солей образуется мелкоземъ, въ силу чего остается невыясненнымъ, какую часть мелкозема въ первыхъ опытахъ можно отнести на счетъ дѣятельности корней.

Вопросъ о химическомъ вывѣтриваніи еще менѣе разъясненъ. Дѣло въ томъ, что Сестини разлагалъ „глину“ при такихъ условіяхъ, при которыхъ разлагаются и полевые шпаты. Процентное содержаніе глинозема, полученное имъ (въ первомъ случаѣ — 20,67%, во второмъ — 18,96%) гораздо больше соотвѣтствуетъ содержанію этого окисла въ ортоклазѣ, чѣмъ въ галлуазитѣ или каолинитѣ. Говоря короче, химическія изслѣдованія Сестини скорѣе приводятъ къ выводу, что его „глина“ представляла тонкій полевошпатовый илъ.

Въ работѣ de Angelis d'Ossat объектомъ изслѣдованія служила лейцитовая лава, порошкомъ которой наполнялись два сосуда: одинъ — со злаками и бобовыми, другой — контрольный. Черезъ годъ въ первомъ было найдено 2% глины, во второмъ слѣды. Что представляла собой „глина“, не ясно, авторъ же отмѣчаетъ, что разложенію подвергались и полевые шпаты, и лейцитъ.

Конечно, если корни растеній выдѣляютъ только углекислоту, то нѣтъ ничего удивительнаго въ томъ, что они могутъ вызвать каолинизацію алюмосиликатовъ, но едва-ли этотъ процессъ можетъ заканчиваться въ короткіе промежутки времени. Если же, кромѣ углекислоты, выдѣляются еще муравьиная, щавелевая и какія-нибудь другія органическія кислоты, какъ это наблюдается (Стоклаза, l. c.) при интрамолекулярномъ дыханіи, то распадъ алюмосиликатовъ можетъ быть и глубже.

Дѣйствіе веществъ гумуса на минералы и горныя породы.

Вопросъ этотъ въ настоящее время долженъ быть кореннымъ образомъ пересмотрѣнъ, такъ какъ всѣ опыты прежнихъ изслѣдователей вопроса имѣли дѣло не съ опредѣленными составными частями гумуса, а съ неизвѣстными комплексами послѣдняго, чаще всего съ

такъ называемой гуминовой кислотой, а иногда и просто съ торфомъ.

Большая часть изслѣдованій была направлена на выясненіе той реакціи, которая происходитъ между фосфорнокислыми солями и „гуминовой кислотой“ или производными этой группы. Вопросъ этотъ штудировался многими агрономами и агрикультуръ-химиками, въ виду того практическаго значенія, которое онъ имѣетъ для сельскаго хозяйства. Еще Кнопъ (141) наблюдалъ, что если твердую „гуминовую кислоту“ (онъ оперировалъ съ верещатниковой почвой) привести въ соприкосновеніе съ растворами фосфорнокислыхъ солей, то часть „гуминовой кислоты“ переходитъ при этомъ въ растворъ. Аналогичныя данныя были получены Пелузомъ и Фреми (144), наблюдавшими реакцію фосфорнокислыхъ солей съ бурыми веществами табака, Шумахеромъ (151), который показалъ, что никакія соли не поглощаются такъ энергично гумусомъ, какъ соли фосфорной кислоты, Кенигомъ (140), нашедшимъ, что растворъ гуминовыхъ веществъ въ амміакѣ растворяетъ $Ca_3(PO_4)_2$ и Детмеромъ (131). Позже тѣмъ же вопросомъ занимались Симонъ, Эйхгорнъ (133), Тарховъ (156), Бѣлецкій (128), Риндель (147) и др.

Симонъ организовалъ свои опыты слѣдующимъ образомъ: онъ смѣшивалъ порошокъ испанскаго апатита со свѣжеосажденной „гуминовой кислотой“, прибавлялъ дестиллированной воды и взбалтывалъ эту смѣсь. Отфильтровавъ черезъ 24 часа, онъ получилъ въ фильтратѣ бурую жидкость. Разрушивъ органическое вещество, Симонъ нашелъ значительное количество фосфорной кислоты въ растворѣ. Оказалось, что сто частей гуминовой кислоты переводятъ въ растворъ 34,36 част. P_2O_5. Другой опытъ съ фосфорнокислымъ кальціемъ привелъ къ заключенію, что 100 ч. гуминовой кислоты растворяютъ 37,38 ч. P_2O_5. По анализамъ Симона, въ фильтратѣ на 3,17 мм. извести приходится 7,085 мм. фосфорнаго ангидрида.

Опыты Эйхгорна (133), въ которыхъ фосфориты приводились въ соприкосновеніе съ гуминовой кислотой, привели его къ выводу, что фосфорная кислота переходитъ въ растворъ въ видѣ кислаго фосфата кальція и, частью, въ свободномъ видѣ. По даннымъ Эйхгорна, гуминовая кислота (а также и торфъ) способна разлагать и соли другихъ минеральныхъ кислотъ, поглощая ихъ основанія и освобождая кислоту. Если 4 грамма гуминовой кислоты обрабатывать 50 куб. см. 10% раствора $CaCl_2$ и, отфильтровавъ черезъ 24 часа жидкость, повторить такую обработку послѣдовательно нѣсколько разъ, то каждая новая обработка даетъ меньшее количество освобождающейся соляной кислоты чѣмъ предыдущая. Количество освободившейся кислоты можно выразить объемами амміака, пошедшаго на ея титрованіе; вотъ цифры:

Послѣ I обработки на нейтрализ. пошло 8,0 куб. см. NH_3
„ II „ „ „ „ 2,5 „ „ „
„ III „ „ „ „ 1,6 „ „ „
„ IV „ „ „ „ 1,2 „ „ „
„ V „ „ „ „ 0,9 „ „ „

Ринделль (147) приводилъ торфъ въ соприкосновеніе съ различными солями, причемъ опредѣлялась: концентрація въ 200 куб. см., выраженная въ миллимоляхъ: a) употребленнаго раствора, b) концентрація катіона, найденная послѣ обработки растворомъ торфа, c) количество поглощеннаго катіона и d) концентрація свободной кислоты. Результаты получились слѣдующіе:

Растворъ NaCl.

a.	b.	c.	d.
12,63	12,68	—0,05	0,12
25,26	24,96	0,30	0,14
37,89	37,80	0,09	0,16
50,52	50,42	0,10	0,16
63,15	61,99	1,16	0,18

Растворъ $CaCl_2$.

a.	b.	c.	d.
12,70	12,47	0,23	0,23
25,40	25,27	0,10	0,24
50,79	49,96	0,83	0,26

Растворъ NH_4Cl.

a.	b.	c.	d.
24,96	24,99	—0,03	0,08
49,92	49,94	—0,02	0,12
199,70	198,20	1,50	0,18

Растворъ $NaC_2H_3O_2$.

a.	b.	c.	d.
24,86	23,94	0,92	0,99
49,72	48,18	1,54	0,95
99,46	97,36	2,10	0,88

Растворъ $Ca(C_2H_3O_2)_2$.

a.	b.	c.	d.
25,08	24,46	0,62	1,06
50,18	49,12	1,06	1,12
100,36	98,16	2,20	1,32

Отсюда слѣдуетъ, что соли сильной кислоты, какъ соляная, разлагаются очень слабо, соли же болѣе слабой (уксусной) кислоты разлагаются весьма замѣтно.

Какія составныя части гумуса или торфа дѣйствуютъ при такого рода реакціяхъ, неизвѣстно, но что эти реакціи химическія — въ этомъ можно не сомнѣваться. Въ природныхъ почвахъ такія реакціи идутъ далеко не всегда, такъ какъ тамъ во многихъ случаяхъ кислоты „гуми-

новой группы" насыщены основаніями. Въ тѣхъ почвахъ, однако, гдѣ имѣются свободныя кислоты гумуса, реакція должна быть замѣтна. Благопріятное дѣйствіе фосфоритовъ на подзолистыхъ почвахъ, повидимому, стоитъ въ связи съ подобнаго рода реакціями.

Если къ смѣси гуминовой кислоты съ фосфоритомъ прибавить какую-нибудь соль другой минеральной кислоты, то разложимость фосфорита возрастаетъ (см. Тарховъ, 156, Бѣлецкій, 128).

Отношеніе гуминовыхъ веществъ къ различнымъ солямъ, а частью минераламъ и горнымъ породамъ, изучалось также и Зенфтомъ (148). Послѣдній имѣлъ дѣло собственно не съ кислотами гумуса, а съ щелочными растворами „гуминовой группы". Въ первомъ своемъ докладѣ по этому вопросу онъ приходитъ къ слѣдующимъ выводамъ:

1. Если щелочные растворы „гуминовой группы" приходятъ въ соприкосновеніе съ растворимыми въ водѣ солями, то они растворяютъ эти соли, при чемъ или оставляютъ ихъ неизмѣненными, такъ что онѣ впослѣдствіи выпадаютъ изъ жидкости въ своемъ первоначальномъ видѣ, или превращаютъ ихъ въ соли гумусовыхъ кислотъ, если кислоты этихъ солей обладаютъ большимъ сродствомъ къ щелочамъ гуминовой жидкости, чѣмъ къ основаніямъ, съ которыми онѣ соединены. Послѣдній случай относится къ сѣрнокислымъ солямъ тяжелыхъ металловъ. Получающіяся такимъ путемъ соли органическихъ кислотъ впослѣдствіи превращаются въ карбонаты.

2. Если щелочные растворы „гуминовой группы" приходятъ въ соприкосновеніе съ нерастворимыми въ водѣ солями, то они могутъ поглощать таковыя въ неразложенномъ состояніи и впослѣдствіи выдѣлять въ такомъ же видѣ, когда гуминовая группа разлагается до углекислоты. Подобнымъ образомъ относится большинство углекислыхъ солей, фосфаты, арсеніаты и сульфаты щелочныхъ земель и тяжелыхъ металловъ; то же наблюдается и съ хлористымъ серебромъ. Между силикатами оказываются болѣе или менѣе растворимыми (разлагаемыми) цеолиты и вѣкоторые полевые шпаты, тогда какъ слюда, обыкновенные авгиты и роговая обманка частью разлагаются и превращаются въ землистую массу.

Эти соображенія Зенфта не сопровождаются никакими цифровыми аналитическими данными, почему и нѣтъ возможности судить, поскольку правильны высказанныя заключенія. Кромѣ сообщенныхъ уже заключеній, Зенфтъ указываетъ на способность щелочныхъ растворовъ „креновой группы" растворять окислы. Реакція эта наблюдалась имъ по отношенію къ гидратамъ глинозема и окисей желѣза и марганца.

Нѣсколько позже Зенфтъ (149) снова возвращается къ тому же вопросу и высказываетъ слѣдующія положенія: всѣ соли гумусовыхъ кислотъ оказываются растворителями минераловъ; наименьшей силой обладаютъ соли ульминовой группы, которыя могутъ растворять только карбонаты. Силь-

нѣе дѣйствуютъ соли „гуминовой группы“, растворяя не только карбонаты, но и сульфаты. Наибольшей энергіей отличаются соли „креновой группы“, именно амміачныя: онѣ растворяютъ карбонаты, сульфаты, простые силикаты и фтористыя соли. Всѣ растворенныя соли остаются въ растворѣ лишь до тѣхъ поръ, пока гумусовыя соли не превратились въ углекислыя. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ растворенныя соли выпадаютъ изъ раствора въ кристаллическомъ видѣ. Интересно, между прочимъ, отношеніе растворенныхъ въ гумусовыхъ растворахъ солей тяжелыхъ металловъ къ такимъ минераламъ, какъ никкелевый блескъ, лёллингитъ, пиритъ и свинцовый блескъ. Эти рудные минералы дѣйствуютъ на тяжелые металлы находящихся въ растворѣ солей такъ, что послѣднія правильно осаждаются вокругъ рудныхъ минераловъ.

И эти положенія, подобно предыдущимъ, никакими фактическими данными не сопровождаются.

Наконецъ, Зенфту же (148) принадлежитъ и слѣдующій опытъ: онъ дѣйствовалъ на гранитъ и базальтъ въ порошкахъ (по 5 ф. каждый) навозной жижей, и по прошествіи 6 мѣсяцевъ оказалось, что порошки въ значительной степени разложились. Изъ порошка гранита получилось слишкомъ три фунта глинистой массы охряно-желтаго цвѣта, въ которой можно было различать зерна кварца и пластинки слюды; базальтъ далъ болѣе 2 ф. глинистой массы. Эти наблюденія, конечно, не даютъ возможности сдѣлать сколько-нибудь опредѣленное заключеніе какъ о ходѣ реакціи, такъ и о характерѣ получившихся продуктовъ.

Попытка разъяснить ходъ реакціи при дѣйствіи на силикаты „гуминовой кислоты“ была сдѣлана Мещерскимъ (142). Изслѣдователь оперировалъ съ полевымъ шпатомъ слѣдующаго состава:

SiO_2	65,02
$Al_2O_3+Fe_2O_3$	23,93
CaO	0,25
MgO	сл.
K_2O	7,21
Na_2O	4,39

„Гуминовая кислота“ приготовлялась изъ сахара и имѣла составъ: 57,17 C, 4,59 H, 0,28 золы и 37,96% O. Опыты велись частью въ запаянныхъ трубкахъ, частью въ ящикахъ на воздухѣ.

Одинъ изъ опытовъ въ запаянной трубкѣ былъ поставленъ слѣдующимъ образомъ: 4 гр. полевого шпата, 2 гр. перегноя и 25 гр. воды нагрѣвались въ запаянной трубкѣ при 115° въ теченіе мѣсяца, ежедневно по 9—12 часовъ. При вскрываніи трубки выдѣлялась съ шипѣніемъ углекислота, изъ чего явствуетъ, что во время опыта произошло нѣкоторое распаденіе гуминовой кислоты. Фильтрованіе содержимаго трубки дало темный фильтратъ и бурый остатокъ на фильтрѣ. Темный

фильтратъ, выпаренный досуха, оставилъ 0,205 гр. чернаго вещества, послѣ прокаливанія котораго получилось 0,150 гр. золы. Бурый остатокъ подвергался обработкѣ амміакомъ съ небольшимъ количествомъ углекислаго аммонія, послѣ чего все бурое вещество перешло въ растворъ, а оставшееся нерастворенным приняло почти бѣлый цвѣтъ. Въ амміачномъ растворѣ найдено 0,073 гр. золы, въ составъ которой входили кремнеземъ и полуторные окислы. Что касается анализовъ остатковъ послѣ обработки, то полученные Мещерскимъ результаты возбуждаютъ различнаго рода вопросы. Такъ, напримѣръ, анализируя въ одномъ изъ опытовъ остатокъ отъ обработки продукта реакціи водой, изслѣдователь получилъ такія данныя:

SiO_2	43,65
$Al_2O_3+Fe_2O_3$	15,98
K_2O	7,53
Na_2O	2,23
H_2O	1,38
Гумуса	27,80

Опредѣляя мокрымъ путемъ перегной, Мещерскій полагаетъ, что перегной послѣ опыта имѣлъ тотъ же составъ, что и до опыта. Однако, уже то обстоятельство, что при вскрытіи трубокъ обнаруживается выдѣленіе углекислоты, указываетъ, что какое-то измѣненіе органическаго вещества произошло. Такимъ образомъ количество воды, опредѣленное Мещерскимъ по разности, не можетъ считаться опредѣленнымъ достаточно точно. Перечисляя приведенный выше анализъ на вещество безъ гумуса, изслѣдователь получаетъ слѣдующія цифры:

SiO_2	60,35
$Al_2O_3+Fe_2O_3$	22,10
K_2O	10,40
Na_2O	2,95
H_2O	1,91

Это перечисленіе не даетъ, впрочемъ, представленія о составѣ того продукта, въ который превратился ортоклазъ, такъ какъ анализированный остатокъ представлялъ смѣсь неразложившагося еще ортоклаза съ продуктами его разложенія и органо-минеральнымъ веществомъ, которое не растворилось въ водѣ. Есть основаніе полагать, что часть щелочей, особенно калія, связана въ видѣ органоминеральнаго вещества; изъ предыдущаго видно, что ту же роль играютъ отчасти полуторные окислы и кремнеземъ.

Анализъ продукта, промытаго амміакомъ съ небольшимъ количествомъ углекислаго аммонія, у Мещерскаго, къ сожалѣнію, не полонъ; результаты этого анализа таковы:

SiO_2	54,75%
$Al_2O_3+Fe_2O_3$	20,64
Щелочей и щел. зем. (по разн.) . .	11,84
H_2O	12,74

Въ виду того, что порошокъ имѣлъ рыжеватый цвѣтъ, весьма возможно, что онъ содержалъ нѣкоторое количество гумусовыхъ веществъ; въ этомъ случаѣ опредѣленное количество воды выше дѣйствительнаго, а часть минеральныхъ веществъ могла быть связана съ гумусомъ. Въ общемъ, валовой анализъ не далъ яснаго представленія о томъ продуктѣ, въ который превратился ортоклазъ.

Другая серія опытовъ была поставлена Мещерскимъ иначе. Онъ приготовлялъ ящики изъ бѣлой жести, по 15 см. въ ребрѣ, съ двумя днами. Среднее дно было продыравлено и свободно вынималось, у нижняго дна было сдѣлано отверстіе для спуска атмосферной воды; оно замыкалось пробкой. Среднее дно покрывалось полотномъ, на которомъ насыпалось 300 гр. ортоклаза и 60 гр. перегноя. Ящикъ былъ выставленъ на открытое мѣсто въ паркѣ, гдѣ онъ стоялъ 6 мѣсяцевъ. Въ концѣ опыта получилось 350 куб. см. желтобурой жидкости, которая содержала 0,013 гр. минеральнаго вещества. Амміакъ и углеамміачная соль извлекли изъ 3,768 гр. смѣси 0,034 гр. зольныхъ элементовъ. Анализъ смѣси не даетъ, какъ и въ предыдущемъ случаѣ, яснаго представленія о характерѣ продукта разложенія ортоклаза. Самъ изслѣдователь дѣлаетъ изъ своихъ опытовъ такіе выводы:

1. При дѣйствіи перегноя, въ присутствіи воды, на ортоклазъ, послѣдній разлагается, отдавая перегною свои составныя части и получая взамѣнъ ихъ воду; съ наибольшей легкостью выдѣляется при этомъ кремнеземъ, глиноземъ и натръ, съ наименьшей — кали. Слѣдовательно, разложеніе ортоклаза гуминовыми веществами идетъ совершенно иначе, чѣмъ разложеніе подъ вліяніемъ воды, при обыкновенномъ вывѣтриваніи — на нерастворимый каолинъ и кремнещелочную соль, переходящую въ растворъ.

2. Перегной при этомъ отчасти разлагается на CO_2 и H_2O, отчасти же образуетъ сложныя гуминово-минеральныя соединенія, растворимыя и нерастворимыя въ водѣ. Соединеніе, растворимое въ водѣ, содержитъ въ своемъ составѣ приблизительно на 1 часть перегноя 3 части минеральныхъ веществъ. Соединенія нерастворимыя въ водѣ, но растворимыя въ амміакѣ, заключаютъ минеральныхъ веществъ много меньше.

Съ этими выводами, особенно съ первымъ изъ нихъ, не вполнѣ можно согласиться.

Прежде всего въ опытахъ Мещерскаго приходится учитывать не дѣйствіе „гуминовой кислоты“, если только искусственный продуктъ его опытовъ можно отожествлять съ „гуминовой группой“ почвы, а щелоч-

ное производное этой группы, такъ какъ, при продолжительномъ дѣйствіи воды, особенно въ первомъ опытѣ и въ присутствіи „гуминовой группы", гидролизъ полевого шпата долженъ былъ протекать достаточно энергично. Въ конечномъ итогѣ реакція протекала между полевымъ шпатомъ и сложными комплексами полученныхъ продуктовъ. Поэтому вопросъ о дѣйствіи на полевой шпатъ гуминовой кислоты можетъ считаться въ этихъ опытахъ невыясненнымъ.

Родзянко (146) оперировала въ своихъ опытахъ не съ „гуминовой кислотой", а съ щелочными растворами послѣдней или съ ея минеральными производными. Дѣйствуя щелочными растворами на разлагаемые кислотами силикаты, Родзянко наблюдала, что основаніе силиката обмѣнивается съ основаніемъ щелочнаго раствора и одновременно съ этимъ другіе элементы силиката входятъ въ соединеніе съ радикаломъ гуминовой кислоты. Реакція вскорѣ прекращается. При дѣйствіи минеральныхъ производныхъ гуминовой кислоты на силикаты реакція идетъ долго и разложеніе силиката значительно и въ томъ случаѣ, если въ растворѣ нѣтъ большого избытка щелочи. Разложеніе силикатовъ щелочными растворами минеральныхъ производныхъ гуминовой кислоты начинается раньше и идетъ быстрѣе, чѣмъ разложеніе ихъ при дѣйствіи щелочнаго раствора свободной „гуминовой кислоты". Всего сильнѣе разлагаютъ силикаты желѣзныя и алюминіевыя производныя гуминовой кислоты.

Неразлагаемые кислотами силикаты, растертые въ порошокъ и приведенные въ соприкосновеніе съ щелочными растворами „гуминовой кислоты", постепенно ими разлагаются; разложеніе силикатовъ минеральными производными „гуминовой кислоты", происходитъ быстрѣе чѣмъ разложеніе свободной „гуминовой кислотой"; всего сильнѣе дѣйствуютъ, какъ и въ предыдущемъ случаѣ, желѣзныя и алюминіевыя производныя гуминовой кислоты.

Разложеніе 1 грамма полевого шпата (ортоклаза) растворомъ „гуминовой кислоты" въ 10% амміакѣ въ закупоренномъ сосудѣ происходитъ черезъ 64,5 часовъ. При процессѣ разложенія ортоклаза, по словамъ Родзянко, получается каолинъ, который постепенно выпадаетъ изъ раствора, но количество образовавшагося за все время разложенія силиката каолина составляетъ не болѣе 50% теоретическаго выхода каолина при реакціи разложенія ортоклаза.

Эти выводы покойной изслѣдовательницы не сопровождаются, къ сожалѣнію, никакими цифровыми данными; въ работѣ нѣтъ, между прочимъ, никакого доказательства того, что дѣйствіемъ на ортоклазъ гуминовокислой щелочи на самомъ дѣлѣ получается каолинитъ.

Упомянемъ, наконецъ, объ изслѣдованіяхъ Тугута (158), произведенныхъ хотя и не съ гуминовыми веществами, но тѣмъ не менѣе имѣющей значеніе въ вопросѣ о разложеніи алюмосиликатовъ. Изслѣдо-

ватель въ своихъ опытахъ подвергалъ дѣйствію трехпроцентнаго раствора карболовой кислоты искусственно полученный каліевый нефелинъ при температурѣ 211—213° Ц. (составъ каліеваго нефелина выражается формулой $K_2Al_2Si_2O_8$).

Повторяя обработку нѣсколько разъ, Тугутъ получилъ продуктъ мало растворимый въ слабыхъ растворахъ ѣдкаго натра и мало разлагаемый соляной кислотой. Этотъ продуктъ имѣлъ слѣдующій составъ:

H_2O	19,56
SiO_2	43,48
Al_2O_3	36,96

Цифровыя данныя, полученныя изслѣдователемъ, отвѣчаютъ формулѣ $H_2Al_2Si_2O_8 . 2H_2O$, т.-е составу галлуазита.

Недостаточность сообщенныхъ выше изслѣдованій и отсутствіе во многихъ случаяхъ аналитическихъ данныхъ побудило насъ поставить рядъ опытовъ[1]) какъ съ природной „гуминовой кислотой“, такъ и съ ея щелочными солями. Для опытовъ взяты были двѣ порціи „гуминовой кислоты“: первая — изъ лѣсного суглинка, вторая — изъ подзола. Гуминовая группа изъ лѣсного суглинка содержала ничтожное количество зольныхъ элементовъ, среди которыхъ желѣзо почти отсутствовало, гуминовая группа изъ подзола содержала 2,03% золы, въ составѣ которой находилось 60,57% Fe_2O_3.

Опытъ I. Тонкій порошокъ натролита (галактита) изъ Цхра-Цхаро (на Кавказѣ) кипятился нѣсколько часовъ въ водѣ, въ которой было взвѣшено 0,2688 гр. порошка сухого гуминоваго вещества. По окончаніи опыта получился буроватый фильтратъ, въ которомъ было опредѣлено:

SiO_2	1,56%
CaO	0,06
Na_2O	0,64

Полуторныхъ окисловъ не оказалось и слѣдовъ. Результаты опыта даютъ основаніе заключить, что гуминовая группа въ первый моментъ дѣйствуетъ на алюмосиликаты подобно углекислотѣ, отнимая осиованіе и способствуя отщепленію избытка кремнезема. При современныхъ свѣдѣніяхъ о составѣ гуминовой группы такое заключеніе довольно вѣроятно: параффиновая, агроцериновая, лигноцериновая и смоляныя кислоты почти не растворимы въ водѣ, и едва-ли тѣ слабые растворы ихъ, которые получаются при кипяченіи, въ состояніи разложить нацѣло частицу алюмосиликата. Но онѣ несомнѣнно усиливаютъ гидролизъ, который въ данномъ случаѣ происходитъ подъ вліяніемъ воды. Когда, благодаря гидролизу, въ растворѣ окажется большее количество щелочи, то начинаетъ дѣйствовать щелочной растворъ гуминовой группы, а его дѣйствіе

[1]) Глинка, К. (189).

какъ мы это видѣли изъ опытовъ Мещерскаго и увидимъ еще непосредственно ниже, существенно иное.

Опытъ 2-й. Порошокъ гидротомсонита $(H_2,Na_2,Ca)\ Al_2Si_2O_8.5H_2O$) изъ Чаквы кипятился 15 часовъ съ щелочнымъ и щелочноземельнымъ (Ca) растворомъ гуминовой группы. Въ вытяжкѣ найдены SiO_2, Al_2O_3 и CaO. Составъ гидротомсонита приведенъ въ I столбцѣ, а продукта, полученнаго по окончаніи реакціи во II-мъ.

	I.	II.
H_2O	29,77	26,41
SiO_2	35,40	33,78
Al_2O_3	29,30	28,50
CaO	4,22	8,86
Na_2O	1,15	2,43

Опытъ 3-й. Псевдоморфозы каолинита по біотиту изъ Искорости кипятились въ порошкообразномъ состояніи 30 часовъ съ растворомъ гуминовой группы въ ѣдкомъ кали (гуминовая группа изъ подзола). По окончаніи реакціи отстоявшаяся жидкость была слита, и изъ нея, послѣ охлажденія, выпала аморфная гелеобразная масса, въ составѣ которой были найдены SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, K_2O, вода и немного органическаго вещества. Послѣ выпаденія осадка фильтратъ еще содержалъ въ растворѣ SiO_2, и полуторные окислы. Составъ псевдоморфозы, взятой для опыта (I), крупнозернистой части продукта реакціи (II) и ея мелкозернистой части приводится въ таблицѣ. Оставшіяся послѣ реакціи вещества ясно кристалличны.

	I.	II.	III.
H_2O	14,11%	13,40%	14,34%
SiO_2	46,33	44,83	40,30
Al_2O_3	37,40	36,27	34,59
Fe_2O_3	2,03	2,63	7,17
CaO	0,07	0,00	
MgO	0,13	0,17	0,83
K_2O		2,66	2,70

Аналогичные вышеприведеннымъ результаты получены при реакціяхъ щелочныхъ растворовъ гуминовой группы съ біотитомъ и нѣкоторыми цеолитами. Эти опыты даютъ возможность сдѣлать слѣдующіе выводы:

1. Щелочные растворы гуминовой группы представляютъ чрезвычайно энергичный реактивъ.

2. При дѣйствіи ихъ на природные алюмосиликаты происходитъ не только частичное разложеніе послѣднихъ, но и сложный обмѣнъ между неразложенной частью алюмосиликата и минеральнымъ комплексомъ раствора, при чемъ въ обмѣнную реакцію, кромѣ щелочей и щелочныхъ земель, вступаютъ и полуторные окислы.

3. При содѣйствіи щелочныхъ растворовъ гуминовой группы можетъ, повидимому, происходить замѣщеніе водорода кислыхъ алюмосиликатовъ и кремнеглиноземныхъ кислотъ.

4. Въ случаяхъ пересыщенія щелочныхъ растворовъ гуминовой группы полуторными окислами и глиноземомъ, послѣдніе, присоединяя къ себѣ щелочь и воду, могутъ выпадать въ видѣ аморфныхъ желатинозныхъ осадковъ.

Чтобы закончить съ вопросами о дѣйствіи на силикаты и алюмосиликаты веществъ гумуса, остановимся еще на работахъ Никласа и Никифорова.

Опыты Никласа (17) ставились такимъ образомъ, что едва-ли изъ нихъ можно сдѣлать какіе либо опредѣленные выводы. Прежде всего съ порошками различныхъ минераловъ и горныхъ породъ (полевой шпатъ, авгитъ, роговая обманка, слюда, лабрадоритъ, фонолитъ) смѣшивались не какія-либо опредѣленныя составныя части гумуса или хотя бы опредѣленныя группы гуминовыхъ веществъ, а торфъ, который представлялъ весьма неопредѣленную смѣсь какъ органическихъ, такъ и минеральныхъ веществъ. Чтобы выяснить, что извлекалъ изъ минераловъ и горныхъ породъ торфъ, опыты ставились такимъ образомъ, что смѣси торфа съ порошкомъ минераловъ, находившіяся въ стеклянныхъ сосудахъ нѣсколько лѣтъ, обрабатывались водой и опредѣлялись перешедшія въ растворъ вещества (a). Параллельно съ этимъ дѣлались водныя вытяжки изъ одного торфа (b) и изъ чистыхъ порошковъ минераловъ (c) и также опредѣлялись вещества, перешедшія въ растворъ. Путемъ вычитанія изъ величинъ (a) величинъ (b) и (c) опредѣлялись количества веществъ, перешедшихъ въ растворъ, благодаря дѣйствію торфа.

При этомъ неизвѣстно, находились ли контрольныя порціи чистаго торфа въ тѣхъ же стадіяхъ разложенія, какъ и торфъ, заключавшійся на нѣсколько лѣтъ въ смѣси съ порошками минераловъ въ стеклянные сосуды, иначе говоря, неизвѣстно, дали ли контрольныя порціи такія же количества минеральныхъ веществъ, растворимыхъ въ водѣ, какъ и тѣ порціи, которыя были въ сосудахъ. Принимая во вниманіе, что даже не особенно большія колебанія въ растворимости минеральныхъ веществъ въ обоихъ упомянутыхъ случаяхъ могли дать большую разницу конечнаго результата, мы и не можемъ придавать цифрамъ Никласа рѣшающаго значенія. Самъ авторъ приходитъ къ заключенію, что дѣйствіе торфа на силикаты во всякомъ случаѣ чрезвычайно малое.

Никласъ примѣнялъ также электролизъ, при чемъ электролизу подвергался, съ одной стороны, чистый торфъ, а съ другой — смѣси порошковъ минераловъ съ торфомъ. Оказалось, что при содѣйствіи электролиза въ жидкости, собранной на катодѣ, обнаружены замѣтныя количества растворимыхъ продуктовъ, въ томъ числѣ и полуторныхъ

окисловъ. Изслѣдователь заключаетъ отсюда, что подъ вліяніемъ торфа желѣзо и алюминій отщепляются отъ силикатовъ и переносятся электрическимъ токомъ на катодъ. Къ сожалѣнію, авторъ совсѣмъ не примѣнялъ электролиза къ порошкамъ минераловъ, взятыхъ съ тѣми же количествами воды, но безъ торфа, а потому и нельзя сдѣлать заключенія о томъ, какую роль игралъ здѣсь торфъ.

Если даже послѣ всего сказаннаго и допустить, что торфъ дѣйствовалъ отщепляющимъ образомъ на глиноземъ и желѣзо, то и тогда останется невыясненнымъ, какая составная часть торфа дѣйствовала такимъ способомъ, какъ это указываетъ изслѣдователь, т. е. вопросъ о дѣйствіи на силикаты и алюмосиликаты опредѣленныхъ составныхъ частей гумуса остается нерѣшеннымъ.

Таковы опытныя данныя по вопросу о роли веществъ гумуса въ процессахъ вывѣтриванія силикатовъ и алюмосиликатовъ. Очевидно, они не достаточны, особенно при современныхъ представленіяхъ о составѣ гумусовыхъ веществъ.

Не даютъ опредѣленныхъ указаній и тѣ изслѣдованія, которыя были направлены къ изученію процессовъ, совершающихся подъ вліяніемъ веществъ гумуса въ природѣ. Къ числу такихъ изслѣдованій принадлежитъ работа Никифорова (142). Изслѣдователь производилъ анализы обломковъ кристаллическихъ горныхъ породъ, вывѣтрившихся въ торфяникахъ. Для анализа были взяты: обломокъ гнейса изъ коллекціи Мюнхенскаго университета (неизвѣстнаго происхожденія) гнейсовый валунъ съ поверхности маленькаго болота въ окрестностяхъ Мюнхена, куски діорита и гнейса, найденные подъ слоемъ полутора аршиннаго торфа. Изслѣдователь отмѣчаетъ, что около самаго болота проходитъ конечная морена, и взятые имъ обломки породъ, можно полагать, занесены сюда ледникомъ. При такихъ условіяхъ, конечно, нѣтъ полной увѣренности, что валуны, очутившіеся, въ концѣ концовъ, въ болотѣ, не подвергались вывѣтриванію и ранѣе того, при совершенно неизвѣстныхъ условіяхъ.

Сравнивая между собой составъ вывѣтрившихся и невывѣтрившихся частей упомянутыхъ породъ, изслѣдователь получилъ слѣдующіе результаты:

	Гнейсъ № 1.		Гнейсъ № 2.		Діоритъ № 1.		Діоритъ № 2.		Гнейсъ № 3.	
	Свѣж.	Вывѣтр.	Свѣж.	Вывѣтр.	Свѣж.	Вывѣтр.	Свѣж.	Вывѣтр	Свѣж.	Вывѣтр.
H_2O	0,38	0,56	1,04	1,29	1,91	2,90	1,34	2,68	0,59	0,70
SiO_2	73,86	79,38	76,55	78,98	53,22	54,33	54,78	55,43	71,42	75,80
Al_2O_3	14,40	11,15	13,44	12,33	18,41	18,08	18,76	17,53	16,03	14,62
Fe_2O_3	1,14	0,89	1,30	1,26	9,23	9,30	10,39	10,06	1,42	0,41
Mn_3O_4	сл.	—	—	—	0,08	0,05	0,20	0,18	0,44	0,15
CaO	1,19	0,66	2,76	2,36	6,29	5,85	6,33	6,14	1,18	0,43
MgO	0,30	0,19	0,35	0,19	3,43	2,17	1,67	1,09	0,23	0,03
K_2O	5,89	5 06	1,06	1,31	3,11	3,18	1,03	1,55	4,28	4,84
Na_2O	3,94	2,05	3,49	2,33	4,26	4,14	5,49	5,34	4,41	3,02

Если судить объ энергіи процессовъ вывѣтриванія по количеству химически связанной воды, то слѣдуетъ притти къ заключенію, что всѣ образцы гнейсовъ очень мало затронуты вывѣтриваніемъ, а разницы состава наружныхъ и внутреннихъ частей кусковъ нужно скорѣе отнести на счетъ неоднородности состава. Наружныя части валуновъ, потерявшія путемъ механическаго обтиранія часть своихъ полевыхъ шпатовъ, легко подвергающихся истиранію, должны были обогатиться кварцемъ, что, въ сущности, и обнаруживается анализомъ. Нѣсколько болѣе вывѣтрившіеся діориты такъ мало отличаются по составу отъ свѣжихъ породъ, что какого-нибудь вывода о направленіи процессовъ вывѣтриванія сдѣлать совершенно невозможно. Свѣжіе и вывѣтрившіеся образцы различаются по составу не болѣе того, что можно ожидать и для различныхъ частей куска свѣжаго кварцеваго діорита.

При столь малыхъ разницахъ въ составѣ дѣлать подсчеты потери отдѣльныхъ составныхъ частей нѣсколько рискованно, а если принять у гнейса обогащеніе наружныхъ частей кварцемъ, то вычисленія потери, въ предположеніи неподвижности кремневой кислоты, какъ это сдѣлалъ Никифоровъ, еще болѣе шатки. Только при этихъ условіяхъ и можно было получить столь маловѣроятные результаты, что полуторные окислы вымывались сильнѣе чѣмъ основанія.

О взаимодѣйствіи веществъ гумуса съ кремнеземомъ въ литературѣ имѣется цѣлый рядъ указаній. Еще Вердейль и Ризлеръ (146) говорили о связи кремнезема съ черными кислотами почвы[1]). Давно было извѣстно и о способности амміачнаго раствора „креновой кислоты“ растворять кремнеземъ (Karsten, 137). Въ связи съ этимъ обстоятельствомъ находится отчасти присутствіе кремнезема въ водахъ ручьевъ, рѣкъ, которыя почти всегда содержатъ въ растворѣ органическія вещества; отсутствіе окраски еще не указываетъ на отсутствіе въ водѣ органическихъ веществъ[2]). Можетъ быть, этой способностью гуминовыхъ веществъ растворять кремнеземъ объясняются во многихъ случаяхъ процессы окремнѣнія въ природѣ (Julien, 136).

О дѣйствіи „креновой“ и „апокреновой“ кислотъ на силикаты мы не имѣемъ никакихъ опытныхъ данныхъ. Зная, однако, что группа эта подвижнѣе гуминовой и энергичнѣе ея (креновая, какъ мы уже знаемъ, даетъ сильную кислую реакцію), мы имѣемъ право предполагать, что реакціи разложенія и растворенія минераловъ въ природѣ идутъ гораздо интенсивнѣе подъ вліяніемъ этой группы, чѣмъ гуминовой. Въ природѣ мы имѣемъ возможность наблюдать результаты дѣйствія подвижныхъ

[1]) По тому же вопросу см. Thenard (156), Friedel (133) и Vogel. N. Repert. Pharm. 1871, XX (143 146).

[2]) См. Detmer и Stolba (154).

кислоть гумуса въ такъ называемыхъ подзолистыхъ почвахъ, а также при образованіи дерновыхъ, болотныхъ и озерныхъ рудъ.

Процессы оподзоливанія, на которыхъ мы подробнѣе остановимся въ своемъ мѣстѣ, давно уже обратили на себя вниманіе изслѣдователей; еще въ 30-хъ годахъ Шпренгель (153) далъ правильное толкованіе этимъ процессамъ. Кромѣ Шпренгеля Киндлеръ (138) наблюдалъ обезцвѣчиваніе песковъ подъ хвойными лѣсами, Добрэ (129) указывалъ на аналогичныя явленія, происходящія подъ вліяніемъ корней растеній въ равнинѣ Рейна и въ Лотарингіи[1]). Подобнаго рода процессы происходятъ всюду, гдѣ при разложеніи органическихъ остатковъ образуется достаточное количество подвижныхъ кислотъ гумуса, особенно „креновой". Просачиваясь въ болѣе глубокіе горизонты, эта послѣдняя растворяетъ и разлагаетъ минеральныя вещества почвенной массы и, выщелочивъ изъ нихъ основанія, окислы желѣза, марганца и глинозема, переноситъ послѣдніе еще глубже, гдѣ, въ силу различныхъ причинъ, растворенныя вещества выдѣляются изъ раствора и образуютъ или округлыя мягкія конкреціи, или даже сплошныя прослойки. Послѣднія новообразованія носятъ названіе ортштейна.

Вывѣтриваніе минераловъ въ природѣ.

Мы разсмотримъ здѣсь процессы разложенія только такихъ минераловъ, которые чаще другихъ встрѣчаются въ составѣ различныхъ материнскихъ породъ, дающихъ начало почвеннымъ образованіемъ.

Сѣрнистыя соединенія.

Пиритъ (сѣрный колчеданъ) и марказитъ (FeS_2) (см. Julien, A. 195, Lacroix, 201, Winchell, A.) принадлежатъ къ числу минераловъ, весьма распространенныхъ въ поверхностныхъ горизонтахъ земной коры, и въ различныхъ почвообразующихъ материнскихъ породахъ встрѣчаются чаще, чѣмъ какія бы то ни было сѣрнистыя соединенія. Можно даже сказать, что остальныя сѣрнистыя соединенія не имѣютъ никакого значенія въ процессахъ почвообразованія и могутъ встрѣчаться лишь въ исключительныхъ случаяхъ.

Наиболѣе обычный типъ разложенія пирита и марказита подъ вліяніемъ воды и кислорода воздуха состоитъ въ превращеніи ихъ въ сѣрнокислыя соли желѣза и въ образованіи частицы свободной сѣрной кислоты, согласно слѣдующему уравненію:

$$FeS_2 + H_2O + 7O = FeSO_4 + H_2SO_4$$

Сѣрнокислое желѣзо получается чаще всего въ видѣ $FeSO_4, 7H_2O$, но иногда образуются одновременно и соли окиси. Сѣрная кислота,

[1]) См. также Ramann (144, 145).

дѣйствуя на окружающія породы, даетъ начало различнымъ сѣрнокислымъ солямъ: извести, магнезіи, глинозема. Соли окиси, въ свою очередь, даютъ начало разнообразнымъ соединеніямъ, частью двойнымъ солямъ. Всѣ такія соли, вывѣтриваясь далѣе, образуютъ гидраты окиси, чаще всего по составу отвѣчающіе лимониту.

Иногда пиритъ непосредственно переходитъ въ природѣ въ гидраты окиси желѣза. H. Stokes отмѣчаетъ, что пиритъ и марказитъ разлагаются циркулирующей щелочной водой, при чемъ остается на мѣстѣ гидратъ окиси, а сѣра уходитъ въ видѣ сѣрнистыхъ металловъ и тіосолей.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, при вывѣтриваніи пирита, выдѣляется сѣра. Для процессовъ почвообразованія особенное значеніе имѣетъ первый типъ вывѣтриванія FeS_2. Его можно наблюдать, между прочимъ, въ окрестностяхъ Саратова, у подножія Соколовой горы, въ тріасовыхъ доломитахъ Болеслава Кѣлецкой губ. и во многихъ другихъ мѣстахъ: аналогичныя реакціи протекаютъ въ различныхъ болотныхъ почвахъ, гдѣ образуется пиритъ или марказитъ (Palla, van Bemmelen, Schucht.[1])

Окислы.

Кварцъ является однимъ изъ наиболѣе распространенныхъ въ природѣ окисловъ, входя въ составъ продуктовъ вывѣтриванія разнообразныхъ породъ, такъ какъ и механическія, и химическія разрушенія кварца совершаются очень медленно: кромѣ того другія разности кремнезема (халцедонъ), а также гидраты кремнезема (опалъ) превращаются на земной поверхности въ кварцъ. Вслѣдствіе этого большинство продуктовъ вывѣтриванія обогащается кварцемъ. Однако, абсолютно нерастворимымъ въ природѣ кварцъ считаться не можетъ. Извѣстны случаи, когда наблюдалось раствореніе кварца, въ то время какъ другія составныя части породы оставались нетронутыми. Такъ, Hayes (135) наблюдалъ рѣзкія вытравленія на кремнистыхъ жеодахъ каменноугольныхъ известняковъ и на каменноугольныхъ конгломератахъ, при чемъ замѣчалось, что кварцъ даже сильнѣе разъѣдается чѣмъ кремни. Изслѣдователь ставитъ въ связь это явленіе съ дѣятельностью гумусовыхъ веществъ. Акад. Карпинскій (197) изучалъ еврейскій камень изъ Мурзинки, гдѣ кварцъ былъ выщелоченъ, а полевой шпатъ остался цѣлъ[2]). Напомнимъ старыя указанія Делесса (171), согласно которымъ даже горный хрусталь уступаетъ дѣйствію воды.

Болѣе энергичнаго растворенія кварца можно ожидать въ тѣхъ случаяхъ, когда на него дѣйствуютъ растворы углекислыхъ щелочей и

[1]) См. болотныя почвы.

[2]) Новѣйшія изслѣдованія Ферсмана приводятъ къ заключенію, что здѣсь дѣйствовали пнейматолитическіе процессы.

щелочные псевдорастворы гумуса, а послѣдніе нерѣдко встрѣчаются въ природѣ, иногда и въ значительныхъ количествахъ (солонцы).

Гематитъ (желѣзный блескъ, красный желѣзнякъ), нерѣдко составляющій значительную подмѣсь къ различнымъ силикатнымъ породамъ, на земной поверхности является соединеніемъ неустойчивымъ. Онъ превращается въ различные гидраты окиси желѣза, обычно гелеобразные. Образованіе того или другого гидрата можетъ зависѣть отъ климатическихъ условій; такъ, напримѣръ, въ тропическихъ и субтропическихъ почвахъ весьма распространенъ маловодный гидратъ, по составу отвѣчающій турьиту. Присутствіе въ растворахъ, изъ коихъ выпадаютъ гидраты, солей и углекислоты можетъ дѣйствовать также водоотнимающимъ образомъ (Штремме).

Корундъ, подобно гематиту, хотя и значительно медленнѣе, гидратизируется. Сравнительно съ гематитомъ, корундъ пользуется небольшимъ распространеніемъ въ породахъ и относительно рѣдокъ въ почвахъ.

Алюминаты и ферриты.

Шпинели, встрѣчаясь въ небольшихъ количествахъ въ различныхъ горныхъ породахъ, могутъ принимать участіе и въ процессахъ почвообразованія. Изъ нихъ соли глинозема вывѣтриваются труднѣе солей окиси желѣза. Первые оставляютъ, при вывѣтриваніи, на мѣстѣ гидраты глинозема, вторые гидраты окиси желѣза. Чистыя соли окиси желѣза относятся собственно къ группѣ магнитнаго желѣзняка, который, при вывѣтриваніи въ умѣренныхъ климатическихъ широтахъ, чаще всего превращается въ гидратъ, отвѣчающій по составу лимониту. Труднѣе вывѣтривается титано-магнетитъ (изеринъ), который, на ряду съ гидратами окиси желѣза даетъ мало изслѣдованныя титанвстыя соединенія. Магнетитъ способенъ въ небольшихъ количествахъ растворяться въ водѣ: по Бишофу въ 10000 ч. воды растворяется 0,033— 0,036 ч. магнетита. Въ опытахъ Мюллера (см. стр. 88) въ растворъ переходило (въ углекислой водѣ) 0, 307% Fe_2O_3.

Силикаты.

Въ этой группѣ мы разсмотримъ только тѣ соединенія, въ составъ которыхъ не входятъ полуторные окислы (Al_2O_3, Fe_2O_3, Cr_2O_3 и пр.). Всѣ такого рода минералы могутъ быть разсматриваемы въ качествѣ солей или продуктовъ присоединенія къ солямъ орто- или метакремневой кислотъ, тогда какъ минералы, содержащіе, на ряду съ кремнеземомъ, и полуторные окислы, должны считаться солями кремнеглиноземныхъ, кремнежелѣзныхъ и пр. кислотъ [1])

[1]) См Вернадскій (239. 240).

Природные гидраты кремнезема (различные опалы), какъ уже указывалось выше, въ природѣ нерѣдко переходять въ халцедонъ и кварцъ, почему въ почвахъ мы обычно не находимъ опаловъ въ сколько нибудь значительныхъ количествахъ. Причиной этого послѣдняго явленія служитъ и то, что отщепляющійся при вывѣтриваніи силикатовъ и алюмосиликатовъ кремнеземъ вступаетъ въ соединеніе съ органическими веществами почвы, а также уносится изъ почвы въ водныхъ растворахъ или псевдорастворахъ.

Соли кремневыхъ и кремнеглиноземныхъ кислотъ, на что обращалось вниманіе при разсмотрѣніи опытныхъ изслѣдованій, начинаютъ процессъ своего превращенія поглощеніемъ нѣкотораго количества воды, которая первоначально, повидимому, растворяется въ частицѣ минерала, а затѣмъ производитъ и химическое его измѣненіе. Такимъ же образомъ въ силикатахъ и алюмосиликатахъ, богатыхъ закисью желѣза, происходитъ раствореніе кислорода, что также въ концѣ концовъ ведетъ къ химической реакціи выдѣленія гидратовъ окиси желѣза.

Таковы начальныя фазы вывѣтриванія всѣхъ вообще силикатовъ и алюмосиликатовъ; подробности будутъ разсмотрѣны для каждой группы силикатовъ и алюмосиликатовъ въ отдѣльности.

Группа оливиновъ. Чаще всего въ породообразующихъ породахъ встрѣчается оливинъ $(Mg, Fe)_2 SiO_4$. На земной поверхности, поглощая воду и кислородъ, первоначально не измѣняющіе его однородности, оливинъ затѣмъ постепенно превращается въ змѣевикъ или серпентинъ — $H_2 Mg_3 (SiO_4)_2$. Реакція эта протекаетъ не безъ участія углекислоты, такъ какъ вмѣстѣ съ образованіемъ серпентина наблюдается и выдѣленіе углесолей. Ее можно представить въ слѣдующемъ видѣ (упрощенномъ):

$2 Mg_2 SiO_4 + CO_2 + 2 H_2O = MgCO_3 + H_2 Mg_3 Si_2 O_8.H_2O$, или, если исходить отъ формулы оливина — $(Mg, Fe)_2 SiO_4$, то въ такомъ видѣ:
$4 (Mg, Fe)_2 SiO_4 + 5 CO_2 + 2 H_2O = Mg CO_3 + 4 Fe CO_3 + H_2 Mg_3 Si_2 O_8. H_2O + 2 SiO_2$.

Кремнеземъ, правда, при этомъ выдѣляется въ видѣ опала и только впослѣдствіи переходитъ въ кварцъ, а $Fe CO_3$ превращается, подъ вліяніемъ воды и кислорода воздуха, въ гидратъ окиси желѣза.

Корну утверждаетъ, что процессъ серпентинизаціи не представляетъ простого вывѣтриванія, такъ какъ при послѣднемъ получаются только коллоидальные продукты, но мы уже отмѣтили (стр. 75) свое несогласіе съ этимъ взглядомъ. Если стать на ту точку зрѣнія, что вывѣтриваніе есть явленіе, въ которомъ углекислота вытѣсняетъ кремнекислоту изъ ея соединеній, то серпентинизація ничѣмъ не будетъ отличаться отъ вывѣтриванія. Не слѣдуетъ при этомъ упускать изъ виду, что вывѣтриваніе вачалось на земной поверхности съ тѣхъ поръ,

какъ на послѣдней появилась органическая жизнь, а можетъ быть и раньше, и что многія, наблюдаемыя нами въ настоящее время, явленія вывѣтриванія принадлежитъ отдаленному прошлому, а съ теченіемъ времени, даже и по мнѣнію Корну, коллоидные продукты вывѣтриванія могутъ превращаться въ кристаллическіе. Необходимо добавить къ сказанному, что когда рѣчь идетъ объ остаткахъ вывѣтриванія, то едва ли правильно вообще называть ихъ коллоидами, даже и въ томъ случаѣ, если они не представляются кристаллическими. Эти остатки намъ не извѣстны въ состояніи золей, они сразу образуются въ гелеобразномъ видѣ, а не выпадаютъ, въ видѣ гелей, изъ псевдорастворовъ, и если, находясь въ видѣ суспензій, они и проявляютъ нѣкоторыя свойства коллоидовъ, то таковыя же свойства проявляютъ и тонкіе порошки завѣдомо кристаллическихъ минераловъ, даже кварца.

Изъ опытовъ Джонстона, а также и изъ ряда наблюденій, о которыхъ будетъ рѣчь далѣе, совершенно ясно, что многіе минералы способны отдавать часть своего состава въ окружающій ихъ водный растворъ, способны обмѣниваться съ этимъ растворомъ составными частями, сохраняя при этомъ кристаллическую форму. Говоря образно, изъ зданія, представляющаго кристаллическую молекулу, можно вытащить отдѣльные кирпичики, можно замѣнить ихъ другими, не уничтожая самого зданія. Правда, это, какъ мы увидимъ, возможно не всегда: если зданіе сложно и кирпичи вытягиваются изъ разныхъ частей его, оно можетъ быть и разрушено. И такіе случаи наблюдаются при вывѣтриваніи.

На образованіи серпентина процессъ разложенія оливина не заканчивается. Серпентинъ, вывѣтриваясь дальше, теряетъ свой магній и переходитъ сначала въ болѣе кислыя соли и, наконецъ, въ свободвую кислоту (опалъ).

Такимъ образомъ вывѣтриваніе оливина (средней соли ортокремневой кислоты) существенно состоитъ въ его постепенномъ переходѣ въ различныя кислыя соли, при чемъ основаніе выносится въ видѣ углекислыхъ солей, а затѣмъ въ кислоту (змѣевикъ или серпентинъ имѣетъ составъ кислой соли ортокремневой кислоты, къ которой присоединяется частица воды; есть основанія, впрочемъ, считать его конституцію болѣе сложной).

Какъ увидимъ ниже, этотъ типъ разложенія присущъ не только всѣмъ силикатамъ, но также алюмо—и феррисиликатамъ, при дѣйствіи на послѣдніе воды и углекислоты. Поэтому ко всѣмъ остальвымъ характеристикамъ явленій вывѣтриванія мы можемъ добавить еще, что вывѣтриваніе есть образованіе мутабильныхъ соединеній (Ферсманъ, 65), т. е. соединеній, непрерывно мѣняющихся въ своемъ составѣ. При вывѣтриваніи богатыхъ FeO оливиновъ получаются, въ качествѣ промежуточныхъ продуктовъ распада, феррисиликаты.

Группа безглиноземныхъ пироксеновъ и амфиболовъ. Подобно предыдущей группѣ, эти соли метакремневой кислоты ($RSiO_3$) даютъ въ природѣ соединенія того же типа, что и серпентинъ (такъ называемый антигоритъ). Въ этомъ случаѣ происходитъ переходъ средней метакремневой соли въ кислую ортокремневую, и дальнѣйшій процессъ распада совершается такъ-же, какъ и у серпентина, получившагося изъ оливиновыхъ минераловъ. Возможенъ, однако, переходъ безглиноземныхъ авгитовъ и роговыхъ обманокъ и въ тальк $(H_2Mg_3Si_4O_{12})$, представляющій кислую метакремневую соль [1]):

$$\underset{\text{энстатитъ}}{4\ MgSiO_3} + H_2O + CO_2 = \underset{\text{тальк}}{H_2Mg_3(SiO_3)_4} + MgCO_3.$$

Такія превращенія свойственны, понятно, только тѣмъ минераламъ описываемой группы, которые богаты магнезіей и не содержатъ глинозема и окиси желѣза. Подобно серпентину, тальк не представляетъ конечной стадіи разложенія, такъ какъ онъ способенъ обогащаться водой, теряя при этомъ магній. Въ результатѣ опять получаются опалы и $MgCO_3$.

Чисто известковые и марганцовые минералы этой группы также, повидимому, даютъ промежуточныя кислыя соединенія, прежде чѣмъ распасться на опалы и углесоли. У родонита (Chester, 166) марганецъ выдѣляется въ концѣ концовъ въ видѣ пиролюзита.

Алюмосиликаты и феррисиликаты.

Группа полевыхъ шпатовъ. Мы ставимъ на первое мѣсто эту группу минераловъ какъ потому, что ея представители являются наиболѣе распространенными алюмосиликатами въ большинствѣ почвенныхъ типовъ. такъ и потому, что одинъ изъ типовъ ихъ разложенія многократно изучался и ему посвящена обширная литература.

При дѣйствіи воды и углекислоты, всѣ полевые шпаты превращаются въ каолинъ, не имѣющій обычно кристаллическаго характера, но по своимъ химическимъ свойствомъ вполнѣ идентичный съ кристаллическимъ каолинитомъ. Отсутствіе кристалличности въ конечномъ продуктѣ распада полевого шпата давало поводъ утверждать, что кристаллическій каолинитъ не можетъ быть вообще продуктомъ вывѣтриванія. Но и происхожденіе не кристаллическаго или неясно кристаллическаго каолина трактовалось различными изслѣдователями не одинаково, при чемъ нѣкоторые изъ нихъ противопоставляли каолинизацію вывѣтриванію (Штуцеръ, 233, отчасти Штремме, 226—229). Рёзлеръ

[1]) По отношенію къ происхожденію талька слѣдуетъ сдѣлать тѣже замѣчанія, которыя сдѣланы выше, по отношенію серпентинизаціи.

(214—215) и Вайншенкъ (242) утверждали даже, что каолинъ вообще не является продуктомъ вывѣтриванія, а образуется, какъ результатъ послѣвулканическаго дѣйствія термальныхъ водъ. Иные изслѣдователи ставили происхожденіе каолина въ связь съ дѣятельностью болотныхъ водъ (Раманнъ, Вюстъ, 246), другіе отмѣчали случаи образованія каолина подъ вліяніемъ холодныхъ углекислыхъ источниковъ (Гагель, Штремме, 185).

Тѣ изслѣдователи, которые противополагали каолинизацію вывѣтриванію, отмѣчали, что вывѣтриваніе это окислительный процессъ, а каолинизація—возстановительный, что при вывѣтриваніи происходитъ механическая дезинтеграція породъ, а при каолинизаціи таковой не наблюдается (Штремме, 228, Штуцеръ, 233).

Изучая литературу по вопросамъ каолинизаціи, нетрудно, однако, притти къ заключенію, что всюду въ природѣ, гдѣ работаютъ вода и *углекислота, откуда бы послѣднія ни получались и какова бы ни была* температура воды, вызываютъ процессъ каолинизаціи. Такимъ образомъ, каолинъ въ природѣ образуется и подъ вліяніемъ термальныхъ источниковъ, и подъ вліяніемъ холодныхъ углекислыхъ источниковъ, и подъ вліяніемъ болотныхъ водъ, и подъ вліяніемъ поверхностнаго вывѣтриванія, а потому и не можетъ быть одной общей теоріи, охватывающей генезисъ всѣхъ каолиновыхъ мѣсторожденій вообще. Отмѣтимъ, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ возможно, повидимому, выдѣленіе каолинита и изъ растворовъ.

Если мы прибавимъ къ сказанному, что каолинъ можетъ образоваться и на земной поверхности, и на различныхъ глубинахъ, куда проникаютъ перечисленные выше природные реактивы, то будетъ понятно, что залежи каолина могутъ быть различны и по внѣшнему виду. Еще больше усложняетъ вопросъ то обстоятельство, что мѣсторожденія каолиновъ различны по возрасту, различны по количеству времени, пошедшаго на ихъ образованіе, и что процессъ каолинизаціи изучали чаще всего тамъ, гдѣ онъ давно уже закончился, гдѣ каолинъ ясно видѣнъ, гдѣ нельзя уже наблюдать первыхъ стадій разложенія, гдѣ, слѣдовательно, механическая дезинтеграція уже не замѣтна.

Достаточно отмѣтить несомнѣнное присутствіе каолина въ тропическихъ и особенно субтропическихъ продуктахъ поверхностнаго вывѣтриванія, чтобы не спорить о томъ, что каолинъ можетъ образоваться путемъ вывѣтриванія. Здѣсь же можно наблюдать, что каолинизація идетъ паралельно съ механической дезинтеграціей вывѣтривающейся породы, что каолинизація можетъ сопровождаться окислительными процессами, что наблюдается опредѣленное ослабленіе каолинизаціи съ глубиной и пр.

Если каолинизація идетъ подъ вліяніемъ болотныхъ водъ или на глубинахъ мало доступныхъ кислороду воздуха, то она будетъ сопровождаться возстановительными процессами, при чемъ каолинъ будетъ освобождаться отъ окисловъ желѣза, въ противоположность тому, что мы наблюдаемъ при тропическомъ вывѣтриваніи.

Каолинъ или каолинитъ представляютъ свободную кремнеглиноземную кислоту ($H_2 Al_2 Si_2 O_8 . H_2O$), откуда ясно, что конечная стадія распада алюмосиликатовъ подъ вліяніемъ воды и углекислоты аналогична таковой же простыхъ силикатовъ: и въ томъ и въ другомъ случаяхъ получаются свободныя кислоты. Такая аналогія позволяетъ допустить что и въ первыхъ фазахъ вывѣтриванія этихъ двухъ группъ силикатовъ должно быть много общаго, и на самомъ дѣлѣ мы знаемъ, что алюмо- и феррисиликаты начинаютъ свой процессъ распада съ поглощенія небольшихъ количествъ воды, которыя, измѣняя свойства алюмосиликатовъ, вначалѣ не разрушаютъ ихъ однородности. Такъ Лембергъ (207) указывалъ на измѣненія физическихъ свойствъ полевыхъ шпатовъ при поглощеніи ими воды: то же говорятъ опыты Джонстона со слюдой (81), описанные выше. Дальнѣйшая стадія вывѣтриванія должна заключаться въ отщепленіи щелочей и щелочныхъ земель и постепенномъ замѣщеніи ихъ водородомъ, а у болѣе кислыхъ, богатыхъ кремнеземомъ, полевыхъ шпатовъ и одновременное отщепленіе избыточнаго кремнезема, который можетъ выпадать въ видѣ опала и затѣмъ постепенно превращаться въ кварцъ, а можетъ и уноситься въ растворѣ или псевдорастворѣ изъ продуктовъ вывѣтриванія. Такимъ образомъ, мы принимаемъ что всякій полевой шпатъ, раньше чѣмъ превратиться въ свободную кислоту, долженъ пройти рядъ промежуточныхъ стадій, въ видѣ кислыхъ солей, ближе пока не изученныхъ. Повидимому, въ этихъ случаяхъ разрушеніе кристаллической сѣтки полевого шпата происходитъ уже на первыхъ стадіяхъ вывѣтриванія.

Уже превращеніе ортоклаза въ слюду, принадлежащую къ группѣ мусковита, можно разсматривать, какъ переходъ средней соли въ соль кислую, хотя эта природная реакція едва ли принадлежитъ зонѣ вывѣтриванія. По даннымъ Лакруа (201), такое превращеніе чаще всего идетъ въ трещинахъ спайности, и мало по малу весь минералъ превращается въ массу пластинокъ безцвѣтной слюды, которыя часто бываютъ скрытокристаллическими. Превращенные въ слюду полевые шпаты становятся мутными, теряютъ свой стеклянный блескъ, принимая восковой; твердость ихъ уменьшается, а плотность возрастаетъ. Невооруженному глазу они представляются желтыми. Это превращеніе часто бываетъ неправильнымъ, появляясь частью въ центрѣ, частью на периферіи кристалла.

Нѣсколько образцовъ полуразложенныхъ полевыхъ шпатовъ изслѣдовано Левинсономъ-Лессингомъ (206), который называетъ процессъ разложенія пелитизаціей въ отличіе отъ каолинизаціи, хотя едва-ли можно сомнѣваться въ тождествѣ этихъ двухъ процессовъ. Изслѣдователь изучалъ, очевидно, первыя фазы процесса, иногда, можетъ быть усложнявшіяся и реакціями замѣщенія. Таковыя возможны, какъ мы знаемъ изъ опытовъ Бейера, при дѣйствіи слабыхъ соляныхъ растворовъ, а послѣдніе всегда принимаютъ участіе въ процессахъ вывѣтриванія. Приведемъ здѣсь нѣкоторыя данныя Левинсона-Лессинга.

Полевой шпатъ изъ порфиритоида. Пелитизированъ, но есть и безцвѣтные участки листочковъ съ яркой аггрегаціонной поляризаціей. Его составъ таковъ:

SiO_2	50,09%
Al_2O_3	29,64
CaO	14,04
MgO	1,11
Na_2O	нѣтъ.
H_2O	5,43

Продуктъ вывѣтриванія совершенно не содержитъ натра, тѣмъ не менѣе считать его за вещество, полученное изъ анортита, нельзя, ибо въ этомъ послѣднемъ случаѣ продуктъ вывѣтриванія содержалъ бы меньше кремнезема. Слѣдовательно, мы имѣемъ здѣсь дѣло съ плагіоклазомъ группы битовнита или лабрадора, гдѣ весь натръ выщелоченъ и замѣщенъ водой. Приведемъ затѣмъ анализы Фогта (241), изслѣдовавшаго лабрадоръ и различныя стадіи его вывѣтриванія. Къ сожалѣнію, изслѣдованія Левинсона-Лессинга, какъ и ислѣдованія Фогта, не даютъ яснаго указанія, представляло ли изслѣдованное вещество однородный продуктъ или смѣсь нѣсколькихъ продуктовъ. Болѣе вѣроятнымъ представляется послѣднее предположеніе, но и въ этомъ случаѣ простой расчетъ показываетъ, что далеко не всегда въ этой смѣси мы можемъ принять присутствіе неразложеннаго полевого шпата, каолина и кремнезема, что въ иныхъ случаяхъ въ составъ смѣси входятъ и промежуточные продукты между полевымъ шпатомъ и каолинитомъ—кислые алюмосиликаты.

	Лабрадоръ свѣжій.	Лабрадоры, отчасти каолинизированные.		Болѣе или менѣе чистые	каолины.
SiO_2	54,5	50,03	49,16	48,61	47,72
Al_2O_3	27,0	28,60	29,60	29,45	37,40
Fe_2O_3	2,5	1,62	1,88	3,40	1,59
CaO	9,0	4,21	3,47	0,68	0,23
MgO	1,0	2,95	1,67	0,49	0,11
K_2O	1,0	ок. 1,00	—	—	0,44
Na_2O	5,0	ок. 1,00	—	—	0,76
H_2O	—	11,90	13,63	16,38	11,66

Изъ цифровыхъ данныхъ видно, что въ то время какъ натръ выщелочился почти нацѣло, извести сохранилось около половины. Отсюда, конечно, нельзя еще заключить, что альбитовая частица разрушается вообще легче, чѣмъ анортитовая, такъ какъ въ той группѣ плагіоклазовъ, къ которой относятся приведенные анализы, число анортитовыхъ частицъ болѣе числа альбитовыхъ.

Что каолинитъ получился изъ лабрадора дѣйствіемъ воды и углекислоты, явствуетъ изъ того, что иногда, хотя и рѣдко, кальцитъ находится вмѣстѣ съ каолинитомъ.

При изслѣдованіи процесса вывѣтриванія въ Чаквѣ близъ Батума намъ удалось выдѣлить изъ полуразложенной породы (авгитоваго андезита) продуктъ промежуточнаго распада мѣстныхъ полевыхъ шпатовъ. Анализъ этого продукта (II) приводится ниже на ряду съ анализомъ свѣжаго полевого шпата [1]):

	I.	II.
H_2O	0,20	11,21
SiO_2	65,49	57,08
Al_2O_3	20,06	23,32
Fe_2O_3	—	1,08
CaO	1,58	сл.
MgO	0,19	0,42
K_2O	5,92	2,82
Na_2O	6,71	4,25

Реакціи превращенія полевыхъ шпатовъ въ каолинъ представляютъ обычно въ такомъ видѣ:

$$K_2Al_2Si_6O_{16}+CO_2+2H_2O=H_2Al_2Si_2O_8.\ H_2O+K_2CO_3+4SiO_2$$

ортоклазъ

$$Na_2Al_2Si_6O_{16}+CO_2+2H_2O=H_2Al_2Si_2O_8.\ H_2O+Na_2CO_3+4SiO_2$$

альбитъ

$$CaAl_2Si_2O_8+CO_2+2H_2O=H_2Al_2Si_2O_8.\ H_2O+CaCO_3$$

анортитъ каолинитъ

Вѣроятно, точнѣе было бы ихъ изображать такъ:

$$K_2\ Al_2\ Si_6\ O_{16}+mCO_2+pH_2O=(K,\ H)_2\ Al_2\ Si_nO_{2n+4}+m\ K_2\ CO_3+q\ SiO_2,$$

гдѣ m, p и q могутъ быть и дробными, если количество частицъ полевого шпата принять за единицу.

Противъ такого послѣдовательнаго и постепеннаго распада полевого шпата возражалъ Гинзбургъ (187), но его доводы, по нашему мнѣнію, недостаточны. Гинзбургъ, между прочимъ, упустилъ изъ виду, что въ

[1]) О вывѣтриваніи полевыхъ шпатовъ см. Bischoff (2) Struve, Gehlen 186), Fuchs (180), Forchhammer (69), Fournet (10), Malaguti (209), Crasso (168), Suckow (22), Roth (20). О каолинизаціи лабрадоровъ, въ частности, (кромѣ Фогта см. Rose (213), Delesse (171), Лаврскій (203), Самойловъ (216), Kossmann. Bericht über die Thätigkeit der naturw. Section der Schles. Ges. im. Jahr 1885.

упомянутомъ выше продуктѣ вывѣтриванія чаквинскихъ полевыхъ шпатовъ доказано отсутствіе частицъ свѣжаго полевого шпата, а при этихъ условіяхъ его нельзя трактовать иначе, какъ промежуточный продуктъ распада или смѣсь таковыхъ. Эти промежуточные продукты распада своимъ внѣшнимъ видомъ и нѣкоторыми физическими свойствами гораздо ближе напоминаютъ каолинъ чѣмъ полевой шпатъ, откуда слѣдуетъ, что отличить промежуточные продукты распада простымъ глазомъ или подъ микроскопомъ, въ шлифахъ, отъ каолина невозможно. Они окрашиваются фуксиномъ такъ-же, какъ каолинъ.

Весьма вѣроятно, что иногда реакція распада полевыхъ шпатовъ протекаетъ и сложнѣе, что, на ряду съ переходомъ въ глину, часть полевого шпата растворяется въ образующейся углекислой щелочи или разлагается цѣликомъ. Выше разсмотрѣнныя опытныя изслѣдованія показываютъ намъ, что глиноземъ, хотя и въ небольшихъ количествахъ, переходитъ изъ алюмосиликатовъ въ растворъ.

Группа слюдъ. Вывѣтриваніе слюдъ, повидимому, происходитъ легче, чѣмъ вывѣтриваніе ортоклаза. Лабораторныя изслѣдованія показываютъ, что мусковитъ гораздо энергичнѣе отщепляетъ свою щелочь чѣмъ ортоклазъ; о томъ же свидѣтельствуютъ культурные опыты Вотчала и Прянишникова [1]), согласно которымъ растенія гораздо успѣшнѣе развиваются, если калійныя соли доставляются въ видѣ мусковита, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда источникомъ калія является ортоклазъ. Особенно легко разлагаются черныя слюды (группа біотита). Во всякой поверхностной породѣ, содержащей біотитъ, происходитъ весьма замѣтное на глазъ измѣненіе слюды, носящее названіе выцвѣтанія. По изслѣдованіямъ Цшиммера выцвѣтаніе обусловливается прежде всего выдѣленіемъ Fe_2O_3 (въ видѣ гидрата). Наряду съ этимъ выдѣленіемъ идетъ потеря калія и замѣщеніе его водородомъ. Конечнымъ продуктомъ вывѣтриванія мусковита, составъ котораго можетъ быть опредѣленъ формулой $(K,H)_2Al_2Si_2O_3$, является каолинитъ. Продукты вывѣтриванія біотитовыхъ слюдъ, составъ которыхъ выражается формулой $(K,H)_2(Al,Fe)_2Si_2O_8.(Mg,Fe)_2SiO_4$, насколько удалось выяснить до сихъ поръ, разнообразны. Мы знаемъ въ настоящее время нѣсколько типовъ распада, а именно:

1. Выцвѣтавіе, которое заканчивается образованіемъ изъ біотита каолинита. Обычно, такой каолинитъ сохраняетъ внѣшвюю форму произведшаго его біотита и нѣкоторыя свойства біотита. При этой реакціи происходитъ образованіе вторичнаго кварца, являющагося, главнымъ образомъ, продуктомъ конечнаго распада оливиноваго ядра біотита. Обычно въ каолинитѣ, полученномъ изъ біотита, сохраняется небольшое количество окиси желѣза, большая же часть феррисиликата, входящаго въ составъ біотита, разлагается. Выцвѣтаніе—весьма распространенный въ

[1]) Дневникъ XI съѣзда русск. естествоисп. и врачей.

природѣ типъ вывѣтриванія біотита. Его факторами являются вода и углекислота. Органическія вещества, повидимому, играютъ роль лишь постольку, поскольку они способствуютъ выносу изъ продукта вывѣтриванія желѣза, получившагося при распадѣ феррисиликата. Титановая кислота, не представляющая рѣдкости въ составѣ біотита, выдѣляется при этомъ процессѣ въ видѣ тонкихъ иглъ рутила. Иногда образуется и промежуточная стадія въ формѣ включеній ильменита (титанистаго желѣзняка).

Постепенную каолинизацію біотита намъ удалось прослѣдить на образцахъ этого минерала изъ Бѣлой Церкви (Кіевской губ.) [1]). Въ ниже приводимой таблицѣ сообщаемъ аналитическія данныя для ряда послѣдовательныхъ продуктовъ выцвѣтанія біотита.

	Свѣжій біотитъ. Уд. в. 3,11.	Темный золотистый біотитъ. Уд. в. 2,83.	Серебристый біотитъ. Уд. в. 2,80.	Бѣлыя пластинки съ еле замѣтнымъ зеленоватымъ оттѣнкомъ.
H_2O	2,37	5,05	5,44	12,76
SiO_2	36,63	34,71	40,93	43,36
TiO_2	1,28	3,19	0,46	—
Al_2O_3	17,37	15,46	19,43	34,31
Fe_2O_3	6,75	12,56	8,92	3,98
FeO	15,41	2,80	1,94	—
MnO	1,04	0,80	–	—
MgO	9,73	15,77	13,80	2,43
CaO	0,23	1,89	0,50	—
K_2O	8,15	7,32	7,52	2,67
Na_2O	0,94	0,68	0,87	0,33
Сумма	99,90	100,2	99,81	99,84

Конечныя стадіи того же процесса намъ удалось разыскать среди вывѣтривающихся біотитовъ Искорости (по Кіево-Ковельской ж. д.) и с. Хажина Бердичевскаго у. Эти стадіи являются въ видѣ бѣлыхъ пластинокъ и обломковъ кристалловъ съ шелковистымъ блескомъ и ясно выраженной спайностью. Ихъ составъ приводится непосредственно ниже.

	Псевдоморфозы каолинита по біотиту. Искорость.	Хажинъ.
H_2O	14,11	15,43
SiO_2	46,33	44,76
TiO_2		1,14
Al_2O_3	37,40	36,61
Fe_2O_3	2,03	2,04
CaO	0,07	сл.
MgO.	0,13	0,06
	100,07	100,04

[1]) Глинка К. (188).

2. Вывѣтриваніе біотита съ сохраненіемъ феррисиликата. Этотъ типъ распада представляется довольно рѣдкимъ и найденъ былъ нами въ нижнихъ горизонтахъ полуболотныхъ почвъ Бѣлой Церкви. Получающійся при этомъ типѣ распада зеленый порошкообразный продуктъ, при изслѣдованіи подъ микроскопомъ, оказывается состоящимъ изъ мелкихъ двупреломляющихъ листочковъ; онъ залегаетъ обыкновенно внутри плотныхъ комковъ. Его образованіе связано, повидимому, съ условіями слабой аэраціи почвы, что въ болотныхъ и полуболотныхъ образованіяхъ обычно.

Особенной прочностью зеленый порошкообразный продуктъ не отличается и, при благопріятныхъ условіяхъ, также каолинизируется. Процессъ превращенія біотита въ зеленое порошкообразное вещество и дальнѣйшей каолинизаціи этого послѣдняго представленъ въ пижеслѣдующей таблицѣ:

	Серебрист. біотитъ.	Ярко зеленый порошокъ.	Грязно-зелен. порош.	Слабо зелен. каолиноподоб. масса.	Бѣлая каолиноподобн. масса.
H_2O	5,44	9,24	10,88	11,25	12,77
SiO_2	40,93	48,67	48,82	47,76	46,20
TiO_2	0,46	0,20	0,21	—	—
Al_2O_3	19,43	3,60	23,77	34,47	37,28
Fe_2O_3	8,92	10,03	9,89	2,62	1,44
FeO	1,94	1,57	0,76	—	—
MgO	13,80	3,01	2,73	1,86	0,64
CaO	0,50	сл.	сл.	—	—
K_2O	7,52	2,92	2,60	1,94	1,28
Na_2O	0,87	0,31	0,28	0,24	0,21
Сумма	99,81	99,94	99,95	100,14	99,82

3. Среди вывѣтривающагося біотита Бѣлой Церкви были найдены голубовато-зеленые листки, составъ которыхъ таковъ:

H_2O	9,62
SiO_2	35,68
Al_2O_3	18,76
Fe_2O_3	4.91
FeO	6,54
MgO	20,29
MnO	1,78
K_2O	2,40
Na_2O	0,10

Повидимому, это также продуктъ измѣненія біотита, но получился ли онъ при процессахъ вывѣтриванія, или представляетъ продуктъ болѣе ранняго метаморфоза, неясно. Повидимому, въ его образованіи принимали участіе растворы магнезіальныхъ солей.

Особенно богатыя окисью желѣза слюды (лепидомеланъ), повидимому, выдѣляютъ все желѣзо въ видѣ гидрата окиси. Аналогично со слюдами вывѣтривается глауконитъ.

Группа нефелина (нефелинъ, содалитъ, гаюинъ, нозеанъ и др.). Возможность превращенія нефелина въ калійную слюду, доказанная опытнымъ путемъ (Тугутъ, 235) и такое-же превращеніе его, наблюдавшееся въ природѣ (Бишофъ, 2), приводятъ къ выводу, что конечнымъ продуктомъ вывѣтриванія этого минерала, при дѣйствіи воды и углекислоты, является каолиновая глина. Для нозеана и гаюина наблюдались въ природѣ переходы въ каолинъ (Fritsch, 181, Sellew, 220). Другихъ типовъ распада, повидимому, не отмѣчалось.

Лейцитъ. Хотя составу этого минерала ($K_2Al_2Si_4O_{12}$), отвѣчаетъ свободная кислота $H_2Al_2Si_4O_{12}$ (пирофиллитъ), однако перехода лейцита въ эту именно кислоту не наблюдалось. Какъ и кислые полевые шпаты, лейцитъ, отщепляя избытокъ кремнезема и щелочь, постепенно превращается въ каолиновую глину; согласно Блюму (3), процессъ начинается съ поверхности и распространяется въ глубину. Кристаллы первоначально становятся матовыми, непрозрачными и покрываются бѣлой тонкозернистой коркой. Кристаллы сохраняютъ свою форму вплоть до полнаго разложенія [1]).

Группа граната. Минералы этой группы особенной распространенностью въ почнѣ не отличаются, однако во всѣхъ почвахъ Сѣв. Европы, образовавшихся изъ ледниковыхъ наносовъ, присутствуютъ въ небольшихъ количествахъ. Обычно встрѣчается альмандинъ. Представляя, какъ и магнезіальныя слюды, продукты присоединенія къ алюмосиликатному (слюдяному) ядру ортосиликатной группы ($R_2Al_2Si_2O_8 . R_2SiO_4$), они должны отличаться и сходными типами превращеній. Легче другвхъ вывѣтривается, повидимому, гроссуляръ ($Ca_2Al_2Si_2O_8 . Ca_2SiO_4$), труднѣе — альмандинъ $(Mg,Fe)_2Al_2Si_2O_8 . (Mg,Fe)_2SiO_4$ и пиропъ ($Mg_2Al_2Si_2O_8 . Mg_2SiO_4$). При вывѣтриваніи гранаты переходятъ въ глины каолиноваго типа.

Такъ же вывѣтриваются и минералы группы эпидота [$3(Ca_2Al_2Si_2O_8) . Ca(HO)_2$]. По мнѣнію акад. Вернадскаго, минералы группы мелилита представляются изомерами гранатовъ. Они являются продуктами присоединенія алюмо- или феррисиликатовъ къ оливиновому ядру, т. е. ихъ составъ можетъ быть выраженъ формулой: $pR_2SiO_4 . qRAl_2Si_2O_8$. Въ частности, мелилитъ имѣетъ составъ $p(Ca_2SiO_4) . q\,Ca\,Al_2Si_2O_8$. Эти минералы, при вывѣтриваніи, глинъ не даютъ, а превращаются въ конечномъ итогѣ въ опалы, образуя, въ качествѣ промежуточныхъ продуктовъ, силикаты, богатые гидроксильнымн группами, т. е. кислые силикаты.

Группа глиноземъ содержащихъ пироксеновъ и амфиболовъ.

---

[1]) О каолиниизаціи лейцита см. также Rammelsberg (19).

Наиболѣе распространенные минералы этой группы представляютъ изоморфныя смѣси, въ которыхъ роль растворителя играетъ метасиликатъ ($RSiO_3$); въ немъ растворены два алюмо-(ферри-) силиката: такъ называемый силикатъ Чермака (хлоритоидное ядро)—RAl_2SiO_6 и эгириновый силикатъ—$R_2(Fe, Al)_2Si_4O_{12}$. Въ природѣ вывѣтриваніе авгитовъ (пироксеновъ) происходитъ энергичнѣе чѣмъ вывѣтриваніе роговыхъ обманокъ (амфиболовъ), что, быть можетъ, находится въ зависимости отъ различія въ величинѣ частицы этихъ двухъ минеральныхъ группъ.

При вывѣтриваніи авгитовъ образуется своеобразная глина, причемъ превращеніе въ эту глину совершается рядомъ послѣдовательныхъ этаповъ. Теоретически представляя себѣ ходъ глинистаго вывѣтриванія авгита, нужно думать, что начало этого процесса состоитъ въ разрушеніи метасиликата, количественно преобладающаго. Конечный распадъ этого послѣдняго долженъ повести къ образованію углесолей кальція и магнія, выдѣленію гидратовъ окиси желѣза и выносу кремнезема. Эти теоретическія соображенія подтверждаются наблюденіями въ природѣ. Въ примѣръ промежуточнаго продукта вывѣтриванія авгита можно привести изученный нами образецъ изъ Фрисарки Волынской губ. (Глинка, К., 188). Образецъ взятъ изъ глубокихъ горизонтовъ вывѣтриванія, куда органическія кислоты гумуса проникаютъ въ ничтожныхъ количествахъ. Полуразложенный авгитъ сохраняетъ кристалличность, но становится мягкимъ, глинообразнымъ; его окраска грязновато-зеленая. Составъ этого промежуточнаго продукта выражается слѣдующими данными:

H_2O	8,38%
SiO_2	51,36
Al_2O_3	18,97
Fe_2O_3 . . .	13,27
FeO	1,71
CaO	3,27
MgO	2,34
	99,30

Полное превращеніе авгита въ глину съ разрушеніемъ всего метасиликата и съ выпаденіемъ изъ раствора изоморфной смѣси хлоритоиднаго и эгириноваго ядеръ, причемъ металлы этихъ ядеръ замѣщены водородомъ, можно наблюдать въ Чаквѣ близъ Батума, гдѣ находятся, между прочимъ, псевдоморфозы глинистаго вещества по авгиту (Глинка, К., 188). Составъ этого глинистаго вещества, имѣющій ясное кристаллическое строеніе, опредѣляется слѣдующими данными:

H_2O прн прокал.	14,63%
SiO_2	50,08
Al_2O_3	28,97
Fe_2O_3 [1])	5,60
MgO	0,64

[1]) Часть Fe_2O_3 принадлежитъ, повидимому, лимониту.

Минералъ напоминаетъ своимъ составомъ такъ называемый анаукситъ, глинистое вещество, слагающее псевдоморфозы по авгиту въ Билинѣ (Богемія). До послѣдняго времени не было, однако, анализовъ вполнѣ чистаго билинскаго анауксита, который, какъ и чаквинскій, ясно кристалличенъ. Наиболѣе точнымъ въ этомъ смыслѣ можетъ считаться анализъ фонъ-Гауэра, цифры котораго все же значительно отличаются отъ цифръ В. Смирнова, изслѣдовавшаго позже чистый кристаллическій билинскій анаукситъ. Приводимъ параллельно анализы обоихъ изслѣдователей: [1])

	ф. Гауэръ.	В. Смирновъ.
H_2O	10,58%	12,64%
SiO_2	56,50	50,75
Al_2O_3	26,06	33,34
Fe_2O_3	5,44	2,45
CaO	0,90	0,32
MgO	0,58	0,27

На ряду съ ясно кристаллическимъ анаукситомъ изъ авгита получается и не кристаллическая глина, близкая по составу къ анаукситу, называемая цимолитомъ.

Аналогичные съ авгитовыми промежуточные продукты вывѣтриванія роговой обманки анализированы Лембергомъ (207) изъ эклогита.

	I	II
H_2O	1,77%	10,44%
SiO_2	52,23	37,82
Al_2O_3	4,52	11,50
Fe_2O_3	4,08	7,10
MgO	18,30	29,34
CaO	19,10	8,39

Группа цеолитовъ. Для изученія типовъ вывѣтриванія этихъ богатыхъ водою алюмосиликатовъ мы располагаемъ цѣлымъ рядомъ давныхъ, полученныхъ, частью, при изслѣдованіи процессовъ вывѣтриванія среди красноземовъ Чаквы, частью при изученіи тѣхъ же процессовъ среди подзолистыхъ почвъ горы Цхра-Цкаро на Кавказѣ (Глинка, К., 188).

1-й типъ. При вывѣтриваніи цеолитовъ (томсонита или склецита) среди краснозема Чаквы происходитъ превращеніе послѣднихъ въ глину, отличающуюся отъ каолиновой; къ этой глинѣ примѣшивается небольшое количество свободнаго гидрата глинозема. Составъ продукта вывѣтриванія таковъ:

H_2O при 100° Ц.	15,87%
H_2O „ прокал.	11,12
SiO_2	37,65
Al_2O_3	34,53
CaO	0,56

[2]) По вопросу о вывѣтриваніи авгитовъ см. также Кпор (200) и Lemberg (207).

Въ массѣ этой глины, въ видѣ тонкихъ бѣлыхъ жилъ, прорѣзающихъ мѣстами красную массу чаквинскихъ продуктовъ вывѣтриванія, сохранились кое-гдѣ кристаллическіе сростки бѣлаго цвѣта, лишь съ поверхности иногда подернутые пленкой гидрата окиси желѣза. Составъ этихъ кристалловъ такой.

H_2O при 100° Ц.	13,98%
H_2O „ прокалив. . . .	15,79
SiO_2	35,40
Al_2O_3	29,30
CaO	4,22
Na_2O	1,15

Изъ аналитическихъ данныхъ получается формула $(H_2, Na_2, Ca)\ Al_2\ Si_2\ O_8 . 5H_2O$, изъ которой видно, что минералъ представляетъ кислый алюмо-силикатъ, одну изъ промежуточныхъ стадій превращенія цеолита въ глину. Этотъ кислый алюмосиликатъ разлагается соляной кислотой такъ же легко, какъ произведшій его цеолитъ, но отличается отъ послѣдняго значительно меньшей твердостью и отсутствіемъ плавкости.

2-й типъ, наблюдавшійся на Цхра-Цкаро, близокъ къ предыдущему въ томъ смыслѣ, что и здѣсь мы наблюдаемъ переходъ средней соли въ соль кислую, но есть и нѣкоторая разница. Вывѣтриванію подвергался радіально-лучистый натролитъ (галактитъ), который, постепенно расщепляясь на тонкія волокна, превратился въ концѣ концовъ въ мякинообразную массу, сложенную изъ перепутанныхъ тонкихъ кристалликовъ-волоконецъ. Составъ натролита (I) и продукта его вывѣтриванія (II) представленъ въ нижеслѣдующей таблицѣ: [1])

	I	II
H_2O	10,57	15,50
SiO_2	47,01	44,16
Al_2O_3	27,93	28,60
Fe_2O_3	сл.	2,12
CaO	2,48	7,45
Na_2O	12,21	2,05

Очевидно, что, на ряду съ замѣщеніемъ части натрія водородомъ, другая его часть замѣщается кальціемъ. Одновременно происходитъ и замѣщеніе глинозема желѣзомъ. Понятно, такого рода реакціи не могли произойти при дѣйствіи только воды и углекислоты; вѣроятнѣе всего, что, на ряду съ послѣдними, дѣйствовали и вещества гумуса.

3-й типъ наблюдался также у цеолитовъ Цхра-Цкаро, добытыхъ изъ подзолистыхъ горизонтовъ мѣстныхъ почвъ. Плотный цеолитъ, расщепляясь на отдѣльныя волоконца, превращается въ концѣ концовъ въ вату, состоящую изъ тончайшихъ иголочекъ. Химическій составъ плот-

[1]) О вывѣтриваніи натролита см. также Cornu, F. u. Schuster, C. (170).

наго цеолита (I) и полученнаго изъ него продукта распада (II) приводится въ таблицѣ:

	I	II
H_2O	13,05%	13,64%
SiO_2	42,44	47,42
Al_2O_3	28,87	25,23
Fe_2O_3	—	1,07
CaO	11,81	8,95
Na_2O	3,60	3,52

Изъ сопоставленія аналитическихъ данныхъ видно, что вывѣтриваніе лишило цеолитъ части основаній и глинозема, увеличивъ процентное содержаніе кремнезема. Количество воды осталось почти безъ перемѣны. Короче говоря, распадъ цеолита совершается такимъ образомъ, какъ если бы на него дѣйствовала кислота болѣе энергичная чѣмъ угольная и ей подобныя. Въ виду условій залеганія цеолита становится вѣроятнымъ предположеніе, что онъ вывѣтривался подъ вліяніемъ болѣе подвижныхъ и энергичныхъ кислотъ гумуса.

Задумываясь надъ фактами, касающимися вывѣтриванія въ природѣ алюмосиликатовъ, мы приходимъ къ заключенію, что вывѣтриваніе одного и того же минерала можетъ направиться различными путями, въ зависимости отъ условій, при которыхъ совершается процессъ вывѣтриванія. Слѣдовательно, не только разложеніе органическихъ веществъ приводитъ въ природѣ къ неодинаковымъ комплексамъ гумуса, но и распадъ минераловъ даетъ неодинаковые продукты вывѣтриванія. Иначе говоря, весь процессъ почвообразованія цѣликомъ долженъ быть неодинаковъ при различныхъ природныхъ условіяхъ, и каждая опредѣленная комбинація этихъ условій должна дать и опредѣленный процессъ, а значитъ и опредѣленный почвенный типъ.

Чтобы закончить съ вывѣтриваніемъ отдѣльныхъ минераловъ, намъ остается еще разсмотрѣть превращеніе солей галоидныхъ и другихъ кислотъ, каковы фосфорная, сѣрная, угольная и пр. Въ большинствѣ случаевъ здѣсь процессы много проще и яснѣе, такъ какъ большая часть этихъ соединеній растворима въ водѣ. Такимъ образомъ, вывѣтриваніе чаще всего заключается въ растореніи и выносѣ этихъ минераловъ изъ вывѣтривающейся породы. Наблюдаются, впрочемъ, иногда и другіе процессы: окисленіе, гидратація, возстановленіе и пр.

Фосфорнокислыя соли. Изъ послѣднихъ особенно интересны превращенія вивіанита ($Fe_3(PO_4)_2 . 8H_2O$), подробно изученныя С. Поповымъ (212) на Керченскомъ полуостровѣ. Встрѣчающійся здѣсь вивіанитъ, какъ видно изъ приводимаго ниже анализа, не представляетъ чистой желѣзной соли; часть закиси желѣза здѣсь замѣщена магнезіей, известью и окисью марганца. Минералъ имѣетъ формулу $(Fe, Mn, Mg, Ca)_3(PO_4)_2 . 8H_2O$ и получилъ отъ изслѣдователя названіе паравивіанита.

P_2O_5	27,01	
FeO	39,12	43,53
MnO	2,01	
MgO	1,92	
CaO	0,48	
H_2O	28,75	

При вывѣтриваніи происходитъ постепенное окисленіе желѣза, причемъ минералъ остается кристаллическимъ, пока все закисное желѣзо не перейдетъ въ окисное. Поповымъ изучены слѣдующія стадіи превращеній:

$3\,RO.\,P_2O_5.\,8H_2O$ — паравивіанитъ (исходный минералъ).
$RO.\,Fe_2O_3.\,P_2O_5.\,7H_2O$ — α керченитъ
$5\,RO.\,2\,Fe_2O_3.\,3\,P_2O_5.\,23\,H_2O$ — β керченитъ
$RO.\,4\,Fe_2O_3.\,3\,P_2O_5.\,21\,H_2O$ — оксикерченитъ
$3\,Fe_2O_3\,2\,P_2O_5.\,17\,H_2O$ — бераунитъ.

Карбонаты. При нормальномъ давленіи и среднихъ температурахъ, т. е. при тѣхъ условіяхъ, которыя существуютъ на земной поверхности, карбонаты отличаются слѣдующей растворимостью:

Въ 10,000 част. углекислой воды:	
$CaCO_3$	10 ч.
$MgCO_3$	13,1 „
$FeCO_3$	7,2 „
$MnCO_3$	4—5 „

Впрочемъ, растворимость природнаго углекислаго кальція можетъ мѣняться въ зависимости отъ того, встрѣчается ли онъ въ видѣ кальцита, арагонита или люблинита. Растворимость карбонатовъ, какъ и другихъ солей, находится также въ зависимости отъ состава дѣйствующихъ на нихъ почвенныхъ растворовъ [1]).

Двѣ послѣднія соли на земной поверхности неустойчивы: первая изъ нихъ, при дѣйствіи воды и кислорода воздуха, переходитъ въ одинъ изъ гидратовъ окиси желѣза, чаще всего въ лимонитъ, вторая превращается въ пиролюзитъ.

Сульфаты. Въ 10.000 ч. воды растворяется въ среднемъ около 20 ч. ангидрита и 25 ч. гипса. Въ углекислой водѣ растворимость не повышается, но повышается въ присутствіи $NaCl$ и Na_2SO_4. Баритъ ($BaSO_4$) требуетъ для растворенія одной части 40.000 частей воды (Фрезеніусъ); азотнокислый аммоній повышаетъ растворимость.

Нѣкоторыя сѣрнокислыя соли способны поглощать воду: такъ, напримѣръ, ангидритъ въ природѣ очень часто переходитъ въ гипсъ. Нѣкоторыя соли закисей металловъ, въ присутствіи воды и кислорода

[1]) По отношенію къ карбонатамъ см. Cameron, F. and Bell, J. U. S. Depart. of Agricult., Bureau of soils, Bull. № 49.

воздуха, переходятъ въ окисныя соли, напримѣръ, желѣзный купоросъ ($FeSO_4 . 7H_2O$). Наконецъ, въ присутствіи органическихъ веществъ и при содѣйствіи микробіологическихъ процессовъ сѣрнокислыя соли возстановляются, переходя въ сѣрнистыя соединенія. Послѣднія, въ присутствіи воды и углекислоты, даютъ карбонаты и H_2S. Изъ группы сульфатовъ въ продуктахъ вывѣтриванія особенно распространены гипсъ и глауберова соль, рѣже встрѣчаются сѣрнокислыя соли магнія, напримѣръ, эпсомитъ ($MgSO_4 . 7H_2O$). Сульфаты желѣза, глинозема встрѣчаются обычно тамъ, гдѣ вывѣтриваются пиритъ и марказитъ.

Галоидныя соли. Изъ этой группы особенно распространены въ продуктахъ вывѣтриванія хлористыя соли, а изъ послѣднихъ — NaCl. Встрѣчаются, хотя и значительно рѣже, KCl, $MgCl_2$ и даже $CaCl_2$. Высокая растворимость хлористыхъ солей обусловливаетъ то обстоятельство, что въ почвахъ онѣ встрѣчаются въ особо благопріятныхъ случаяхъ. О бромистыхъ и іодистыхъ соляхъ можно не упоминать, фтористыя же могутъ встрѣчаться въ качествѣ остатковъ первичныхъ минераловъ (напр., плавиковый шпатъ).

Азотнокислыя соли присутствуютъ въ небольшихъ количествахъ во всѣхъ почти почвахъ, но накопляться, въ виду ихъ легкой растворимости, могутъ лишь въ исключительныхъ случаяхъ (сухія, бездождныя области).

Вывѣтриваніе горныхъ породъ.

Значительная часть имѣющихся въ литературѣ аналитическихъ данныхъ, касающихся вывѣтриванія кристаллическихъ горныхъ породъ, относится къ тому типу распада, который характеризуется отщепленіемъ основаній и кремнезема, полученіемъ кислыхъ силикатовъ и алюмосиликатовъ и, въ конечномъ итогѣ, глинъ, хотя изрѣдка встрѣчаются анализы, отмѣчающіе и другіе типы вывѣтриванія, какъ это будетъ видно изъ дальнѣйшаго изложенія. Такая односторовность аналитическаго матеріала опредѣляется тѣмъ обстоятельствомъ, что большинство изслѣдователей изучало продукты вывѣтриванія не въ гумусовыхъ горизонтахъ, а въ болѣе глубокихъ, куда вещества гумуса провикаютъ уже въ небольшихъ количествахъ и гдѣ главными факторами разложенія являются вода и углекислота.

На основаніи того, что намъ извѣстно относительно типовъ вывѣтриванія отдѣльныхъ минераловъ, мы, конечно, въ правѣ ожидать значительныхъ видоизмѣненій процессовъ вывѣтриванія въ гумусовыхъ горизонтахъ почвъ, на которые и должны обратить особенное вниманіе будущіе изслѣдователи.

Съ указанной цѣлью необходимо направить изслѣдованія на тѣ области Россіи, гдѣ почвы формируются непосредственно на кристалли-

ческихъ породахъ, такъ какъ здѣсь есть возможность выдѣлить какъ изъ материнскихъ породъ, такъ и изъ горизонтовъ почвы, отдѣльные миие-ралы и изучить ходъ ихъ превращеній. Этотъ путь представляется намъ наиболѣе раціональнымъ для точнаго установленія совокупности тѣхъ химическихъ процессовъ, которые ведутъ къ образованію того или иного почвеннаго типа.

Интересный матеріалъ для такого рода изслѣдованій можетъ доста-вить Кавказъ, юго-западная Россія, Уралъ и Зауралье.

Гораздо труднѣе рѣшеніе указанной задачи на площадяхъ равнин-ной Россіи, гдѣ почвы формируются на наносахъ, въ свою очередь, представляющихъ механически перемѣщенные продукты болѣе древнихъ процессовъ вывѣтриванія. При такихъ условіяхъ представляется затруд-нительнымъ во многихъ случаяхъ разграничить сферу вліянія древнихъ процессовъ вывѣтриванія отъ современныхъ процессовъ почвообразова-нія. Къ тому же рыхлыя, особенно глинистыя, породы представляютъ матеріалъ, менѣе доступный микроскопическому изученію, и самый про-цессъ обособленія изъ такихъ массъ отдѣльныхъ минеральныхъ группъ и индивидовъ представляетъ иногда непреодолимыя затрудненія.

А. Кислыя и среднія породы.

Граниты, гнейсы и аналоги гранитовъ. Представляя одинаковыя комбинаціи минераловъ, эти группы породъ, при одина-ковыхъ внѣшнихъ условіяхъ, химически вывѣтриваются одинаково, ско-рость же вывѣтриванія можетъ быть весьма различной, въ зависимости, между прочимъ, и отъ структуры. По наблюденіямъ Клемма (198), гнейсы между рѣками Днѣпромъ и Кальміусомъ вывѣтриваются тѣмъ энергичнѣе, чѣмъ тоньше ихъ сланцеватость. Скорость вывѣтриванія гра-нитовъ находится въ зависимости отъ крупности ихъ зерна и отъ спо-соба расположенія отдѣльныхъ породообразующихъ элементовъ, который неодинаковъ для всѣхъ разностей. Начало вывѣтриванія выражается въ измѣненіи цвѣта: сѣрая, розоватая или красноватая масса породы принимаетъ бурый оттѣнокъ. Пластинки біотита, если таковой входитъ въ составъ гранита или гнейса, становятся золотисто-желтыми и полу-чаютъ иногда металловидный блескъ, что даетъ поводъ неопытнымъ лю-дямъ подозрѣвать присутствіе самородныхъ металловъ (золота, мѣди), которыхъ здѣсь нѣтъ и слѣдовъ; вмѣстѣ съ этимъ зерна полевыхъ шпа-товъ становятся мутными, принимаютъ бѣлый, грязновато-сѣрый или желтоватый оттѣнокъ. Порода становится хрупкой, легко разламывается, а порой достаточно сдавливанія ея куска въ рукѣ, чтобы онъ распался въ дресву. Это свойство особенно присуще той разности финляндскаго гранита, которая получила названіе раппакиви, что значитъ гнилой камень. Эта разность, въ видѣ валуновъ, встрѣчается и въ ледниковыхъ

наносахъ Европейской Россіи. Въ верхнихъ горизонтахъ вывѣтривающихся гранитныхъ и гнейсовыхъ породъ можно наблюдать ихъ переходы въ щебень, дресву и, наконецъ, болѣе мелкоземистую глинистую массу. Въ Россіи различныя стадіи разложенія гранитовъ и гнейсовъ, вплоть до перехода ихъ въ каолинъ или почву различныхъ типовъ, могутъ быть прослѣжены въ южной кристаллической полосѣ (Волынская, Кіевская, отчасти Екатеринославская, Херсонская губ. [1]) и въ Сибири. Въ окрестностяхъ Челябинска можно видѣть черноземы, развившіеся изъ гранита, въ Якутской области изъ гранита образуются типичные подзолы (см. 3 часть книги), а на югѣ Семипалатинской области — бурые полупустынные суглинки.

Интересно, между прочимъ, отмѣтить факты, наблюдавшіеся нами въ юго-западной гранитной полосѣ Россіи, но ближе пока не изученные. Въ тѣхъ областяхъ, гдѣ гранитныя породы отъ вѣка были покрыты лѣсами, гдѣ, слѣдовательно, имѣли мѣсто подзолообразовательные процессы, нерѣдко наблюдается переходъ гранитовъ не въ глинистыя почвы, какъ это можно видѣть въ степныхъ районахъ, а въ супесчаныя, иногда даже песчаныя. Наблюденія Левицкаго въ Амурской области показали, что на глинистыхъ сланцахъ тамъ развиваются суглинистыя подзолистыя почвы, а на гранитахъ — супесчаныя. Думается, что такіе факты стоятъ въ связи съ характеромъ распада полевыхъ шпатовъ при подзолообразованіи. Въ глинистыхъ славцахъ Амурской области глинистая масса уже имѣлась въ готовомъ видѣ, а изъ гранитовъ она должна была образоваться вновь, что въ подзолистомъ процессѣ едва-ли возможно, по крайней мѣрѣ въ верхнихъ горизонтахъ почвы, гдѣ присутствуютъ достаточно энергичныя кислоты гумуса.

Въ климатахъ влажныхъ, какъ этого и слѣдовало ожидать, вывѣтриваніе гранитныхъ породъ совершается энергичнѣе чѣмъ въ сухихъ. Египетскіе гранитные памятники, простоявшіе на родинѣ много вѣковъ и имѣвшіе тамъ вполнѣ свѣжій видъ, будучи перенесены въ Петроградъ, вскорѣ обнаружили замѣтные слѣды вывѣтриванія.

Для сужденія о химическихъ процессахъ, происходящихъ при вывѣтриваніи гранитовъ, приведемъ рядъ цифровыхъ данныхъ, касающихся гранита Колумбіи (цифровыя данныя, касающіяся вывѣтриванія гранита, равно какъ рядъ другихъ цифровыхъ данныхъ, при которыхъ въ дальнѣйшемъ изложеніи нѣтъ указанія на источникъ, заимствованы изъ книги Мерилля, 16).

1. Свѣжій гранитъ сѣраго цвѣта.
2. Бурый, нѣсколько тронутый процессами вывѣтриванія, горизонтъ.
3. Хрящевая масса.

[1]) Земятченскій, П. (247).

	1.	2.	3.
Потеря при прокал.	1,22	3,27	4,70
SiO_2	69,33	66,92	65,69
TiO_2	—	—	0,31
Al_2O_3	14,33	15,62	15,23
FeO	3,60	1,69	—
Fe_2O_3	—	1,88	4,39
CaO	3,21	3,13	2,63
MgO	2,44	2,76	2,64
Na_2O	2,70	2,58	2,12
K_2O	2,67	2,04	2,00
P_2O_5	0,10	неопр.	0,06
	99,60	99,79	99,77

Для вычисленія процента сохранившихся и утраченныхъ составныхъ частей перечисляютъ прежде всего цифры 1 и 3 столбцовъ на безводную породу, а закись желѣза въ 1 столбцѣ на окись. Сдѣлавъ затѣмъ предположеніе, что желѣзо цѣликомъ сохранилось въ продуктѣ вывѣтриванія, то-есть, что абсолютное количество его осталось неизмѣннымъ (лучше было бы сдѣлать такое предположеніе для Al_2O_3, что и дѣлается въ дальнѣйшемъ, такъ какъ желѣзо исе же легче уносится изъ породы чѣмъ Al_2O_3), вычисляютъ процентное количество сохранившихся составныхъ частей.

О способѣ вычисленій см. Merill, 16, p. 208—210).

1. Потеря на всю породу въ $^0/_0$-хъ.
2. Процентъ сохранившихся составныхъ частей.
3. Процентъ утраченныхъ составныхъ частей.

	1.	2.	3.
SiO_2	10,50%	85,11%	14,89%
Al_2O_3	0,46	96,77	3,23
Fe_2O_3	0,00	100,00	0,00
CaO	0,81	74,79	25,21
MgO	0,36	98,51	1,49
Na_2O	0,77	71,38	28,62
K_2O	0,85	68,02	31,98
P_2O_5	0,04	60,00	40,00
Потеря при прокал.	+2,16	—	—

Цифровыя данныя таблицы показываютъ прежде всего, что вывѣтриваніе пошло не глубоко и ограничилось выносомъ лишь части основаній и небольшого количества кремнезема. Потеря глинозема фактически едва-ли произошла; скорѣе можно думать, что порода утратила часть желѣза. Такъ какъ, однако, при вычисленіи принято, что желѣзо цѣликомъ сохранилось, то данное обстоятельство повлекло за собой отрицательное показаніе для глинозема.

Приведемъ еще анализы Гильгера и Ламперта (193) [1]) относящіеся къ граниту и послѣдовательнымъ продуктамъ его вывѣтриванія.

[1]) О вывѣтриваніи гранитовъ, см. также André (158).

1. Свѣжій гранитъ.

2 и 3—вывѣтрившійся.

	1.	2.	3.
SiO_2	68,27	66,33	64,07
Al_2O_3	5,80	17,42	18,68
Fe_2O_3	3,90	1,00	1,33
FeO	4,46	2,36	2,78
MgO	0,21	сл.	0,07
CaO	8,62	0,78	0,62
K_2O	5,32	5,23	5,06
Na_2O	4,70	2,16	2,08
H_2O	0,08	4,92	5,72
Растворяется въ HCl	11,80	14,52	21,36
а именно:			
SiO_2	0,07	0,12	0,39
Al_2O_3	6,33	8,78	14,03
Fe_2O_3	3,45	3,71	4,43
CaO	0,46	0,19	0,24
K_2O	0,52	0,59	0,89
Na_2O	0,97	1,13	1,38

Изъ приведенныхъ цифръ видно, что по мѣрѣ вывѣтриванія растворимость въ соляной кислотѣ повышается. Этотъ фактъ имѣетъ двойное объясненіе: во-первыхъ, при вывѣтриваніи происходитъ механическое распаденіе породы, результатомъ котораго является мелкоземъ, представляющій большую поверхность соприкосновенія для растворителя. Во-вторыхъ, химическіе продукты распада отличаются большей растворимостью въ кислотахъ чѣмъ минералы, давшіе имъ начало. Въ данномъ случаѣ, какъ, впрочемъ, и въ большинствѣ другихъ, особенно рѣзко повышается растворимость полуторныхъ окисловъ.

Для гнейса изъ Виржиніи имѣемъ слѣдующія цифровыя данныя:

1. Свѣжій біотитовый гнейсъ, содержащій калійные и натровые полевые шпаты, включенія апатита и желѣзныхъ рудъ, изрѣдка неопредѣлимые ближе виды цеолитовъ, цирконъ и кварцъ.

2. Почва весьма пластичная, красно-бураго цвѣта.

	Гнейсъ.	Почва.	Потеря.	% сохранившихся составныхъ частей.	% потерянныхъ составныхъ частей.
SiO_2	60,69	45,31	31,90	47,55	52,45
Al_2O_3	16,89	26,55	0,00	100,00	0,00
Fe_2O_3	9,06	12,18	1,30	85,65	14,35
CaO	4,44	сл.	4,44	0,00	100,00
MgO	1,06	0,40	0,80	25,30	74,70
K_2O	4,25	1,10	3,55	16,48	83,52
Na_2O	2,82	0,22	2,68	4,97	95,03
P_2O_5	0,25	0,47	0,00	100,00	0,00
Пот. при прок.	0,62	13,75	0,00	—	—

Въ этомъ образцѣ мы имѣемъ дѣло не только съ явленіемъ болѣе глубокаго разложенія породы, но, повидимому, и съ инымъ типомъ выв ѣтриванія. Послѣднее заключеніе мы дѣлаемъ на основаніи слѣдующихъ соображеній: вычисленіе показываетъ, что при переходѣ въ почву порода потеряла приблизительно 0,4 своихъ составныхъ частей, при чемъ вынесены почти цѣликомъ нѣкоторыя основанія и большое количество силикатнаго кремнезема. Такъ какъ, однако, гнейсъ долженъ былъ содержать не менѣе 20% кварца и такъ какъ значительное количество кварца должно было остаться нетронутымъ, то содержаніе его въ продуктѣ выв ѣтриванія должно было увеличиться нѣсколько менѣе, чѣмъ въ два раза. Отсюда слѣдуетъ, что большая часть тѣхъ 45,31% кремнезема, которые опредѣлены въ почвѣ, принадлежитъ кварцу. Въ такомъ случаѣ далеко не весь глиноземъ можетъ быть связанъ въ почвѣ съ кремнеземомъ; значительная часть его содержится въ продуктѣ выв ѣтриванія въ видѣ гидрата.

Послѣдовательное превращеніе кварцеваго порфира въ каолинъ приводится въ нижеслѣдующей таблицѣ, заимствованной у Рейхарда (211). Изслѣдователь, для сравненія свѣжей породы съ продуктами ея выв ѣтриванія, пользуется нѣсколько инымъ методомъ, чѣмъ пользовались мы. Полагая, что глиноземъ не уносится изъ породы при ея выв ѣтриваніи, онъ принимаетъ количество глинозема во всѣхъ случаяхъ за 100 и перечисляетъ пропорціонально остальныя составныя части (составъ вычисленъ вездѣ на безводную породу).

1. Порфиръ между Bitterfeld'омъ и Jessnitz'емъ.
2. Первый продуктъ его выв ѣтриванія.
3. Каолинъ.

				$Al_2O_3 = 100$.		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.
SiO_2	77,48	75,73	76,48	453	346	354
Al_2O_3	17,10	21,92	21,58	100	100	100
Fe_2O_3	2,83	0,98	0,97	16,5	4,5	4,5
MnO	0,84	0,18	0,17	4,9	0,8	0,8
CaO	0,38	0,27	0,25	2,2	1,2	1,16
MgO	0,10	0,10	0,07	0,58	0,45	0,32
K_2O	1,03	0,55	0,16	6,0	2,5	0,7
Na_2O	0,13	0,08	0,01	0,7	0,4	0,05

Чтобы закончить съ аналогами гранита, остановимся еще на выв ѣтриваніи кварцеваго трахита.

1. Свѣжій трахитъ.
2 и 3. Нѣсколько выв ѣтрившіеся трахиты.
4. Каолинъ (Muraközy, 210).

					$Al_2O_3 = 100$.			
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
SiO_2 . . .	70,59	72,68	73,15	51,73	400	465	437	152
Al_2O_3 . . .	17,62	15,62	16,74	33,83	100	100	100	100
Fe_2O_3 . . .	1,74	0,95	0,78	2,17	9,88	6,04	4,66	6,41
CaO . . .	1,96	0,63	0,90	сл.	11,10	4,02	5,42	сл.
MgO . . .	сл.	сл.	0,21	сл.	сл.	сл.	1,22	сл.
K_2O . .	5,10	4,30	4,58	0,90	28,31	27,47	27,34	2,63
Na_2O . . .	0,80	1,17	1,13	0,61	4,49	7,44	6,76	1,76
H_2O . . .	1,61	2,90	2,58	11,57	—	—	—	—

Сіениты, элеолитовые сіениты и ихъ аналоги. Вывѣтриваніе сіенита, какъ и представителей гранитной группы, можетъ вести къ образованію каолиновъ. Для характеристики процесса каолинизаціи сіенита приводимъ рядъ данныхъ, относящихся къ сіениту изъ Арканзаса.

1. Свѣжій сіенитъ.
2 и 3. Промежуточныя стадіи разложенія.
4. Каолинъ.

	1.	2.	3.	4.
SiO_2	59,70	58,50	50,65	46,27
Al_2O_3	18,85	25,71	26,71	38,57
Fe_2O_3	4,85	3,74	4,87	1,36
CaO	1,34	0,44	0,62	0,34
MgO	0,68	сл.	0,21	0,25
K_2O	5,97	1,96	1,91	0,23
Na_2O	6,29	1,37	0,62	0,37
Пот. при прокал. . . .	1,88	5,85	8,68	13,61

Произведя соотвѣтственныя перечисленія по отношенію къ первому и послѣднему столбцамъ (стр. 139), получаемъ:

	Потеря на всю породу.	% сохранившихся составн. частей.	% исчезнувшихъ составн. частей.
SiO_2	37,28	37,82	62,18
Al_2O_3	0,00	100,00	0,00
Fe_2O_3	4,19	13,83	86,17
CaO	1,19	12,10	87,90
MgO	0,57	17,90	82,10
K_2O	5,90	18,15	81,85
Na_2O	6,15	2,89	97,11
H_2O	0,00	—	0,00

О характерѣ вывѣтриванія фонолитовъ можно судить по слѣдующимъ даннымъ Лемберга (207).

1. Свѣжій фонолитъ.
2. Продуктъ его вывѣтриванія — свѣжая, пористая, хрупкая масса.

	1.	2.	Потеря на всю породу.	% сохран. составн. частей.	% исчезнувш. составныхъ частей.
SiO_2	55,67	55,72	4,83	91,46	8,54
Al_2O_3	20,64	22,19	0,37	98,40	1,60
Fe_2O_3	3,14	3,44	0,00	100,00	0,00
CaO	1,40	1,28	0,25	83,66	16,34
MgO	0,42	0,44	0,02	95,65	4,35
K_2O	5,56	6,26	0,00	107,79	0,00
Na_2O	7,12	2,65	4,79	34,01	65,99
Потеря при прокал. .	4,33	7,79	0,00	—	—

Свѣжій фонолитъ состоитъ изъ санидина и натроваго цеолита, къ которымъ присоединяются авгитъ, бѣлая слюда, магнетитъ, титанитъ и, повидимому, гаюинъ. Вывѣтриваніе начинается съ распаденія цеолита, что можно видѣть и изъ аналитическихъ данныхъ: продуктъ вывѣтриванія теряетъ $^2/_3$ всего натра, заключавшагося въ свѣжей породѣ. Интересно, что такія же соотношенія наблюдались и Эккенбрехеромъ (176) въ фонолитѣ изъ Циттау. По словамъ изслѣдователя, одновременно и даже раньше каолинизаціи идетъ распадъ цеолитовъ.

B. Основныя породы.

Продукты вывѣтриванія этой группы породъ, въ которой мы объединяемъ плагіоклазово-авгитовыя и плагіоклазово - роговообманковыя разности, какъ уже ясно изъ предыдущаго, при однородныхъ съ гранитовыми условіяхъ вывѣтриванія, будутъ сильно различаться отъ послѣднихъ. Въ то время какъ полевые шпаты и слюды гранитовъ дадутъ одну единственную глину каолиноваго типа, здѣсь мы получимъ комбинацію каолина съ анаукситомъ (и цимолитомъ). Такъ какъ далѣе въ стекловатыхъ разностяхъ этой группы нерѣдки цеолиты, то кромѣ указанныхъ глинъ, мы можемъ встрѣтить здѣсь и еще одну (диллнитъ?).

Относительное богатство основныхъ породъ желѣзомъ ведетъ къ тому, что продукты ихъ вывѣтриванія интенсивнѣе окрашены гидратами окиси желѣза чѣмъ продукты распада гранитовыхъ породъ. Наконецъ, большая трудность распаденія магнезіальныхъ силикатовъ, по сравненію съ другими, ведетъ къ болѣе продолжительному сохраненію промежуточныхъ продуктовъ вывѣтриванія въ основныхъ породахъ. Эти промежуточные продукты авгитово-роговообманковой группы чаще всего имѣютъ зеленоватые оттѣнки, которые сообщаютъ и вывѣтривающейся массѣ.

Діориты. Для знакомства съ характеромъ вывѣтриванія діорита приводимъ данныя, относящіяся къ діориту штата Виржиніи. Свѣжая порода тонкозерниста, чернаго цвѣта съ бѣловатыми пятнышками полевыхъ шпатовъ. Подъ микроскопомъ опредѣляются роговая обманка, плагіоклазы и ильменитъ. Почва имѣетъ темный буровато-красный цвѣтъ и

высокую пластичность. Аналитическія данныя и результаты вычисленій приведены въ таблицѣ.

	Свѣжій діоритъ.	Прод. его вывѣтр.	Потеря.	% сохр. сост. част.	% исчезн. сост. част.
SiO	46,75	42,44	17,43	62,69	37,31
Al_2O_3 . . .	17,61	25,51	0,00	100,00	0,00
Fe_2O_3 . . .	16,79	19,20	3,53	78,97	21,03
CaO . . .	9,46	0,37	9,20	2,70	97,30
MgO	5,12	0,21	4,97	2,83	97,17
K_2O	0,55	0,49	0,21	61,25	38,75
Na_2O	2,56	0,56	2,17	15,13	84,87
P_2O_5	0,25	0,29	0,00	100,00	0,00
Пот. при прокал. .	0,92	10,92	0,00	—	—

Какъ видно изъ приведенныхъ цифръ, порода сильно разложена, удалена значительная часть щелочей, щелочныхъ земель и кремнезема. Изъ щелочей меньше другихъ потеряно калія, котораго, впрочемъ, и въ свѣжей породѣ содержалось немного.

Діабазы и базальты. Діабазъ взъ Массачузетса состоитъ изъ полевыхъ шпатонъ, черной слюды, авгита и бурой базальтической роговой обманки; въ видѣ примѣси находятся апатитъ, магнетитъ и ильменитъ. Вторичными продуктами въ немъ являются уралитъ, хлоритъ, лейкоксенъ, каолинитъ, кальцитъ, пиритъ и кварцъ. Продуктъ вывѣтриванія—песчано-гравельная порода темно-бураго цвѣта. Ея механическій составъ таковъ.

Частицъ	до 2	мм. въ діаметрѣ		42,3%
„	отъ 2—1	„ „	„	20,35
„	„ 1—0,5	„ „	„	12,72
„	„ 0,5—0,25	„ „	„	9,56
„	„ 0,25—0,1	„ „	„	4,90
„	„ 0,1—0,05	„ „	„	4,18
„	„ 0,05—0,01	„ „	„	1,12
„	„ < 0,01	„ „	„	2,04

О химическомъ вывѣтриваніи породы даетъ представленіе слѣдующая таблица:

	Свѣжій діабазъ.	Прод. вывѣтрив.	Составъ илов. част. (0,05 мм. и <).
SiO_2	47,28	44,44	36,61
Al_2O_3	20,22	23,19	
Fe_2O_3	3,66	12,70	40,68
FeO	8,89	12,70	
CaO	7,09	6,03	3,44
MgO	3,17	2,82	4,02
MnO	0,77	0,52	неопред.
K_2O	2,16	1,75	1,82
Na_2O	3,94	3,93	2,14
P_2O_5	0,68	0,70	неопред.
Потери при прокал. .	2,73	3,73	10,97

Перечисливъ на 100 цифры двухъ первыхъ столбцовъ (послѣ вычета потери при прокаливаніи) и произведя другія перечисленія въ предположеніи, что глиноземъ цѣликомъ сохраняется въ продуктахъ вывѣтриванія, получаемъ:

	Свѣжій діабазъ.	Разложив. діабазъ.	Потеря.	% сохран. составн. частей.	% исчезнувш. сост. частей.
SiO_2	47,01	44,51	8,48	81,97	18,03
Al_2O_3	20,11	23,24	0,00	100,00	0,00
Fe_2O_3	3,63	12,71	2,42	81,90	18,10
FeO	8,83		—	—	—
CaO	7,06	6,04	1,83	74,11	25,89
MgO	3,15	2,85	0,68	78,30	21,70
MnO	0,77	0,52	0,32	58.43	41,57
K_2O	2,14	1,75	0,62	70,85	29,15
Na_2O	3,91	3,94	0,50	87,17	12,83
P_2O_5	0,68	0,70	0,08	88,61	11,39
Потери при прок	2,71	3,74	0,00	100,00	0,00

Въ дополненіе къ сообщеннымъ цыфровымъ даннымъ приведемъ анализы Кнопа (200), который изслѣдовалъ діабазъ и происшедшую изъ него почву, при чемъ отдѣльно анализировались мелкоземъ и грубозернистая часть.

	Діабазъ.	Почва (тонкозерн.).	Почва (грубозерн.).
H_2O	5,70	14,29	11,56
Гумусъ	—	1,58	0,50
CO_2	1,06	сл.	сл.
CaO	12,25	8,76	14,50
MgO	8,24	8,02	
K_2O	1,09	0,80	—
Na_2O	0,70		
Fe_2O_3	38,94	19,14	37,60
Al_2O_3		15,86	
SiO_2	38,49	47,43	47,90

Едва ли можно сомнѣваться въ томъ, что послѣдній примѣръ вывѣтриванія діабаза принадлежитъ къ другому типу разложенія, чѣмъ первый. Въ то время какъ тамъ количество кремнезема въ продуктѣ вывѣтриванія уменьшается, а количество полуторвыхъ оквсловъ возрастаетъ, здѣсь наблюдается совершенно обратное явленіе и даже, что особенно важно, въ массѣ тонкозернистыхъ частицъ, гдѣ при глинистомъ типѣ распада скопляется наибольшее количество глины и гидратовъ полуторныхъ окисловъ. Менѣе рѣзкій примѣръ послѣдняго типа вывѣтриванія представляютъ данныя Hanamann'a (191), изслѣдовавшаго продукты вывѣтриванія богемскаго базальта, на которомъ развивается почва. Онъ различаетъ два горизонта вывѣтриванія: бурую корку и рыхлую почву.

	Порода.	Корка.	Почва.
H_2O	3,56	10,50	19,28
P_2O_5	0,50	0,48	0,48
SO_3	0,003	сл.	сл.
SiO_2	41,84	36,70	39,16
CO_2	0,88	2,67	0,60
Al_2O_3	17,50	16,93	16,57
Fe_2O_3	12,77	15,05	14,21
FeO	3,71	—	—
CaO	11,16	0,02	4,72
MgO	3,63	3,19	2,92
Na_2O	3,45	2,50	1,03
K_2O	0,82	0,83	0,94

Для базальта изъ Богеміи имѣются слѣдующія данныя (Ebelmen, 175).

	Свѣжая порода.	Нѣсколько разлож.	Сильнѣе разлож.	отеря.	% сохранивш. сост. частей.	% потерян. сост. частей.
SiO_2 . .	43,61	43,00	43,27	15,04	67,01	32,99
Al_2O_3 . .	12,26	13,90	18,13	0,00	100,00	0,00
Fe_2O_3 . .	3,51	5,40	11,70	0,10	49,83	50,17
FeO . .	12,16	8,30				
CaO . .	11,37	12,10	2,60	9,60	15,47	84,53
MgO . .	9,14	7,30	3,40	6,83	25,90	74,10
Na_2O . .	2,72	0,50	0,20	3,39	38,31	61,69
K_2O . .	0,81					
H_2O . .	4,42	9,50	20,70	0,00	100,00	0,00

Лауферъ (204), штудируя вывѣтриваніе базальта изъ Зальцунгена и Эйзенаха, высказывается слѣдующимъ образомъ: при вывѣтриваніи замѣчается прежде всего быстрое разложеніе оливина и измѣненіе магнитнаго желѣзняка. Позже разлагаются авгиты и полевые шпаты. Известь въ концѣ-концовъ удаляется цѣликомъ, появляется гидратъ окиси желѣза и накопляется каолинъ [1]). Порода первоначально теряетъ натръ и становится богаче каліемъ, затѣмъ бѣднѣетъ и каліемъ, но не настолько, чтобы продуктъ вывѣтриванія сдѣлался бѣднѣе имъ, чѣмъ свѣжая порода.

Пироксениты и перидотиты. Эти породы содержатъ сравнительно мало щелочей, но очень богаты щелочными землями. Вывѣтриваясь, разбиваются трещинами, въ которыхъ вторично отлагаются углесоли извести и магнезіи. Превращаясь первоначально въ серпентиновую или тальково-хлоритовую породу, они продолжаютъ разлагаться и дальше. Въ Мериландѣ темнозеленые серпентины превращаются въ сѣровато-бурую почву, содержащую 60,17% SiO_2, 10,4% Fe_2O_3, 14,81%

[1]) Это заключеніе, какъ мы уже знаемъ изъ предыдущаго, не точно, ибо вывѣтриваніе основныхъ породъ даетъ не только каолинъ.

Al_2O_3 и 7,23% MgO. Свѣжая порода содержитъ до 40% магнезіи. Ниже приводимая таблица даетъ возможность сравнить химическій составъ измѣненнаго пироксенита съ составомъ происшедшей изъ него почвы.

Нѣсколько измѣненный пироксенитъ имѣетъ голубовато-сѣрый цвѣтъ и состоитъ изъ длинныхъ безцвѣтныхъ кристалловъ тремолита, листковъ талька, хлорита; мѣстами встрѣчаются зерна хромистаго желѣзняка. Происшедшая изъ такого измѣненнаго пироксенита почва имѣетъ буровато-красный цвѣтъ, нѣсколько комковата, хотя при растираніи между пальцами не замѣчается присутствія грубыхъ песчаныхъ зеренъ. Какъ видно изъ таблицы, вывѣтриваніе лишаетъ породу значительныхъ количествъ кремнезема и щелочныхъ земель, особенно магнезіи, которой материнская порода весьма богата. Утрачено также и желѣзо, которое въ основной породѣ находилось, по преимуществу, въ видѣ закиси (въ анализахъ все желѣзо перечислено на окись).

	Измѣненн. пироксенитъ.	Почва.	Потеря.	% сохран. сост. част.	% утрач. сост. част.
SiO_2	38,85	38,82	16,92	56,42	43,58
Al_2O_3	12,77	22,61	0,00	100,00	0,00
Fe_2O_3	12,86	13,33	5,33	58,52	41,48
CaO	6,12	6,13	2,66	55,55	44,45
MgO	22,58	9,52	17,20	23,81	76,19
K_2O	0,19	0,18	9,03	52,94	47,05
Na_2O	0,11	0,20	0,00	100,00	0,00
Пот. при прок. .	6,52	9,21	1,32	79,74	20,26

С. Кластическія породы.

Изъ этой группы мы разсмотримъ вывѣтриваніе глинистыхъ сланцевъ, песчаниковъ, известняковъ и доломитовъ, глинъ и суглинковъ.

Глинистые сланцы состоятъ изъ обломковъ различныхъ минераловъ, частью даже продуктовъ ихъ разложенія. Тѣмъ не менѣе они способны разлагаться и дальше, превращаясь нерѣдко въ глинистыя массы. Въ большинствѣ случаевъ, окрашенные въ черные и темно-сѣрые цвѣта, глинистые сланцы бурѣютъ при вывѣтриваніи, благодаря выдѣленію лимонита, или принимаютъ красную окраску, если выдѣляется турьитъ.

Въ 1847 году Дюмонъ (174) замѣтилъ, что сланцы Арденнъ сильно измѣнены атмосферными агентами на значительную глубину. Они теряютъ свой цвѣтъ и превращаются въ нѣжную глинистую массу, мало пластичную, желтаго, сѣроватаго или сѣраго цвѣтовъ. Поверхностный, суглинистый покровъ одѣваетъ, какъ бы плащомъ, всю страну, занятую сланцами. На возвышенныхъ точкахъ этотъ покровъ утоняется, но котло-

виннымъ мѣстамъ становится мощнѣе. Такое распредѣленіе продукта вывѣтриванія объясняется не только механическимъ сносомъ частицъ изъ болѣе высокихъ пунктовъ въ пониженныя мѣста, но и большей энергіей самого процесса вывѣтриванія по котловиннымъ участкамъ, гдѣ скопляется большее количество атмосферной воды. Что продуктъ образовался на мѣстѣ, а не нанесенъ механически водой, доказываетъ присутствіе обломковъ коренной породы до самыхъ верхнихъ горизонтовъ рыхлой массы; по мѣрѣ углубленія количество этихъ обломковъ возрастаетъ [1]).

Нѣкоторыя сланцеватыя породы подвергаются вывѣтриванію въ сравнительно короткое время. Замѣчалось, напримѣръ, относительно каменноугольныхъ сланцевъ, что довольно крупные ихъ куски въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ разсыпаются въ землистую массу. Быстрому ходу вывѣтриванія въ данномъ случаѣ способствуетъ разложеніе пирита, часто сопровождающаго такія сланцеватыя породы, а также и органическихъ веществъ, которыхъ всегда достаточно въ каменноугольныхъ сланцахъ [2]).

О химическомъ характерѣ одного изъ типовъ вывѣтриванія глинистыхъ сланцевъ даетъ представленіе слѣдующая таблица:

	Глинист. сланецъ.	Глина.	Потеря.	% сохраи. сост. част.	% утрач. сост. част.
SiO_2	44,15	24,17	25,34	42,33	57,57
Al_2O_3	30,84	39,90	0,00	100,00	0,00
Fe_2O_3	14,87	17,61	1,23	91,22	8,78
CaO	0,48	нѣтъ	0,48	0,00	100,00
MgO	0,27	0,25	0,08	71,84	28,16
K_2O	4,36	1,24	3,39	22,04	77,96
Na_2O	0,51	0,23	0,33	0,36	99,64
Пот. при прок. .	4,49	16,62	0,00	287,37	нѣтъ

Какъ видно изъ аналитическихъ данныхъ, продуктъ вывѣтриванія состоитъ почти исключительно изъ полуторныхъ окисловъ, кремнезема и веществъ, удаляемыхъ прокаливаніемъ, т. е. воды и органическихъ соединеній. Въ данномъ примѣрѣ интересно, между прочимъ, обратить вниманіе еще на одно обстоятельство, а именно на бѣдность продукта вывѣтриванія кремнеземомъ. Если вычислить частичныя отношенія глинозема и кремнезема, то окажется, что на одну частицу глинозема приходится одна частица кремнезема. Такое отношеніе заставляетъ заподозрить присутствіе въ продуктѣ вывѣтриванія свободныхъ гидратовъ глинозема.

---

[1]) См. также Firket (178).

[2]) По вопросу о вывѣтриваніи сланцевъ см. также у Левинсона-Лессинга (205) и Cosyns, G. (167).

Вывѣтривающіеся песчаники разсыпаются въ рыхлую песчанистуюмассу, иногда въ глинистый песокъ. Консистенція продукта вывѣтриванія зависитъ, между прочимъ, и отъ того, содержитъ ли песчаникъ алюмосиликаты и въ какомъ количествѣ. При большемъ содержаніи послѣднихъ продуктъ вывѣтриванія получается болѣе связный, глинистый, при небольшомъ ихъ количествѣ — болѣе рыхлый, песчанистый, разсыпчатый. То обстоятельство, что, вывѣтриваясь, песчаникъ разсыпается въ песокъ, указываетъ на уничтоженіе при вывѣтриваніи цементирующаго вещества. Послѣднимъ чаще всего бываетъ кремнеземъ, рѣже углекислая известь, глина и пр. Окислы желѣза, повидимому, гораздо рѣже являются цементомъ, хотя порой и кажется, что въ такъ называемыхъ желѣзистыхъ песчаникахъ роль цемента играютъ гидраты окиси желѣза. Насколько иногда такое заключеніе является ошибочнымъ, показываетъ слѣдующій опытъ Шпринга. Онъ обрабатывалъ сланцеватый девонскій песчаникъ 30% соляной кислотой, которая извлекла изъ породы все желѣзо, и тѣмъ не менѣе порода продолжала оставаться связной. Но она легко распадалась при кипяченіи въ растворѣ ѣдкаго кали, который растворялъ кремнеземъ и глиноземъ.

Такимъ образомъ, если вывѣтривается песчаникъ съ кремнеземистымъ цементомъ, то слѣдуетъ ожидать въ немъ прежде всего значительной убыли кремнезема. Это соображеніе подтверждается приводимыми ниже аналитическими данными, принадлежащими Вольфу. Данныя относятся къ пестрому песчанику тріасовой системы изъ окрестностей Вюртемберга.

	Песчаникъ.	Первая стадія вывѣтрив.	Почва.	Потеря.
SiO_2	92,39	82,89	82,29	49,23
Al_2O_3	3,76	10,19	10,32	0,00
Fe_2O_3	1,49	3,17	2,86	0,00
Mn_3O_4	0,01	0,15	0,23	0,00
CaO	0,09	0,07	0,13	0,027
MgO	0,11	0,16	0,24	0,00
K_2O	1,90	2,78	3,06	0,30
Na_2O	0,08	0,39	0,43	0,00

Порода лишилась значительнаго количества кремнезема и нѣкотораго количества извести и кали. Благодаря этому въ продуктѣ вывѣтриванія наблюдается обогащеніе глиноземомъ [1]).

Вывѣтриваніе известковыхъ и доломитовыхъ породъ представляетъ, по крайней мѣрѣ, въ первыхъ стадіяхъ, по преимуществу процессъ растворенія и выноса углесолей. Каждый известнякъ и каждый

[1]) Напомнимъ цитированные уже опыты Гильгера, Шютце и Фидлера; о вывѣтриваніи песчаникомъ см. также Blanck, E. (163).

доломитъ, однако, какъ бы чисты они ни были, никогда не состоятъ только изъ углекислыхъ солей извести и магнезіи, а содержатъ обычно кремнеземъ (въ видѣ кварца, халцедона, опаловъ), углесоли или гидраты окиси желѣза и различные силикаты. Иногда количество послѣднихъ примѣсей ничтожно и выражается десятыми долями процента, въ другихъ случаяхъ оно измѣряется нѣсколькими процентами. При разложеніи известковой или доломитовой породы разсѣянныя въ массѣ ея постороннія примѣси скопляются, концентрируются и образуютъ глинистую или суглинистую массу желто-бураго, красно-бураго или даже краснаго цвѣтовъ. Само собой разумѣется, что для полученія небольшого слоя этой глинистой массы требуется иногда вывѣтриваніе громадной толщи известняковъ или доломитовъ. Легче совершается накопленіе продуктовъ вывѣтриванія въ мергеляхъ, содержащихъ уже значительное количество примѣси къ углекислой извести. Для сравненія состава известняковъ и продуктовъ ихъ вывѣтриванія мы располагаемъ нижеслѣдующими данными:

	Известнякъ.	Глина.	Потеря.	% сохран. сост. част.	% утрач. сост. част.
SiO_2	4.13	33,69	0,00	100,00	0,00
Al_2O_3	4,19	30,30	0,35	88,65	11,35
Fe_2O_3	2,35	1,99	2,13	10,44	89,56
MnO	4,33	14,98	2,49	42,41	57,59
CaO	44,79	3,91	44,32	1,07	98,93
MgO	0,30	0,26	6,25	10,62	89,38
K_2O	0,35	0,96	0,23	33,63	66,37
Na_2O	0,16	0,61	0,085	46,74	53,26
H_2O	2,26	10,76	0,95	58,37	41,63
CO_2	34,10	0,00	34,10	0,00	100,00
P_2O_5 . . .	3,04	2,54	2,73	10,24	89,76

Въ таблицѣ перечисленіе произведено въ томъ предположевіи, что абсолютное количество кремнезема остается постояннымъ.

Переходъ отъ нетронутой карбонатной породы къ продукту ея вывѣтриванія наблюдается постепенный и, какъ всегда, граница между двумя этими породами выражается волнистой линіей. Нерѣдко въ массѣ известняка или доломита наблюдаются такъ называемые „карманы“ или „колодцы“, болѣе или менѣе глубоко вдающіеся въ коренную породу углубленія, выполненныя продуктомъ вывѣтриванія [1]).

Интересную область для наблюденій надъ процессами вывѣтриванія известковыхъ породъ представляютъ окрестности Ойцова въ южной части Кѣлецкой губерніи. Здѣсь нерѣдко можно находить, въ качествѣ продуктовъ вывѣтриванія верхнеюрскихъ известняковъ, красныя глины,

[1]) См. Guignet (190), Arcelin (159), Соколовъ (223) и особенно большую работу van den Broeck (5).

переполненныя кремнями. Тамъ и сямъ разбросаны отдѣльные свидѣтели интенсивности процессовъ вывѣтриванія, въ видѣ столбовъ, причудливыхъ известковыхъ скалъ, напоминающихъ развалины древнихъ замковъ. Поверхность этихъ скалъ нерѣдко представляется источенной, покрытой углубленіями, произведенными растворяющимъ дѣйствіемъ атмосферной воды, а частью и разнообразными растеніями. Подобныя явленія описаны для различныхъ мѣстностей, гдѣ на поверхность выходятъ известковыя породы.

Согласно изслѣдованіямъ Долльфуса (173), можно указать на окрестности Дьеппа, гдѣ материнской породой является мѣлъ. Послѣдній во всемъ районѣ даетъ ясныя доказательства вывѣтриванія. Онъ обычно покрытъ глиной съ кремнями, которая и представляетъ продуктъ разложенія мѣловыхъ породъ.

О спеціальныхъ условіяхъ вывѣтриванія исвестковыхъ породъ въ средиземноморскомъ прибрежьѣ намъ придется еще говорить подробнѣе въ третьей части нашего курса. Здѣсь упомянемъ только, что продукты вывѣтриванія известняковъ Пиринейскаго, Аппенинскаго и Балканскаго полуострововъ выдѣляются своимъ интенсивно-краснымъ цвѣтомъ, что находится въ связи съ мѣстными климатическими условіями.

Въ частности, по отношенію къ вывѣтриванію доломитовъ и доломитизированныхъ известняковъ слѣдуетъ отмѣтить, что при дѣйствіи на нихъ атмосферной воды прежде всего выщелачивается $CaCO_3$ и небольшое количество $MgCO_3$ (Bischoff, 2). То же самое получилъ и Шереръ (221). По даннымъ Дельтера и Гернеса доломитовый известнякъ, послѣ обработки углекислой водой въ теченіе 48 часовъ, отдалъ въ растворъ кромѣ $CaCO_3$ лишь замѣтные слѣды $MgCO_3$.

Вывѣтриваніе лесса. Не только твердыя породы, но и рыхлыя, разсыпчатыя подвергаются процессамъ вывѣтриванія. Не лишенъ этой способности и лессъ. Наблюдая мощныя толщи послѣдняго, нетронутыя, въ своихъ поверхностныхъ горизонтахъ, процессами размыванія, нетрудно замѣтить, что толщи эти совершенно явственно распадаются на двѣ зоны: нижнюю и верхнюю. Первая обыкновенно имѣетъ гораздо большую мощность, окрашена въ свѣтлые оттѣнки буровато-желтаго цвѣта, содержитъ большее количество углекислой извести какъ въ видѣ конкрецій, такъ и въ порошкообразномъ состояніи. Вторая (верхняя) отличается меньшей мощностью, темнобуроватымъ и красноватымъ или, наоборотъ, блѣднымъ бѣловатымъ оттѣнками и нерѣдко полнымъ отсутствіемъ углесолей. Измѣняется въ значительной степени и механическій составъ поверхностной массы: она становится болѣе мелкоземистой, вязкой, содержитъ большій процентъ зеренъ иловатыхъ (0,01 мм. въ ді-

аметрѣ), тогда какъ въ типичныхъ лессахъ больше всего содержится частицъ размѣрами отъ 0,05 до 0,01 мм. [1]).

Измѣненіе окраски указываетъ на процессы химическаго вывѣтриванія; оно является или слѣдствіемъ разложенія желѣзистыхъ минераловъ и выдѣленія при этомъ гидратовъ окиси желѣза или слѣдствіемъ выноса ихъ. Отсутствіе углесолей въ поверхностныхъ горизонтахъ [2]) свидѣтельствуетъ о растворяющемъ дѣйствіи атмосферныхъ водъ; о дѣйствіи просачивающейся воды говоритъ и нахожденіе известковыхъ конкрецій въ болѣе глубокихъ горизонтахъ лесса (Koechlin-Schlumberger, 199 [3]).

Вывѣтрившійся лессъ, лишенный углесолей и побурѣвшій, называется въ Германіи „Laimen". О различіи въ составѣ свѣжаго и вывѣтрившагося лесса даетъ представленіе слѣдующая табличка (Rosenbusch. Elemente der Gesteinslehre, 1901, p. 429).

1. Свѣжій лессъ.
2. Вывѣтрившійся лессъ.

	1.	2.
SiO_2	62,30	73,64
Al_2O_3	7,25	11,36
Fe_2O_3	3,02	4,44
MnO	0,14	0,18
CaO	11,22	1,25
MgO	2,25	1,23
Na_2O	1,03	1,18
K_2O	1,06	1,43
H_2O	2,32	5,18
P_2O_5	0,15	0,15
CO_2	9,22	—

Вывѣтриваніе глинъ. Различныя древнія глины (каменноугольныя, юрскія, мѣловыя), выходя на поверхность, подвергаются вывѣтриванію. Результаты этого послѣдняго наиболѣе рѣзко бываютъ замѣтны въ тѣхъ случаяхъ, когда эти коренныя породы богаты органическими веществами, окрашивающими ихъ въ темно-сѣрые и черные цвѣта, или имѣютъ синеватые и зеленоватые оттѣнки, связанные съ присутствіемъ закисныхъ соединеній желѣза. И тѣ, и другія, вывѣтриваясь, измѣняютъ рѣзко свои цвѣтовые оттѣнки въ буроватые, красновато- или желтовато-бурые, что находится въ связи съ окисленіемъ органическихъ

[1]) См. напр. Wahnschaffe. Die Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes. 1901.

[2]) Слѣдуетъ оговориться, что обѣднѣніе углесолями наблюдается далеко не во всѣхъ типахъ вывѣтриванія; какъ увидимъ ниже, иногда, наоборотъ, наблюдается нѣкоторое обогащеніе. Вообще богатство различныхъ горизонтовъ лесса углесолями находится въ зависимости отъ климатическихъ условій.

[3]) См. противоположное мнѣніе у van Horen (194).

веществъ и соединеній желѣза. Такіе продукты вывѣтриванія юрскихъ глинъ изслѣдованы, между прочимъ, въ Нижегородской губерніи (Сибирцевъ, 222), гдѣ они находятся иногда въ связи съ черноземными почвами.

Въ извѣстномъ трудѣ фанъ-денъ-Брека (5) находимъ рядъ свѣдѣній о вывѣтриваніи глинистыхъ и суглинистыхъ породъ, принадлежащихъ къ группѣ послѣтретичныхъ наносовъ. Нижиія части долины Сены заняты четвертичными осадками, носящими названіе сѣраго дилювія. Это породы ясно слоистыя, состоящія изъ песковъ и галечниковъ съ глинистыми и мергелистыми включеніями. Онѣ всегда содержатъ углекислую известь, въ видѣ обломковъ известковыхъ породъ. На болѣе высокихъ точкахъ долины сѣрый дилювій замѣщенъ породой, имѣющей совершенно иной видъ. Это красный дилювій, состоящій изъ красноватой, болѣе или менѣе песчанистой глины, заключающей угловатые кремни, куски песчаника и окремненнаго известняка; чисто известковыхъ породъ въ немъ обычно не содержится. Иногда красный дилювій находится также и въ низкихъ мѣстахъ долины, налегая на сѣрый дилювій. Первый принимаетъ въ этихъ случаяхъ другой видъ, чѣмъ на плато; онъ содержитъ. какъ и подстилающій сѣрый дилювій, округленные и окатанные валунчики, но совершенно не содержитъ известковыхъ породъ. Въ цѣломъ рядѣ разрѣзовъ можно видѣть, что въ этихъ послѣднихъ случаяхъ красиый дилювій представляетъ не что иное, какъ продуктъ вывѣтриванія сѣраго.

Наши ледниковыя глины, насмотря часто на свою вязкость и слабую проницаемость для атмосферныхъ водъ, также подвергаются процессамъ вывѣтриванія, отражающимся не только на мелкоземистыхъ частяхъ породы, но и на твердыхъ включеніяхъ (валунахъ, галькахъ). Вывѣтриваніе мелкоземистой массы выражается внѣшнимъ образомъ въ измѣненіи окраски.

Валуны часто совершенно разсыпаются въ дресву, что особенно типично для валуновъ слюдистаго сланца и нѣкоторыхъ разностей гравитовъ.

Д. Породы органогенныя.

Породы органическаго происхожденія могутъ быть разбиты на три группы, связанныя между собой переходными образованіями, а именно: [1]).

I. Сапропелиты: Органическій илъ растительнаго и животнаго происхожденія, содержащій углеводороды: иногда служатъ источникомъ образованія нефти. Сюда относятся битюминозные известняки, сланцы и др.

Переходная группа: плотные каменные угли.

[1]) Stremme und Spate (231).

II. Гумусовыя породы. { Образованія изъ растительныхъ остатковъ. Торфъ.

Переходная группа: смолистые торфы.

III. Липтобіолиты. { Смолы, (янтарь), воскъ.

При сохраненіи безъ доступа воздуха первая группа органогенныхъ веществъ битюминируется, при чемъ исчезаетъ только кислородъ, вторая группа обуглинается, т. е. обогащается углеродомъ на ряду съ потерей водорода и кислорода, третья группа — не измѣняется.

При доступѣ воздуха органогенныя породы поглощаютъ кислородъ. Анализы свѣжаго и вывѣтрившагося янтаря, приводимые непосредственно ниже, показываютъ, что при этомъ отношеніе между углеродомъ и водородомъ почти не измѣняется.

	Свѣжій янтарь.	Нѣсколько затронутыи вывѣтр.	Вывѣтривш. янтарь.
C.	78,36	74,36	66,91
H.	10,48	9,94	9,16
O.	11,16	16,70	23,93
Отнош. C:H	7,3	7,4	7,4

Тотъ же процессъ, по мнѣнію Рихтерса, наблюдается и въ гумусовыхъ угляхъ.

Дѣятельность человѣка, какъ факторъ вывѣтриванія.

Съ развитіемъ фабричной и заводской дѣятельности атмосфера фабричныхъ центровъ стала обогащаться такими газами, которые обычно въ ней отсутствуютъ. Въ связи съ этимъ въ крупныхъ городахъ стали наблюдаться весьма своеобразные процессы вывѣтриванія. Такіе процессы были обнаружены Е. Кайзеромъ (196) на Кельнскомъ соборѣ. Соборъ этотъ построенъ изъ песчаника, состоящаго въ главной своей массѣ изъ кварца, цементированнаго каолиномъ и доломитомъ или бурымъ шпатомъ. Въ песчаникѣ изрѣдка попадаются полевые шпаты, мусковитъ, цирконъ, апатитъ, магнетитъ и баритъ. Составъ песчаника представленъ слѣдующими аналитическими данными:

Въ кипящей водѣ растворяется:	CaO	0,1 %	
	SO_3	нѣтъ	
	MgO	0,1	
Въ горячей HCl:	CaO	3,8	
	MgO	1,7	
	Fe_2O_3	1,1	(FeO= 1,0)
	CO_2	7,2	
Не растворяется:	SiO_2	77,2	
	Al_2O_3	8,4	
	K_2O	сл.	
		99,6	

При вывѣтриваніи отъ столбовъ зданія отслаиваются скорлупы, при чемъ между такими скорлупами и ядромъ столба обнаруживается существованіе бѣлыхъ прослойковъ. Анализы песчаника, взятаго изъ ядра столба, внѣшней скорлупы и бѣлаго прослойка даютъ слѣдующіе результаты:

	Ядро столба.	Внѣшн. скорл.	Бѣлый прослоекъ.
SO_3	0,6	1,8	4,5

Полный анализъ бѣлаго прослойка таковъ:

SiO_2	80,4 %
$Al_2O_3+Fe_2O_3$	8,8
CaO	2,1
MgO	2,0
K_2O	сл.
CO_2	2,3
SO_3	4,5

Сравненіе этого анализа съ анализомъ свѣжаго песчаника показываетъ, что при измѣненіи породы наблюдается обѣдненіе ея углесолями и параллельное обогащеніе сульфатами. Очевидно, послѣдніе получаются на счетъ первыхъ.

Кайзеръ объясняетъ появленіе сульфатовъ дѣйствіемъ сѣрнистаго газа, выдѣляемаго заводскими трубами и трубами паровозовъ.

Аналогичныя явленія наблюдаются въ Штуттгартѣ (Marienkirche), гдѣ образуется, главнымъ образомъ, сѣрнокислый магній, и въ Мюнхенѣ (зданіе ратуши), гдѣ наблюдается образованіе, на ряду съ сѣрнокислымъ магніемъ, и гипса.

Круговоротъ легко подвижныхъ продуктовъ почвообразованія въ природѣ.

Говоря о круговоротѣ подвижныхъ продуктовъ почвообразованія, мы будемъ имѣть въ виду круговоротъ солей и отчасти газовъ (преимущественно углекислоты), образующихся при распадѣ органическвхъ веществъ и при вывѣтриваніи минераловъ (соли). Мы не можемъ здѣсь, конечно, охватять полностью весь происходящій въ природѣ круговоротъ веществъ, такъ какъ это завело-бы насъ слишкомъ далеко, а потому мы сознательно суживаемъ свою задачу. Несомнѣнно, что цѣлый рядъ солеобразныхъ продуктовъ и газовъ попадаетъ въ атмосферу изъ вулкановъ, фумароллъ, изъ глубокихъ источниковъ и трещинъ земной коры, но на этихъ явленіяхъ мы останавливаться не будемъ, отмѣтивъ лишь, что среди тѣхъ веществъ, которыя вносятся въ почву съ атмосферными осадками, находятся не только продукты почвообразованія, но и продукты земныхъ глубинъ, такъ или иначе попадающіе въ атмосферу.

Для того чтобы дать сколько-нибудь полный количественный учетъ веществъ, вступающихъ въ круговоротъ, данныхъ пока недостаточно, и

намъ въ силу этого придется больше останавливаться на качественной сторонѣ явленій, отмѣчая количественную сторону тамъ, гдѣ это представляется возможнымъ.

Изъ главы о гумусѣ мы уже знаемъ, что микробіологическіе процессы приводятъ къ образованію цѣлаго ряда кислотъ, изъ коихъ только углекислота образуется (отчасти и при содѣйствіи высшихъ растеній), въ такихъ количествахъ, для усредненія которыхъ въ почвѣ не хватаетъ основаній. Остальныя кислоты, какъ сѣрная, фосфорная, азотная, нейтрализуются частью тѣми основаніями, которыя находятся среди зольныхъ элементовъ, частью основаніями, отщепляющимися отъ силикатовъ. Хлоръ также находятъ въ золѣ растеній, а потому и хлористыя соли могутъ получаться при распадѣ органическихъ остатковъ въ почвѣ.

Остановимся первоначально на круговоротѣ углекислоты. По теоріи Шлезинга (277), регуляторомъ содержанія углекислоты въ атмосферѣ, помимо вѣтровъ, служитъ море. Опредѣляя повторно содержаніе въ морской водѣ углекислоты и карбонатовъ, онъ нашелъ, что въ литрѣ такой воды растворено 98,3 миллигр. углекислоты и такое количество карбонатовъ, которое эквиналентно 98,3 мм. сѣрнаго ангидрида. Отношеніе эквивалентовъ углекислоты и основаній $= 4.47 : 24.8$, откуда слѣдуетъ, что углекислота связана въ значительной степени въ видѣ бикарбонатовъ. Шлезингъ указываетъ, что чистая вода, находясь въ соприкосновеніи съ карбонатами щелочныхъ земель и атмосферой, содержащей углекислоту, растворяетъ нѣкоторое количество карбонатовъ, которое возрастаетъ съ увеличеніемъ парціальнаго давленія углекислоты въ атмосферѣ. Слѣдуетъ ожидать, что между моремъ и атмосферой существуетъ постоянный обмѣнъ: если количество углекислоты въ воздухѣ уменьшается, море отдаетъ въ воздухъ часть своей углекислоты, въ силу чего выпадаетъ изъ раствора нѣкоторое количество карбонатовъ, въ видѣ средней соли, если же содержаніе углекислоты воздуха возрастаетъ, море поглощаетъ избытокъ, на счетъ котораго образуется нѣкоторое количество бикарбонатовъ. Регулирующее дѣйствіе моря допустимо, однако, лишь тогда, если содержаніе въ немъ углекислоты значительно больше того количестна, на которое можетъ измѣниться составъ воздуха. Чтобы доказать, что такое условіе существуетъ на самомъ дѣлѣ, Шлезингъ приводитъ слѣдующіи разсчетъ: если принять, что море равномѣрно разлито по всему земному шару, то глубина его будетъ около 1000 метровъ. Количество углекислоты въ прямоугольной призмѣ, имѣющей 1000 м. высоты и 1 кв. метръ въ основаніи, будетъ 98,3 кило. Изъ этого количества половина связывается основаніями, а другой половиной можно располагать для регулированія содержанія углекислоты воздуха. Если принять, что атмосфера имѣетъ равномѣрный составъ и содержитъ 0,0003 об. углекислоты, то вертикальная призма ат-

мосферы съ основаніемъ въ 1 кв. метръ заключаетъ только 4,7 кило углекислоты. Слѣдовательно море имѣетъ въ своемъ распоряженіи въ 10 разъ большее количество углекислоты, чѣмъ вся атмосфера и, конечно, во много разъ больше того количества, которымъ выражается колебаніе въ составѣ атмосферы.

Переходимъ теперь къ круговороту азота. Азотнокислыя соли, часть которыхъ используется растеніями, накопляются въ почвахъ лишь въ очень исключительныхъ случаяхъ, чаще всего въ мѣстностяхъ съ особенно сухимъ климатомъ. Въ большинствѣ же случаевъ остатокъ нитратовъ, не пошедшій на питаніе растеній и ускользнувшій отъ процессовъ денитрификаціи, вымывается въ грунтовыя воды, откуда попадаетъ въ ручьи, рѣки и, наконецъ, моря. По наблюденіямъ Вельбеля, (284) въ литрѣ лизиметрической воды подъ неудобренной почвой, содержится въ различные года и въ различные періоды года отъ 0,178 до 0,664 гр. на глубинѣ 25—50 см. (данныя относятся къ черноземной зонѣ). Въ ключахъ и колодцахъ того же района Вельбель находилъ содержаніе отъ 5 до 35 миллигр. на литръ, а въ водѣ р. Днѣстра — всего 1,5 миллигр. на литръ.

Несмотря на то, что въ морскіе бассейны приносится довольно большое количество азотнокислыхъ солей, въ морской водѣ эти соли отсутствуютъ. Напротивъ, присутствіе въ ней амміака можетъ считаться твердо установленнымъ (Marchand и Буссенго), и Шлезингъ опредѣляетъ его содержаніе среднимъ числомъ въ 0,4 мм. на литръ воды [1]). Очевидно, попадая въ море, азотнокислыя соли разлагаются, причемъ происходитъ ихъ превращеніе въ амміакъ и его соли (углекислый аммоній) [2]), но какъ протекаютъ эти процессы, достовѣрно еще неизвѣстно; можно думать, что въ морѣ азотнокислыя соли продѣлываютъ новый круговоротъ при посредствѣ питающихся ими морскихъ растеній и разлагающихъ остатки послѣднихъ микроорганизмовъ.

По мѣрѣ уменьшенія въ атмосферѣ парціальнаго давленія амміака (углекислаго аммонія), изъ моря выдѣляется часть амміачныхъ соединеній въ атмосферу. Потери амміачныхъ соединеній изъ атмосферы происходятъ при содѣйствіи атмосферныхъ осадковъ. Азотнокислый аммоній, находящійся въ атмосферѣ въ видѣ мельчайшей пыли (Буссенго), всегда увлекается атмосферными осадками, что же касается углекислаго аммонія, присутствующаго въ видѣ паровъ, то онъ также можетъ увлекаться дождями, но можетъ и увеличивать свое содержаніе въ воздухѣ послѣ дождя. Все зависитъ отъ состава и температуры облаковъ и плот-

[1]) Dieulafait даетъ нѣсколько иныя цифры, а именно отъ 0,13 мм. въ Бенгальскомъ заливѣ до 0,36 (у береговъ Кохинхины).

[2]) H. J. Brown опредѣлилъ въ 100,000 метр. воздуха отъ 0,6601 до 0,7826 гр. $(NH_4)_2CO_3$.

ности слоевъ воздуха, проходимыхъ дождемъ. Амміакъ въ воздухѣ былъ открытъ Шеелэ, а опредѣленіе его количества было произведено Грегеромъ [1]). Различные авторы даютъ для амміака не одинаковыя числа (въ куб. метрѣ воздуха отъ 0,02 до 0,04 мм.; есть и большія числа). Лѣтомъ и осенью атмосфера богаче амміакомъ, зимой — бѣднѣе. Ночью воздухъ содержитъ больше амміака чѣмъ днемъ. Для иллюстраціи этихъ положеній могутъ служить нижеслѣдующія опредѣленія Фодора:

Осень 1876 г.	0,0558 мм.
Зима 1877 г.	0,0251 „
Весна 1877 „	0,0303 „
Лѣто 1877 „	0,0488 „
Осень 1877 „	0,0344 „
День } съ 20/IX. 1877	0,04609 „
Ночь } по 1/VI. 1878	0,04745 „

Барраль (249) вмѣстѣ съ Бино обратили вниманіе на то, что содержаніе амміака въ дождевой водѣ больше чѣмъ азотной кислоты, и высказали предположеніе, что соединенія азота находятся не только въ грозовыхъ дождяхъ, но и въ дождяхъ вообще, а также въ росѣ и туманѣ. Всѣ эти наблюденія подтверждены были впослѣдствіи Бусценго (251), который производилъ свои изслѣдованія надъ составомъ атмосферныхъ осадковъ вдали отъ жилищъ, въ лѣсной мѣстности. Его опредѣленія дали слѣдующіе результаты:

	NH_3	HNO_3
	Въ миллиграмм.	на литръ.
Дождь	0,6	0,2
Снѣгъ	0,55	0,42
Туманъ	–	0,39—1,83
Роса	—	0,07—0,68

По изслѣдованіямъ опытной станціи въ Gembloux (Бельгія), наибольшее количество азота содержится въ инеѣ. По даннымъ Вельбеля, относящимся къ Плотянской опытной станціи, въ различнаго рода осадкахъ содержатся слѣдующія количества амміака:

Снѣгъ	0,915 мм.
Дождь	0,964 „
Грозовый дождь	1,229 „
Изморозь	2,7 „
Градъ	2,75 „
Иней	4,2 „
Роса	5,0 „
Туманъ	5,57 „

Въ сухое время года осадки содержатъ больше азота, чѣмъ во влажное, и съ непродолжительными дождями выпадаетъ большее коли-

[1]) Эрисманъ. Гигіена, 1901 г.

чество азота, чѣмъ съ продолжительными. Этотъ выводъ Буссенго былъ подтвержденъ затѣмъ изслѣдованіями Кнопа, Вольфа и Эйглинга (256).

Соединенія азота далеко не на всемъ земномъ шарѣ выпадаютъ на земную поверхность въ одинаковыхъ количествахъ. Въ этомъ отношеніи особенно выдѣляются тропическія области, гдѣ, по наблюденіямъ Müntz и Marcano (270) выпадаютъ и азотъ вообще, и азотная кислота въ большихъ количествахъ, чѣмъ въ умѣренныхъ областяхъ. Наблюденія упомянутыхъ изслѣдователей относятся къ Венецуэлѣ (Каракасъ) и даютъ слѣдующія цифры: среднее годовое количество свыше 2 мм. на литръ, максимальное, опредѣленное въ одной пробѣ дождя, было 16,25 мм., минимальное 0.2 мм. На остр. Соедвненія, по Raimbault, среднее содержаніе азотной кислоты—2,67 мм. на литръ. Въ годъ на гектаръ для Каракаса получается 3,78 кило, для о. Соединенія 0,93. Для сравненія приводимъ цифры нѣкоторыхъ изслѣдователей, относящіяся къ умѣренной зонѣ земного шара:

Буссенго	0,18 мм. на литръ	0,33 кило на гектаръ
Лоозъ и Гильбертъ	0,42 „ „ „	0,83 „ „ „

Къ сожалѣнію, не всегда можно сравнивать цифры старыхъ опредѣленій съ болѣе новыми, такъ какъ не всѣ изслѣдователи пользовались одинаковыми методами, что, по даннымъ Warrington'a (283), даетъ значительную разницу въ результатахъ [1]).

Не такъ ясенъ вопросъ относительно различія въ количествахъ амміака тропическихъ и внѣтропическихъ широтъ. Müntz и Marcano опредѣлили это содержаніе для Каракаса въ 1,55 мм. на литръ атмосферныхъ осадковъ, что, по сравненію съ цифрой Буссенго для Liebfrauenberg'a (0.52 мм.) и цифрой Лооза и Гильберта для Ротгэмстедта (0,97 мм.), представляетъ довольно значительную разницу. Однако заключенія Müntz и Marcano были оспариваемы Леви (264), который указывалъ на рядъ данныхъ для Франціи, Англіи, Италіи и Германіи, доставившихъ цифры для амміака даже большія, чѣмъ нашли Müntz и Marcano въ тропикахъ. Правда, Мюнцъ ссылался на то, что европейскія опредѣленія относятся преимущественно къ большимъ городамъ, тѣмъ не менѣе онъ не вполнѣ опровергъ возраженія Леви, и вопросъ продолжаетъ оставаться спорнымъ.

Чтобы закончить съ амміакомъ, приведемъ здѣсь рядъ опредѣленій преимущественно европейскихъ:

---

[1]) Въ большинствѣ случаевъ изслѣдователи не отдѣляли азотистую кислоту отъ азотной.

Dahme (Германія)	1,4 мм. на литръ
Regenwalde	2,5—2,8 „ „ „
Флоренція	1,4 „ „ „
Парижъ (Montsouris)	3,6 „ „ „
Ротгэмпстедтъ (Англія)	1,4 „ „ „
Марсель	3,2 „ „ „
Ліонъ	4,4 „ „ „
Тулуза	4,6 „ „ „
Нантъ	1,9 „ „ „

По даннымъ Müntz и Lainé (271), и у южнаго полюса количество амміака въ атмосферныхъ осадкахъ не отличается отъ тѣхъ величинъ, которыя опредѣлялись для умѣренныхъ климатовъ.

Во всякомъ случаѣ ясно, что амміака содержится въ атмосферѣ и атмосферныхъ осадкахъ умѣренныхъ областей земного шара больше чѣмъ азотной кислоты. По даннымъ Бретшнейдера, наиболѣе бѣдны амміакомъ осенніе осадки, а наиболѣе богаты весенніе.

Общее количество азота, доставляемаго такимъ образомъ верхвимъ горизонтамъ земной коры, достигаетъ ощутительныхъ велячинъ, что видно изъ слѣдующихъ цифръ:

Германія (опред. Бретшнейдера)	11,1219 кило на гект. въ годъ.
Montsouris (близь Парижа)	14,283 „ „ „ „ „
Ротгэмпстедтъ (Англія)	4,321 „ „ „ „ „
Gembloux (Бельгія)	10,313 „ „ „ „ „
Flahult (Швеція)[1]	11,40 „ „ „ „ „
Плоти (Россія)	4,25 „ „ „ „ „
Флоренція (Италія)	13,02 „ „ „ „ „
Токіо (Японія)	2,644 „ „ „ „ „

Кромѣ углекислоты и соединеній азота, въ круговоротъ вступаютъ соединенія сѣры и хлора, которыя также получаются при процессахъ почвообразованія, хотя, какъ мы отмѣтили выше, и не исключительно.

Вымываніе всѣхъ вообще солей, получающихся въ процессахъ почвообразованія, изъ почвы въ грунтовыя воды, въ ручьи и рѣки находится прежде всего въ зависимости отъ климатическихъ условій. Чѣмъ больше влаги, тѣмъ меньше въ почвѣ остается солей. Но для объясненія дальнѣйшаго передвиженія солей и концентраціи лишь опредѣленныхъ солей въ морскихъ бассейнахъ недостаточно знать распредѣленіе влаги по земной поверхности и степень растворимости отдѣльныхъ солей. Здѣсь необходимо еще считаться съ поглотительной способностью верхнихъ слоевъ земной коры. Мы намѣренно употребляемъ выраженіе „верхніе слои земной коры“, такъ какъ указанной выше способностью отличаются не только почвы, но и всякіе поверхностные иловатые наносы, въ томъ числѣ иловатые осадки рѣчного дна и прибрежный илъ морей. Отсылая

[1]) v. Feilitzen, H. and Lugner, J. (258).

читателя за подробностями къ главѣ о поглотительной способности почвъ, мы укажемъ пока, что и основанія, и кислоты поглощаются почвами не одинаково. Въ то время, какъ калій поглощается весьма энергично, натрій поглощается очень слабо; соли извести отличаются меньшей растворимостью чѣмъ соли магнезіи и потому сильнѣе удерживаются почвой. Изъ кислотъ совершенно не поглощаются соляная и азотная, можетъ поглощаться иногда сѣрная (въ присутствіи извести) и энергично поглощается фосфорная. Если прибавить къ сказанному, что въ морскихъ бассейнахъ углекислая известь идетъ на построеніе раковинъ животныхъ и припомнить, какія превращенія испытываютъ въ морскихъ бассейнахъ азотнокислыя соли, то можно напередъ предсказать, какія основанія и кислоты должны концентрироваться въ океаническихъ водахъ. Очевидно, тамъ должно быть больше всего хлористыхъ солей; второе мѣсто должно принадлежать сѣрнокислымъ. Изъ основаній больше всего должно быть натра, а затѣмъ магнезіи. Имѣющіеся анализы морскихъ водъ подтверждаютъ вышесказанныя предположенія.

Установить количества, въ которыхъ изъ почвы поступаютъ въ грунтовыя воды хлористыя и сѣрнокислыя соли, пока нѣтъ возможности, за отсутствіемъ достаточнаго количества данныхъ. Можно только утверждать, что эти количества должны различаться въ различныхъ климатическихъ зонахъ; даже въ одной и той же зонѣ эти количества неодинаковы въ сухіе и влажные годы, какъ это было установлено наблюденіями на Ротгэмпстедской опытной станціи. Такая же закономѣрность существуетъ и по отношенію къ содержанію хлоридовъ и сульфатовъ въ грунтовыхъ и рѣчныхъ водахъ, что видно изъ ниже слѣдующихъ данныхъ, собранныхъ Коссовичемъ (262):

	Cl. Въ миллиграмм. на литръ.	SO_3. Въ миллиграмм. на литръ.
Подзолистая зона.		
Прудовыя и грунтовыя воды изъ парка Лѣсного Инст.	12,4—39,7	10,4—31,8
d. Череха Псковской губ.	33,0	—
Дренажныя воды въ Ротгэмштедтѣ	10,7	24,7
Черноземная зона.		
Колодезь Великоанад. лѣснич.	124,0	1031,0
Тоже	283,0	1812,0
Колодезь с. Благодатнаго Маріуп. у.	146,0	32,0
Область древнихъ краснозе мовъ.		
Изъ родника Чаквин. удѣльн. имѣн.	3,4	0,3
Изъ р. Чаквы Батумск. окр.	6,8	1,3

Приносясь рѣками въ морскіе бассейны и концентрируясь тамъ, хлористыя и сѣрнокислыя соли могутъ попадать изъ морей и океановъ въ атмосферу при распыленіи вѣтрами морской воды и испареніи водяной пыли въ атмосферѣ. Съ другой стороны, соли, остающіяся на земной

поверхности, также попадаютъ въ атмосферу. Весь этотъ матеріалъ, разносясь атмосферными теченіями, вмѣстѣ съ осадками иновь попадаетъ на земную поверхность, и количество доставляемыхъ такимъ образомъ солей не можетъ считаться ничтожнымъ.

По даннымъ собраннымъ Миллеромъ (267) и Коссовичемъ (262), въ различныхъ пунктахъ земного шара выпадаютъ на земную поверхность слѣдующія количества хлора и сѣрной кислоты:

	Годы.	Колич. осадковъ (мм.)	Миллигр. на литръ Cl.	Миллигр. на литръ SO_3.	Килограммы на гектаръ въ годъ Cl.	Килограммы на гектаръ въ годъ SO_3.
Петрогр. Лѣсной Институтъ	1909—11	625,6	2,54	12,66	16,85	78,90
Охтенское лѣснич.	„	671,3	2,12	11,81	14,18	78,97
Павловск. метеор. обсерв.	1909—10	545,8	1,46	3,11	7,95	16,90
Заполье Лужск. у.	„	484,0	3,03	2,24	14,61	10,80
Шатиловск. оп. стан. Тульск. г.	„	476,4	2,23	1,93	9,16	0,87
Маріуп. оп. лѣснич. Екатериносл. губ.	„	401,6	3,28	14,17	13,12	56,67
Боровое опытн. лѣсн. Самар. г.	1909—11	395,3	4,00	2,06	15,76	7,61
Ротгэмштедтъ	1877—8, 1900—1	731,0	2,28	2,57 [1])	16,67	19,51 [1])
Новая Зеландія	1884—8	754,4	8,83	2,22	66,63	16,75
Британская Гвіана	1890—1900	2601,2	5,04	—	131,10	—
Цейлонъ	1898—9	2086,1	9,72	—	202,48	—

Просматривая таблицу, нетрудно замѣтить, что максимальныя количества хлора падаютъ на мѣстности, расположенныя вблизи океановъ (Нов. Зеландія, Британская Гвіана, Цейлонъ), максимальныя же количества сѣрной кислоты пріурочены къ фабрично-заводскимъ районамъ (Лѣсной Институтъ, Охтенское лѣсничество, Маріупольское лѣсничество). Вліяніе океановъ на распредѣленіе хлора было прослѣжено Джексономъ (D. Jackson) въ С. Америкѣ на составѣ водъ источниковъ. Соединивъ кривыми пункты, гдѣ источники содержали одинаковое количество хлора, авторъ получилъ изохлоры, которыя направлялись параллельно берегу Атлантическаго океана, причемъ содержаніе хлора мѣнялось обратно пропорціонально разстоянію отъ берега.

Закономѣрность въ распредѣленіи по земной поверхности продуктовъ почвообразованія.

Подводя итоги процессамъ почвообразованія, напомнимъ, что въ почвахъ образуются слѣдующія группы соединеній:

1. Органическія и органоминеральныя вещества или почвенный гумусъ.

2. Различныя минеральныя соли, каковы азотнокислыя, углекислыя, сѣрнокислыя, фосфорнокислыя и пр., а иногда и соли органическихъ кислотъ: щавелевокислыя и др.

[1]) 1881—87.

3. Водные окислы желѣза, алюминія и окислы марганца.

4. Различныя глины (каолинъ, анаукситъ и пр.) и кислыя соли изъ группы силикатонъ и алюмосиликатовъ (промежуточные продукты вывѣтриванія).

5. Кварцъ и другіе трудно разлагаемые минералы (нѣкоторыя соединенія титана, цирконія и пр.).

6. Новообразованія (магнезіальн. алюмосиликаты типа палыгорскита и т. п.).

О цеолитахъ или цеолитоподобныхъ минералахъ въ настоящее время едва-ли нужно упоминать; современные минералоги и петрографы въ достаточной мѣрѣ разъяснили, что цеолиты не представляются минералами вывѣтриванія.

О закономѣрностяхъ въ распредѣленіи гумуса мы уже говорили въ своемъ мѣстѣ, теперь же необходимо отмѣтить закономѣрности въ географіи другихъ продуктовъ почвообразованія. Изъ послѣднихъ особенно рѣзко выдѣляются соли, въ размѣщеніи которыхъ по земной поверхности наиболѣе ярко отражается вліяніе климата.

Области, богатыя атмосферными осадками, какъ напримѣръ, зона тропическихъ дождей, отчасти подтропическая, а также области, богатыя влагой въ силу малой ея испаряемости, какова зона лѣсовъ холодно умѣреннаго пояса, совершенно лишены солей въ горизонтахъ почвы или содержатъ соли при нѣкоторыхъ исключительныхъ условіяхъ. Таковыя въ умѣренной полосѣ осуществляются среди заболоченныхъ и полуболотныхъ котловинъ, гдѣ почвенныя воды не имѣютъ оттока.

Напротивъ, всѣ области съ малымъ количествомъ атмосферныхъ осадковъ или высокимъ испареніемъ богаты солями, и, чѣмъ суше область, тѣмъ ближе къ поверхности скопляются эти соли. Уже по сѣвернымъ окраинамъ степныхъ областей умѣренной зоны въ глубокихъ горизонтахъ почвы встрѣчается углекислая известь. Въ степныхъ почвахъ къ углекислой извести начинаетъ прибавляться гипсъ, а по котловинамъ степей появляются и еще болѣе растворимыя соли. Въ пустынныхъ степяхъ углесоли и гипсъ начинаютъ приближаться къ поверхности, благодаря чему иногда самые поверхностные горизонты почвъ вскипаютъ отъ кислоты. Въ то же время по котловинамъ чаще и въ большихъ количествахъ скопляются легко растворимыя соли, какоиы хлориды и сульфаты щелочей, сода и пр. Въ пустыняхъ нѣкоторыя соли образуютъ на поверхности цѣлыя корки большей или меньшей мощности. Въ исключительно бездождныхъ пустыняхъ сохраняются и могутъ накопляться даже столь легко растворимыя соли, какъ нитраты щелочей.

Не столь рѣзко, хотя и достаточно опредѣленно, выражено вліяніе климата на распредѣленіе по земной поверхности другой группы продуктовъ вывѣтриванія — гидратовъ полуторныхъ окисловъ и окисловъ мар-

ганца. Наибольшее скопленіе свободныхъ гидратовъ окиси алюминія и желѣза наблюдается въ тѣхъ поясахъ земного шара, гдѣ распадъ силикатовъ, алюмо- и феррисиликатовъ идетъ наиболѣе энергично. Таковымъ областями являются прежде всего тропики, обильные влагой. Здѣсь почвы содержатъ не только максимальныя количества гидратовъ окиси желѣза, но и глинозема, а также и окисловъ маргаица. Мало того, и въ качественномъ отношеніи мѣстные гидраты окиси желѣза, какъ, впрочемъ, и вообще въ областяхъ съ высокой температурой, отличаются отъ гидратовъ другихъ областей своимъ краснымъ цвѣтомъ (см. латериты). Въ лѣсныхъ областяхъ холодно-умѣренныхъ зонъ гидраты полуторныхъ окисловъ (гл. обр. желѣза) и окислы марганца также накопляются, но далеко не въ такихъ количествахъ, какъ въ тропикахъ. Кромѣ того, въ виду спеціальныхъ условій вывѣтриванія этихъ широтъ (см. подзолы), указанныя соединенія концентрируются нерѣдко въ опредѣленныхъ горизонтахъ почвы. Въ другихъ климатическихъ областяхъ гидраты полуторныхъ окисловъ хотя и встрѣчаются, но не образуютъ конкреціонныхъ формъ, и если гидраты окиси желѣза и могутъ быть замѣчены, благодаря своей окраскѣ, то гидраты глинозема должны быть разыскиваемы спеціальными химическими изслѣдованіями. Такъ какъ здѣсь гидраты глинозема должны встрѣчаться рѣдко и въ сравнительно небольшихъ количествахъ, то ихъ слѣдуетъ разыскивать только среди иловатыхъ частицъ почвенныхъ массъ, гдѣ, главнымъ образомъ, сосредоточиваются продукты распада. Такъ именно поступалъ Гильгардъ (290). Онъ изслѣдовалъ тѣ частицы почвъ, которыя оставались во взвѣшенномъ состояніи въ водѣ послѣ 24-часового отстаиванія. Масса, состоявшая изъ этихъ мельчайшихъ частицъ, разлагалась соляной кислотой, а остатокъ отъ разложенія выщелачивался содой (Loughridge]; оказалось, что въ большинствѣ случаевъ количество кремнезема, выщелоченнаго содой, было меньше количества глинозема, растворившагося въ соляной кислотѣ, откуда слѣдуетъ заключить, что въ почвенныхъ массахъ содержались гидраты глинозема. Упомянутыя изслѣдованія касаются частью почвъ бассейна Миссиссипи, частью почвъ Калифорніи (въ долинахъ и предгорьяхъ Сьерра-Невада), изъ коихъ послѣднія нерѣдко содержатъ въ своемъ составѣ и соду. Цифровыя данныя приводятся въ нижеслѣдующей таблицѣ:

Почвы бассейна Миссиссипи.

Названіе почвы.	Графство.	SiO_2.	Al_2O_3.
Почва преріи	Tishomingo	3,60%	14,37%
Подпочв. суглинокъ	Chickasaw	6,57	11,23
Глина	. . . . .	5,02	11,32
Суглинокъ	La Fayette	1,49	2,70
Подпочва холмистои преріи . . .	Smith	6,60	17,68
Прибрежная почва	La Fayette	1,49	2,70

Названіе почвы.	Графство.	SiO_2.	Al_2O_3.
Суглинистая почва	Winston	2,61	4,77
Почва возвышенн. плато	Hinds	0,55	3,16
Почва холмовъ	Jakson	0,74	1,16
Подпочва	Marion	0,80	2,67
Почвы Калифорніи.			
Красная почва возвыш. плато . .	Juba	3,80	6,28
Глинистая подпочва	Sacramento	7,51	9,44
Подпочва	„	6,12	9,31
Красная Foothill.	Merced	4,51	8,80
Песчаная Blachfeld	Tulare	3,49	7,80
Суглинокъ	„	3,39	8,69
Почва, покрытая Scirpus	„	4,95	7,14
Бурая глинистая почва (Adobe) .	Fresno	2,87	7,99
Прибрежная почва	Napa	5,54	13,71
Почва возвыш. плоск.	Jolo	5,14	6,84
Почва изъ подъ сосны	Amador	6,25	9,35
Тяжелая подпочва	S. Bernardina	7,10	10,19
Легкая подпочва	„	5,62	6,68

Анализируя рядъ русскихъ глинъ, Алексѣевъ (286) также пришелъ къ заключенію, что послѣднія содержатъ въ своемъ составѣ гидраты глинозема. Возможно поэтому, что уже материнскія породы тѣхъ почвъ которыя анализировалъ Гильгардъ, содержали въ себѣ гидраты глинозема, и въ этомъ случаѣ нахожденіе послѣднихъ въ почвахъ не стоитъ въ связи съ современными процессами почвообразованія. Шлезингъ (293) примѣнялъ слѣдующій методъ для опредѣленія гидратовъ глинозема въ почвахъ: онъ подвергалъ 5 гр. почвы обработкѣ однимъ литромъ слабаго (около $^1/_2$%) раствора ѣдкаго натра при кипяченіи въ теченіе получаса и опредѣлялъ затѣмъ въ вытяжкѣ количества глинозема и кремнезема. Работа велась главнымъ образомъ съ мадагаскарскими почвами (см. латериты), но попутно изслѣдователь изучалъ и нѣсколько французскихъ почвъ, не подвергая ихъ предварительному отмучиванію, какъ это дѣлалось въ работѣ Гильгарда. Несмотря на это, для нѣкоторыхъ почвъ получились такія данныя, которыя позволяютъ заподозрить присутствіе въ нихъ гидратовъ глинозема.

Что касается накопленія кремнезема въ видѣ кварца, то таковое можетъ быть констатировано во всѣхъ случаяхъ такъ называемаго оподзолванія. Въ наиболѣе рѣзкой формѣ наблюдается среди зоны лѣсовъ холодно-умѣреннаго пояса.

Образованіе глинъ наиболѣе замѣтно въ тѣхъ областяхъ, гдѣ вывѣтриваніе происходитъ преимущественно подъ вліяніемъ воды и углекислоты (тропическія области) и, повидимому, почти отсутствуетъ тамъ,

гдѣ дѣйствующимъ реактивомъ вывѣтриванія являются подвижныя кислоты гумуса.

Приведенныя краткія данныя, въ связи съ тѣми фактами, которые были отмѣчены при изученіи вывѣтриванія отдѣльныхъ минераловъ въ природѣ, достаточно опредѣленно указываютъ, что не только въ географіи растеній и животныхъ, но и въ географіи химическихъ процессовъ среди поверхностныхъ горизонтовъ земной коры существуетъ ясная закономѣрность, виновникомъ которой прежде всего является климатъ.

Литература.

Компендіумы и статьи общаго характера.

1. Bemmelen, v. Zeitschr. f. anorg. Chemie, Bd. 66, 1910, 322—357.
2. Bischof. Lehrbuch der chem. u. physikal. Geologie. 2. Aufl. I—III, 1862—1871.
3. Blum. Die Pseudomorphosen des Mineralreichs, I—IV, 1841—1879.
4. Boué, A. Ueber die Rolle der Veränderung d. anorgan. Festens im grossen Massstabe in d. Natur. — Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wissensch.. Bd. LVII, Jannuarheft, Jahrg. 1868.
5. Broeck, van der, E. Mémoire sur les phénomènes d'altération des dépôts superficiels par l'infiltration des eaux météoriques étudiés dans leurs rapport avec la géologie stratigraphique. — Mém. couronnés et mém. des savants étrangers, publiés par l'Acad. royale de sc., des lettres et des beaux arts de Belgique. T. XLIV, fasc. I, 1881.
6. Clarke, F. W. The data of geochemistry. — U. S. Geol. Surv. Bull. № 330. Washington, 1908.
7. Cornu. Kolloid. Zeitschr. B. IV, H. 2 u. 3.
8. Daubrée. Etudes synthétiques de géologie expérimentale. 1879.
9. Doelter. Allgemeine und chemische Mineralogie. 1890.
10. Fournet. Mémoire sur la décomposition des mineraux. 1834,
11. Heim. Einiges über die Verwitterungsformen der Berge, 1874.
12. Hisevan, Ch. R. Monographs of the U. S. Geol. Surv. 47, Washington. 1901.
13. Lacroix. Minéralogie de France et de ses colonies. T. I, 1893—95, T. II, 1896, T. III, 1901.
14. Lang. Zentralbl. f. Mineral., 1910, № 3.
15. Lasaulx. Chemische Prozesse in der Geologie. — Kenngots Handwörterbuch Bd. I, 1882, p. 127—156.
16. Merill. Treatise on rocks, rock-weathering and soils. 1897.
17. Niklas. Chemische Verwitterung der Silikate und der Gesteine. 1902.
18. Rammelsberg Handbuch der Mineralchemie. 1875.
19. Rosenbusch. Elemente der Gesteinslehre. 1901.
20. Roth, J. Allgemeine und chemische Mineralogie. Bd. I—II, 1879, 1883—1885, III, 1891.
21. Russel. Bull. of the U. S. Geol. Survey, № 52, 1889 (литература).
22. Suckow. Die Verwitternng im Mineralreich, 1848.
23. Zopf. Zeitschr. für die gesamte Narurwissensch. — Neue Folge, 1872, Bd. V.

Механическое вывѣтриваніе.

24. Adie. Transact. Royal Soc. of Edinburgh., Vol. XIII.
25. Bartlett. Amer. Journ. of Sc., Vol. XXII, 1832.

26. Davison. Geolog. Magaz., 1889.
27. Dastague. Bull. de la Soc. géograph., 1874.
28. Drygalski. Verhandl. d. Gesellsch. für Erdkunde. Berlin, 1891.
29. Fraas. Geologisches aus dem Orient. Stuttgart, 1867.
30. Harding. Journ. of the Royal Geogr. Soc., 1877, Vol. XLVII.
31. Ивченко. Ежег. по геол. и минер. Россіи, т. VI, вып. 4—5; т. VII, вып. 2, 7, 8; т. VIII, вып. 6—7.
32. Kerr. Americ. Journ. of Sc., 1881, XXI, p. 345—348.
33. Livingston. Peterm. Mitteil., XXII.
34. Мушкетовъ Туркестанъ, 1886.
35. Обручевъ. Зап. Имп. Русск. Минер. Общ., 1895, XXXIII, 229.
36. Oppenheim. Peterm. Mitteilung., 1896, III.
37. Philippi. Peterm. Mitteilung., 1856, p. 63.
38. Schirmer. Le Sahara, 1893.
39. Shaler. Proc. Boston Soc. of nat. history, XII, 1869.
40. Steeruwitz. 4th Ann. Rep. Survey of Texas, 1892.
41. Tarr. Americ. Geologist, 1897, XIX.
42. Thoulet. Comptes rendus, CIII, 1886, p. 1193—94.
43. Tietze. Zeitschr. d. Ver. f. Erdkunde. Wien, 1886.
44. Ulrich. Wollny-Forschung, Bd. XVIII, 1895.
45. Walther, J. Die Denudation in der Wüste. Leipzig, 1890.
46. — Lithogenesis der Gegenwart, 1894.
47. — Das Gesetz der Wüstenbildung, 1901; имѣется и 2-е изданіе, а также русскій переводъ съ перваго съ дополненіями о русскихъ пустыняхъ Л. С. Берга и В. А. Дубянскаго, 1912.

Опытныя данныя о дѣйствіи воды, углекислой воды и нѣкоторыхъ соляныхъ растворовъ на минералы и горныя породы.

48. Beyer. Landw. Versuchst., Bd. XIV, 1871, p. 314.
49. Bissinger, L. Ueber Verwitterungsvorgänge bei kristallinischen und Sedimentärgesteine. Inaug.-Dissert. Erlangen, 1894.
50. Cameron, F. K. and Bell, J. M. Bull. № 30 and 49, Bureau of soils. U. S. Depart. of Agric., 1905.
51. Clar, C. Tschermak's mineral. u. petrograph. Mitteil., 1883, V, 385.
52. Clarke und Steiger. Americ. Journ. of Science, 1900 (4), 9; Bull. № 167 U. S. Geolog. Survey, 1900, pp. 156, 159.
53. Cossa, A. Landw. Versuchst., Bd. VIII, 1866, p. 54—57.
54. Cushmann, A. D. and Hubbart, P. Bull. №№ 28, 29 Office of public Roads. U. S. Dep. of Agric.; реф. Neues Jahrb. f. Miner., 1908, Bd. II, H. I.
55. Daubrée, Comptes rendus, 1867, LXIV, p. 339—345.
56. Delesse. Ann. de Chim. et de phys. T. XLI, 1854; реф. Горн. Журн., 1854, XI.
57. Dietrich. Journ. f. prakt. Chemie, Bd. LXXI, p. 129; Jahresber. d. Agrikulturchem., 1871.
58. Doelter. Tscherm. miner. u. petrograph. Mitteil. XI, 1890, p. 319—330.
59. Doelter u. Hoerness. Pogg. Ann., 82, 1851.
60. Dreibrodt, O. Beitrag zur Kenntnis der Baueritisierung. Inaug.-Dissert. Leipzig, 1912.
61. Dumont. Comptes rendus, CLXIX, p. 870, 1653.

62. Durocher. Comptes rendus, XXXVI, p. 1390.
63. Eichhorn. Zeitschr. d. k. höher. landw. Lehranst. zu Poppelsdorf, 1859, p. 133.
64. Feichtinger, см. Knop. Agrikulturchemie, II, 179.
65. Ферсманъ. Соединенія перемѣннаго состава въ земной корѣ. Сборникъ въ честь 25-лѣтія научн. дѣят. В. И. Вернадскаго. Москва, 1914.
66. Fiedler. Ueber Verwitterungvorgänge etc. Inaug. Diss. Erlangen, 1890.
67. Fittbogen. Landw. Jahrbücher, 1873.
68. Flight. Journ. Chem. Soc., 1882, 159—162.
69. Forchhammer. Pogg. Ann., 1835, p. 331—356.
70. Funk. Zeitschr. f. angewandt. Chemie, 22, 145—146.
71. Глинка, К. Зап. Имп. Мин. Общ., т. XXXVII, вып. 2.
72. Geer, de. Geol. Fören. Förhandling. Stockholm. Nov. 1885.
73. Hasselhoff. Landw. Versuchst., 1909, 70.
74. Haushofer. Journ. f. prakt. Chem., Bd. 103, p. 121.
75. Hillebrandt. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, Math.-nat. Kl. Bd. CXV, Abt. 2.
76. Hilger. Landw. Jahrbücher, VIII, 1879.
77. Headden, W. P. Amer. Journ. Sc. (4), Vol. XVI, 1903.
78. Henrich. Zeitschr. f. prakt. Geol., 1910.
79. Hoffmann, E. Untersuch. über d. Einfluss von gewöhnl. Wasser auf Silikate. Inaug.-Diss. Erlangen, 1882.
80. Johnstone. Quart. Journ. Geol. Soc. of London, Vol. XLV, 1889, p. 363—368.
81. — Transact. Edinb. Geol. Soc., Vol. V, p. 282, 1887.
82. — Proceed. Roy. Soc. of Edinb., Vol. 15, №№ 127, 128; 1888.
83. Kenngott. Journ. f. prakt. Chemie, Bd. 101, p. 1 u. 474, Bd. 103, p. 289—305; Neues Jahrb. f. Miner., 1867.
84. Knigth, N. Proc. Jowa Acad. Sc., 15, 1908.
85. Lemberg. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch., 1870, XXII, 1883, XXXV.
86. Mach, F. Verh. d. Ges. d. Naturforsch. u. Aerzte, 1903, II, 1. Hälfte.
87. Mitscherlich, E. A. Landw. Jahrbücher, 1907.
88. Mohr. E. C. J. Bull. Dept. Agric. Indes Néerland., 1909, № 32.
89. Müller, R. Tscherm. miner. u. petrogr. Mitteil., 1877, H. 1.
90. Pfaff. Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch., 1872.
91. Pichard. Ann. Chim. phys., 5 série. XV, 1878.
92. Rinne, F. Ber. math.-phys. Klasse d. k. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. 63, 1911, p. 441—445.
93. Rohland, P. Kolloid-Zeitschrift, 1906, 1907.
94. Rogers. Sillim. Amer. Journ., 1848 (2), 5.
95. Rose, H. Pogg. Ann. 82, p. 545.
96. Šicha. Untersuch. über die Wirkungen des beim hohen Drucke mit CO_2 gesättigt. Wasser auf einige Mineralien. Inaug.-Diss. Leipzig, 1891.
97. Sestini, F. Atti soc. Tosc. di scien. natur. Pisa, 1900.
98. Schütze, R. u. Hilger. Landw. Jahrbücher, Bd. XV, 1886.
99. Struve. Mém. de l'Acad. de Sc. de St. Pétersb. Série VII, T. VI, № 4; Горн. Журн. 1863, V.
100. Struve, F. Pogg. Ann. VII, pp. 341—372; 429—450.
101. Stoklasa. Landw. Versuchst., Bd. XXVII, pp. 197—207.
102. Vogel. Jahresber. d. Agrik.-Chemie, 1868, 208.
103. Zambonini. Memor. R. Acad. Lincei, 1905 (5), 5 e 6.

Дѣйствіе растеній и микроорганизмовъ на процессы вывѣтриванія.

104. Angelis d'Ossat, de. Atti R. Acad. d. Lincei, 5 serie, 1910, 19, I, № 3.
105. Aberson, H. Jahrb. f. wissensch. Botanik, Bd. 47, 1909, p. 41—56.
106. Bachmann. Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch., Bd. XXII, XXIX.
107. — Jahrb. f. wissensch. Botanik, Bd. XLIV, p. 1.
108. Bassalik. Zeitschr. f. Gährungsphysiologie, 1912, т. II, 1913, т. III.
109. Branner. Americ. Journ. of Sc. (4), Vol. 3, 1897, pp. 438—442.
110. Dietrich. Jahresber. d. Agrik.-Chemie, Bd. VI.
111. Дояренко. Тр. 1-го Мендел. Съѣзда, 1909, стр. 455—464.
112. Еленкинъ. Почвовѣдѣніе, 1901, № 4.
113. Goodchild, J. G. Geolog. Magaz. 1890, p. 468.
114. Grazia, de, S. e Camiola, G. Biederm. Centralbl. f. Agrikulturchemie, Bd. XXXVII.
115. Кернеръ. Жизнь растеній. Спб., 1900—1901.
116. Kunze, G. Jahrb. f. wissensch. Botanik, Bd. XLII, p. 357.
117. Liebig. Chem. Briefe, p. 273 u. Ann. d. Chimie u. Pharm. Bd. 105, 1858, p. 139.
118. Müntz, A. Comptes rendus, 1890, CX, p. 1370.
119. Peters. Landw. Versuchst., Bd. IV, p. 117—137.
120. Sachs. Botan. Zeit., 1860, p. 117.
121. Шкателовъ. Прот. засѣд. Кружка любит. естествозн. и с.-хоз. въ Ново-Александріи, 1904.
122. Senft. Die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen, 1862.
123. Sestini, F. Landw. Versuchst., 1900, H. 1 u. 2.
124. Sollas. Brit. Assoc. 1880, p. 586.
125. Stoklasa, J. und Ernst, A. Jahrb. f. wissensch. Botanik, 1908, Bd. 46, p. 55—102.

Дѣйствіе гумусовыхъ веществъ на соли, минералы и горныя породы.

126. Berzelius. Jahresber. d. Chemie, XVII, p. 210.
127. Бѣлецкій. Извѣстія Петровск. Акад., 1880.
128. Collet. Revue génér. agronomique, 1908, № 3.
129. Daubrée. Comptes rendus, XX, p. 1775—1780.
130. Detmer. Landw. Versuchstat., 1871.
131. Ebermayer. Wollny-Forschung., Bd. XIII, H. 1 u. 2, 1890.
132. Eichhorn. Landw. Jahrbücher, Bd. VI, 1875, Bd. VI, 1877, p. 957—968.
133. Friedel et Crafts. Bull. de soc. chim., 1863, V.
134. Hayes, W. Bull. geolog. Soc. of America, p. 213—220, 1897.
135. Hermann. Journ. f. prakt. Chemie, 1842, 27.
136. Julien. Proc. of the amer. assoc. for the advanc. of science, Vol. XXVIII, 1879. Salem. 1880.
137. Karsten. Pogg. Ann., 1826, VI, 359.
138. Kindler. Pogg. Ann., 1836, XXXVII, 203—206.
139. König. Zentralbl. f. Agrik.-Chemie, Bd. III, p. 77.
140. Knop. Der Kreislauf der Stoffe, Bd. II.
141. Мещерскій. Журн. русск. физико-хим. общ. 1883, стр. 414.
142. Никифоровъ. Журн. Оп. Агрон., 1908, 9, 385.

143. Pelouse et Fremy (см. Simon).
144. Ramann. Neues Jahrb. f. Mineral., 1896.
145. — Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst. für 1885.
146. Risler et Verdeil. Recherches sur l'humus. Principe d'agronomie de Gasparin. Appendice.
147. Родзянко. Труды VIII съѣзда русск. естеств. и врачей, 1890, стр. 144.
148. Rindell. Internat. Mitteil. f. Bodenkunde, 1911, H. 1, p. 67—81.
149. Senft. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. Bd. 23, 1871, Bd. 26, 1874.
150. — Steinschutt und Erdboden, 1867.
151. Савичъ. Матер. по изуч. русск. почвъ. Вып. VIII, 1893.
152. Schumacher. Ann. d. Landwirt. in den k. preuss. Staaten. Bd. XLIX, p. 322—351.
153. Sprengel. Die Bodenkunde. Leipzig. 1837.
154. Stolba. Dingler's Polytechn. Journ. Bd. CXIII, H. 2.
155. Тарховъ. Изв. Петров. Акад. 1881.
156. Thenard. Comptes rendus, LXX, 1870, p. 1412.
157. Thugutt. Mineralchemische Studien. Dorpat, 1891.

Вывѣтриваніе въ природѣ.

158. André. Arch. des scienc. physique et naturelles. T. 29, № 114, 1867; реф. Горн. Журн. 1867, IX, 505.
159. Arcelin. Annales de l'Acad. de Macon. Paris, 1877.
160. Barnitzke. Zeitschr. f. prakt. Geolog. 1909, p. 357—473.
161. Blake, Geolog. Recon. of California, 1858, pp. 146, 286.
162. Benedicks, C. Neues Jahrb. 1908, Bd. I, H. 2, p. 186 (реф.).
163. Blanck, E. Landw. Versuchst. 1906, H. III u. IV, pp. 161—217.
164. Casoria, E. Staz. sperim. agrar. ital. XVI, 754.
165. Chester. N. Jahrb. f. Miner,. 1888, I, 187.
166. Clark, W. S. Ann. d. Chemie u. Pharm. LXXX, 122, 1851.
167. Cosyns, G. Bull. de la soc. belge de géologie. T. XXI, 1907.
168. Crasso. Poggend. Ann. 1840, Bd. 49, pp. 381—387.
169. Cornu, F. Kolloid-Zeitschr. Bd. IV, 1909 (о цеолит.).
170. Cornu, F. und Schuster, C. Tscherm. miner. u. petrogr. Mitteil. Bd. XXVI, H. IV, 1907.
171. Delesse. N. Jahrb. f. Mineral., 1848, 35.
172. Derby. Journ. of Geology, Vol. 4, p. 529, 1896,
173. Dollfuss. Ann. de la soc. géolog. du Nord, T. IV, 1876—77.
174. Dumont. Mémoires de l'Acad. royale de sc. de Belgique, T. XX, 1847.
175. Ebelmen. Ann. des mines. Vol. VII, 1845, et XIII, 1847.
176. Eckenbrecher. Tscherm. miner. u. petrogr. Mitteil. Bd. III, 1871.
177. Endell. N. Jahrb. f. Mineral., 31. Beil.-Bd., 1910, 1—54.
178. Firket. Ann. de la soc. géolog. de Belgique. I, p. 60.
179. Fröhde. Mecklenb. landw. Annal. 1868, p. 175.
180. Fuchs. Denkschrift d. k. Akad. d. Wissensch. zu München, 1819 u. 1820.
181. Fritsch. N. Jahrb. f. Mineral., 1865.
182. Funaro Angiolo. Staz. sperim. agrar. ital., XVI, p. 272.
183. Gagel. Zentralbl. f. Mineralogie etc. 1910, №№ 8 u. 9.
184. — Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch., 1903, Dez. Monatsber. 55, 4—5
185. — und Stremme. Zentralbl. f. Mineral. etc. 1909, №№ 14 u. 15.
186. Gehlen. Schweigger's Journ. f. Chem. u. Phys. 1811, I, 447.

187. Гинзбургъ. Я. Каолинъ и его генезизъ. Изв. Спб. Политехн. Инст., 1912, т. XVII, отд. техн., естеств и матем. (литература).
188. Глинка, К. Изслѣд. въ области процесс. вывѣтрив. — Тр. Имп. Спб. Общ. Ест., т. XXXIV, вып. 5.
189. Gmelin. Poggend. Ann. XIV, 1828, p. 360.
190. Guignet. Comptes rendus, 1869, LIX, p. 1028.
191. Hanamann. Fühling's landw. Zeitung, 1878, p. 350—352.
192. Hazard. Landw. Versuchst. 1879, XXIV, p. 225—251.
193. Hilgert u. Lampert. Landw. Versuchst., 1886, XXXIII, p. 161—169.
194. Horen van. Bull. Acad. royale de scien. de Belgique, 2 série, T. XXV.
195. Julien. Ann. of the New-York. Akad. of Sc. Vol. III and IV.
196. Kaiser, E. Neues Jahrb. f. Miner. 1907, Bd. II, H. 1.
197. Карпинскій, А. Зап. Имп. Мин. Общ. 1901, вып. 1, проток., стр. 23.
198. Клеммъ. Труды Общ. испыт. прир. при Харьк. Унив. 1877, т. XI.
199. Koechlin-Schlumberger, Bull. de la Soc. géol. de France, 2 série T. XVI.
200. Knop. Neues Jahrb. f. Miner. 1877, pp. 699—700; Landw. Versuchst. 1878.
201. Lacroix. Bull. de la soc. géol. de France, 1897.
202. Lang. Zentralbl. f. Miner. etc. 1910, № 3, pp. 19—76.
203. Лаврскій. Труды Казан. Общ. Естеств., 1900.
204. Laufer. Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. 1878.
205. Левинсонъ-Лессингъ. Тр. Спб. Общ. Ест., т. XVI, вып. 2.
206. — Изслѣд. по теорет. петрографіи въ связи съ изуч. изверж. породъ Центр. Кавказа. Юрьевъ, 1898, стр. 389—399.
207. Lemberg. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1870, 1875, 1876, 1877, 1883.
208. Leeden van. Zentralbl. f. Mineral. etc., 1910, № 15.
209. Malaguti. Comptes rendus, 1841, p. 737.
210. Muraközy. Földtani közlöny, 1892, реф. N. Jahrb. f. Miner. 1894, I, 291.
211. Reichardt, E. Chem. Zentralbl. 1874, p. 694.
212. Поповъ, С. Труды Геол. Музея имени Петра Великаго Имп. Акад. Наукъ, т. IV, 1910, вып. 7.
213. Rose, G. Reise nach d. Ural, Bd. I, p. 344.
214. Rösler, H. N. Jahrb. f. Miner. etc. XV, 1902, p. 231—393 (литерат.).
215. — Zeitschr. f. prakt. Geol. 1908, p. 251.
216. Самойловъ, Я. Bull. de Natur. de Moscou, № 4, 1902.
217. — Изъ поѣздки въ С. Америку. — Тр. Комм. Москов. с.-хоз. Института по изслѣд. фосфоритовъ. 1914.
218. Sauer. Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1909, p. 527.
219. Selle, v. Zeitschr. f. Ges. Naturw. Halle a. S., 1907 p. 321—421.
220. Sellem. N. Jahrb. f. Mineral. 1851.
221. Scheerer. N. Jahrb. f. Miner. 1866.
222. Сибирцевъ, Н. Матер. къ оцѣнкѣ зем. Нижегор. губ. Сергачскій у., 1884,
223. Соколовъ, Н. Изв. Геолог. Комит., 1887, т. VI.
224. Sterry Hunt. Americ. Journ. of Sc., vol. XXVI, 1883, p. 190 (литература).
225. Stöckhard, A. Landw. Versuchst. 1859, p. 176.
226. Stremme, H. Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1908, XVI, H. 3.
227. — N. Jahrb. f. Miner. etc. 1909, Bd. II, p. 91—120.
228. — Zentralbl. f. Mineral. etc. 1908, 622—32 u. 661—69.
229. — „Почвовѣдѣніе" 1912 № 2.
230. — Chem. Zeitung, 35, pp. 529—31.

231. — und Späte. Zeitschr. f. angewandt. Chemie, 1907, XX, H. 43.
232. Streng, A. Zeitschr. d. deutsch. geolog. Ges. 1887, p. 621, Protokoll.
233. Stutzer, O. Zeitschr. f. prakt. Geol., 1905, p. 333—336.
234. Thoulet. Comptes rendus, CVIII, p. 753.
235. Thugutt. N. Jahrb. f. Miner. etc. Beil.-Bd. 9, 1895, pp. 554—623.
236. — Rozpraw. wydzialu matem.-przyrodnicz. Akad. Umiętnosci w Krakowie, T. XXXIX.
237. — Zentralbl. f. Mineral. etc. 1911, № 4, p. 97—107.
238. Tschermak. Miner. u. petrogr. Mitteil. 1874.
239. Vernadsky. Zur Theorie d. Silikate. Zeitschr. f. Kryst. XXIV, H. 1, 1901.
240. Объ изомеріи въ группѣ алюмо- и феррисликатовъ, — Изв. Имп. Акад. Наукъ, 1909.
241. Vogt, J. H. L. Transact. of the Americ. Instit. of mining. engineers. Richmond Meeting, February, 1891.
242. Weinschenk. Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1903.
243. Weiss, F. Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1910.
244. Wiegel. H. Zentralbl. f. Miner. etc. 1907, № 12.
245. Wolff, E. Landw. Versuchst. Bd. VII, p. 272—302.
246. Wüst, E. Zentralbl. f. Mineral. 1907, № 3; Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1907, XV, H. 1.
247. Земятченскій, П. Каолинит. образов. южной Россіи. — Тр. Спб. Общ. Ест. 1896, XXI, вып. 2.
248. Zschimmer. Die Verwitterungsprod. d. Magnesiaglimmers und der Zusammenhang zwisch. chem. Zusammensetz. u. opt. Axenwinkel d. Glimmer. Inaug.-Diss. 1898.

Круговоротъ продуктовъ почвообразованія въ природѣ.

249. Barral. Comptes rendus, tt. XXIV et XXXV.
250. Bobierre. Comptes rendus, t. LVIII, 1864, pp. 755—757.
251. Boussingault. Comptes rendus, t. XLVI, p. 1123.
252. Chabrier. Comptes rendus, t. LXXIII, 1871, p. 485—488.
253. Chairy. Comptes rendus, t. XCIX, 1884, p. 869.
254. Cloez. Comptes rendus, t. LII, 1861, pp. 527—529.
255. Dieulafait. Comptes rendus, t. LXXXVI, 1878, p. 1470.
256. Eugling. Ber. über die Tätigkeit der landw. chem. Versuchst. des Landes Vorarlberg, 1876—1877.
257. Failyer. Ann. Rep. Kansas Exper. Stat. 1889.
258. Fe litzen von, H. and Lugner, J. Journ. of Agric. Sc. Vol. III.
259. Harrison and Williams. Journ. Amer. Chem. Soc. 1897, I, 19.
260. Jorissen, W. P. Chem. Weekblad. 3, 42.
261. Kellner, Sawano, Joshii, Makino. Landw. Jahrbücher, Bd. XV, 1886, p. 701—711.
262. Коссовичъ, П. О круговоротѣ сѣры и хлора на земномъ шарѣ. — Сообщенія изъ Бюро по землед. и почвов. Учен. Комит. Главн. Упр. Земл. и Зем. 1913, Сообщ. XII (литерат.).
263. Lévy. Annuaire de l'observatoire de Montsouris, 1877—1883.
264. — Comptes rendus, t. LXXXIV, 1887, pp. 273 et 1335, t. XCI, 1880, p. 94, CXIII, p. 804.

265. Lawes, Gilbert and Warrington. Journ. Roy. Agric. Soc. England, 2 ser. Vol. 17—19, 1883.
266. Luca de. Comptes rendus, t. LIII, 1861, pp. 153—156.
267. Miller, N. H. J. Proc. of the Chem. Soc., 18, № 250, 88, 89.
268. Müntz. Comptes rendus, t. CXIV, 1892, p. 184.
269. Müntz et Aubin. Comptes rendus, t. XCV, 1882, pp. 788 et 919, t. XCVII, 1883, p. 240.
270. Müntz et Marcano. Comptes rendus, t. CVIII, 1889, p. 1062, t. CXIII, p. 779.
271. Müntz et Lainé. Comptes rendus, 1911, № 17.
272. Passerini. Staz. sperim. agrar. ital., Vol. XIX, 229.
273. Peterson, W. and Hort, E. Journ. Amer. Chem. Soc., 1911.
274. Pincus u. Kossig. Landw. Versuchst. Bd. IX, p. 465—476.
275. Пивоваровъ. „Почвовѣдѣніе", 1906, № 1—4 (литерат.).
276. Reichart. Zeitschr. f. deutsche Landwirte, 1864, p. 177—184.
277. Schloesing. Comptes rendus, t. LXXX, 1875, pp. 175—178 et 265—268, t. LXXXI, 1875, pp. 81—84 et 1252—1254, t. LXXXII, 1876, pp. 747—846, 969—1085.
278. — Comptes rendus, XC, 1880, p. 1410.
279. Stoklasa. Biederm. Zentralbl. 1897, p. 361 (перев. съ чешской работы 1883—84 гг.).
280. Struve. Zeitschr. f. analyt. Chemie, 1872, 11—28.
281. Truchot. Comptes rendus, t. LXXVII, 1873, p. 1159.
282. Tuxen. Tidskrift for Landökonomie, V, Bd. 9, 1890, pp. 325—345.
283. Warrington. Journ. chem. Soc. August, 1889.
284. Вельбель. Журн. Оп. Агрон., 1903.
285. Витынь. Журн. Оп. Агрон., 1911, 20.

Общія заключенія о процессахъ вывѣтриванія.

286. Алексѣевъ. Мат. для классифик. русск. глинъ. Зап. Имп. Русск. Техн. Общ., 1896, №№ 6, 7.
287. Cornu. Kolloid-Zeitschr. Bd. IV, 1909.
289. Докучаевъ. Зап. Имп. Спб. Минер. Общ., ч. XXXVII, стр. 158.
290. Hilgard, F. Agricult. Science, Vol. VI, № 4 (Wollny-Forsch. Bd. XVI, H. 1 u. 2).
291. Loughridge. Proceedings of the americ. associat. for the advancem. of science. — Portland Meeting, 1873.
292. Rosler. Neues Jahrb. f. Mineral., XV. Beil.-Bd., 2. Heft, 1902.
293. Schloesing. Comptes rendus, t. CXXXII, 1901, № 20.
294. Wolff, E. Würtemb. naturwiss. Jahreshefte, 23. Jahrg., 1 H., p. 78.
295. Земятченскій. Дневникъ XI съѣзда Русск. Естеств. и Врачей.

Часть II.

ОБЩІЯ СВОЙСТВА ПОЧВЪ.

ГЛАВА I.

Морфологія почвъ и методы ея изученія.

Почва, какъ мы уже знаемъ, характеризуется своеобразными внѣшними признаками, которые необходимо тщательно изучать, такъ какъ эти признаки должны быть положены въ основу опредѣленія типа почвообразованія въ полѣ. При этомъ необходимо твердо помнить, что почвой называется продуктъ вывѣтриванія, оставшійся на мѣстѣ своего образованія. Какъ таковой, онъ долженъ запечатлѣть въ себѣ всѣ тѣ вліянія внѣшнихъ и внутреннихъ факторовъ, благодаря которымъ онъ образовался. На морфологіи почвеннаго типа должны сказаться и мѣстныя климатическія условія, комбинація тепла и влаги, и условія растительныя, и характеръ материнской породы. Каждый изъ этихъ факторовъ вноситъ свою лепту въ процессъ почвообразованія.

Почва прежде всего характеризуется опредѣленными чертами строенія, варьирующими въ зависимости отъ условій почвообразованія. Подъ строеніемъ почвы понимается та картина, которая рисуется наблюдателю въ вертикальномъ разрѣзѣ поверхностной части земной коры. Это картина часто очень сложная и пестрая, требующая особой внимательности для своего точнаго воспроизведенія.

Самый поверхностный горизонтъ чаще всего окрашенъ органическими веществами (гумусомъ) на большую или меньшую глубину. По мѣрѣ углубленія окраска ослабѣваетъ или, наоборотъ, становится интенсивнѣе, и переходъ отъ окрашеннаго гумусомъ горизонта къ неокрашенному или иначе окрашенному всегда бываетъ постепеннымъ. Граница между двумя сосѣдними горизонтами поэтому почти никогда не выражается прямой линіей [1]). Подъ гумусовыми горизонтами нерѣдко наблюдаются различныя другія измѣненія материнской породы: она бѣлѣетъ или въ ней появляются бурыя, синія, зеленыя пятна, карманы и прожилки. Иногда образуются и сплошные горизонты, рѣзко отличающіеся цвѣтомъ отъ поверхностныхъ гумусовыхъ. Въ иныхъ случаяхъ наблюдаются на различныхъ глубинахъ особыя выдѣленія, то въ видѣ болѣе или менѣе легко растворимыхъ солей, каковы сѣрнокислыя и углекислыя, то въ видѣ окисловъ и ихъ гидратовъ (гидраты окиси желѣза,

[1]) Въ виду этого, русскіе почвовѣды избѣгаютъ слова „слой“, съ которымъ связано представленіе о массѣ, ограниченной сверху и снизу параллельными другъ другу плоскостями, а употребляютъ терминъ „горизонтъ“.

алюминія, окислы марганца), то въ видѣ болѣе сложныхъ по составу конкрецій и прослойковъ. Наконецъ, порой на нѣкоторой глубинѣ появляются вторые, обычно менѣе рѣзко выраженные, чѣмъ поверхностные, и часто даже не сплошные, гумусовые горизонты. Распредѣленіе всѣхъ отдѣльныхъ горизонтовъ, пятенъ и прожилокъ въ почвенномъ разрѣзѣ не случайно: оно связано съ тѣми процессами, благодаря которымъ формируется почва, съ передвиженіемъ влаги и воздуха въ почвенныхъ массахъ, съ дѣятельностью растительныхъ корней и микроорганизмовъ, съ жизнью животнаго царства почвы. Короче говоря, строеніе почвы, или, что тоже, общій обликъ морфологіи почвеннаго разрѣза, представляетъ собой какъ бы зеркало тѣхъ сложныхъ процессовъ, которые въ почвѣ совершались и совершаются.

Къ числу важныхъ морфологическихъ признаковъ, наблюдаемыхъ на дѣвственныхъ почвахъ или почвахъ, долгое время не бывшихъ въ распашкѣ, относится структура почвы, свойственная обычно гумусовымъ горизонтамъ почвенныхъ образованій, но иногда наблюдаемая и на такихъ горизонтахъ, въ которыхъ гумуса на глазъ не замѣтно. Структура эта весьма разнообразна: она можетъ быть пороховидной, зернистой, какъ у дѣвственнаго чернозема, при чемъ величина зеренъ можетъ колебаться довольно значительно, орѣховатой, какъ у тѣхъ же черноземовъ на большихъ глубинахъ или у лѣсныхъ суглинковъ. Нерѣдко наблюдается пластинчатая структура (у подзолвстыхъ почвъ и структурныхъ солоицовъ), линзовидная или чечевитчатая, призматическая или столбчатая (у солонцовъ, солонцеватыхъ почвъ и пр.). Наконецъ, у латеритовъ наблюдается целлюлярная или губчатая структура.

Нѣкоторымъ почвамъ свойственна пористость или ячеистость опредѣленныхъ горизонтовъ, которая или соединяется съ пластинчатой структурой, или съ отсутствіемъ опредѣленной структуры.

Одна и та же почва можетъ обладать въ различныхъ горизонтахъ неодинаковой структурой: верхніе горизонты могутъ быть пластинчатые, а болѣе глубокіе орѣховатые или столбчатые, или верхніе горизонты зернистые, средніе — орѣховатые, а нижніе — призматическіе.

Не менѣе важнымъ морфологическимъ признакомъ является цвѣтъ почвы, если, конечно, онъ является результатомъ почвообразованія, а не зависитъ отъ окраски материнской породы. Въ поверхностныхъ горизонтахъ почвы цвѣтъ часто связанъ съ веществами гумуса, но иногда зависитъ отъ соединеній желѣза, марганца, различныхъ солей. Гумусовыя вещества сообщаютъ почвамъ различные оттѣнки чернаго, сѣраго, бураго и бѣлаго цвѣтовъ, соединенія желѣза (гидраты окиси, силикаты и другія соли окиси и закиси желѣза) окрашиваютъ почву во всѣ цвѣта спек-

тра, окислы марганца даютъ черный (иногда съ блескомъ) и бурые цвѣта, соли щелочей и щелочныхъ земель бѣлые и т. д.

Главнѣйшіе морфологическіе признаки почвенныхъ типовъ должны быть изучены въ природѣ, что въ особенности относится къ строенію и структурѣ почвъ. Съ этой цѣлью копаются ямы на такую глубину, до которой еще замѣтно вліяніе процессовъ почвообразованія на материнскую породу. Указать опредѣленно для всѣхъ случаевъ тѣ среднія глубины, до которыхъ приходится дорываться, невозможно, такъ какъ глубины эти весьма разнообразны. Пособіемъ при установленіи глубинъ почвенныхъ разрѣзовъ могутъ служить естественные, по возможности, свѣжіе разрѣзы по берегамъ рѣкъ, овраговъ, а еще лучше только что выкопанные колодцы, кирпичныя ямы, желѣзнодорожныя выемки и пр.

Нужно при этомъ замѣтить, что почвовѣдъ не всегда можетъ ограничиваться только тѣми глубинами, гдѣ процессы почвообразованія замѣтны простымъ глазомъ, а долженъ всегда помнить, что слѣды этихъ процессовъ могутъ такъ или иначе сказаться вплоть до уровня грунтовыхъ водъ, даже если послѣднія достаточно глубоки, такъ какъ, съ одной стороны, атмосферная влага можетъ проникать до грунтовой воды въ состояніи капиллярномъ или плеіочномъ [1]), а съ другой стороны, грунтовая вода въ такихъ же состояніяхъ можетъ подниматься въ горизонты почвы и, слѣдовательно, вліять на процессы почвообразованія.

Выкопавъ яму, одну изъ ея стѣнокъ дѣлаютъ вертикальной, стараясь выбирать стѣнку такимъ образомъ, чтобы она была хорошо и притомъ равномѣрно освѣщена. Послѣднее важно потому, что при различномъ освѣщеніи горизонты почвы кажутся неодинаково окрашенными, даже въ томъ случаѣ, когда они имѣютъ одинъ и тотъ же цвѣтовой оттѣнокъ. Вертикальная стѣнка подчищается затѣмъ лопатой и небольшой острой лопаточкой, чтобы выступили всѣ детали разрѣза; мелкоземистыя частицы, осыпавшіяся при изготовленіи вертикальной стѣнки и маскирующія иногда профиль, тщательно сдуваются.

По изготовленіи и надлежащей обработкѣ вертикальной стѣнки, приступаютъ къ измѣреніямъ съ помощью линейки или рулетки, на которыхъ нанесены дѣленія въ сантиметрахъ. Измѣряется прежде всего отдѣльно мощность каждаго горизонта, сколько нибудь отличающагося цвѣтомъ, структурой или другими какими либо особенностями отъ другихъ горизонтовъ. Такъ какъ ни одинъ изъ нихъ не отграничивается прямыми линіями, то и мощность его, очевидно, колеблется, и предѣлы

---

[1]) См. René d'Andrimont. Les principes de la circulation de l'eau dans les terrains meubles et leur application. — Verhandl. der zweiten internationalen Agrogeologenconferenz. Stockholm, 1911 и др. работы того-же автора.

этихъ колебаній слѣдуетъ отмѣтить. Если въ почвѣ имѣются выдѣленія солей или конкрецій, то необходимо отмѣтить глубину, съ которой онѣ встрѣчаются. Если присутствуютъ соли, то среди нихъ часто есть углекислая известь, глубины скопленія которой опредѣляютъ по вскипанію съ разведенной соляной кислотой.

Если почва структурна, то необходимо измѣрить величины структурныхъ отдѣльностей въ различныхъ горизонтахъ: діаметръ зеренъ или орѣховъ, длину и ширину столбовъ, мощность слоиковъ или пластинокъ, размѣры поръ или ячеекъ. При этомъ слѣдуетъ отмѣтить, не различаются ли цвѣтовые оттѣнки наружныхъ и внутреннихъ частей зеренъ или орѣховъ, или оттѣнки верхней и нижней поверхностей пластинокъ.

Въ записную книжку заносятся всѣ сдѣланныя измѣренія и характеристика отдѣльныхъ горизонтовъ почвы по цвѣту, структурѣ, механическому составу (песчаный, супесчаный, суглинистый). Отмѣчаются также формы выдѣленія солей (мицелій, пятна, прожилки, конкреціи, сплошные горизонты и пр.) и другихъ образованій (гидраты окиси желѣза, алюминія, окислы марганца и т. п.), ходы животныхъ (ихъ размѣры, очертанія, цвѣтъ), относительная влажность отдѣльныхъ горизонтовъ и всѣ вообще признаки, которые могутъ быть уловлены въ вертикальномъ сѣченіи почвы. Параллельно зарисовывается въ записной книжкѣ и схема полученнаго разрѣза.

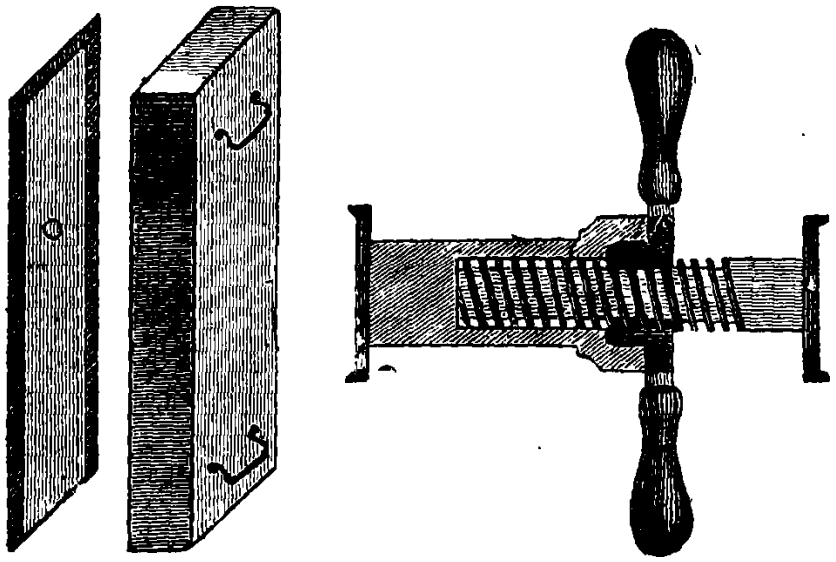


Рис. 1. Приборъ Рисположенскаго.

Послѣ этого приступаютъ къ выборкѣ образца. Разрѣзъ на значительную глубину можетъ быть взятъ цѣликомъ съ помощью прибора Рисположенскаго (рис. 1). Этотъ приборъ состоитъ изъ открытаго желѣзнаго ящика съ заостренными краями. Длина, ширина и глубина его могутъ быть произвольны, но удобнѣе всего пользоваться неглубокими (4—5 см.), узкими (до 20 см.) и короткими (около 1 метра) ящиками. Практичнѣе изъ сдѣланной глубокой ямы взять нѣсколько одинъ подъ другимъ образцовъ однимъ и тѣмъ же приборомъ и такимъ путемъ составить полный разрѣзъ. Для выемки образца ящикъ прислоияютъ острыми

краями къ вертикальной стѣнкѣ ямы, а къ противоположной стѣнкѣ прикладывается доска, служащая упоромъ для нажимного винта, съ помощью котораго вгоняютъ ящикъ въ почву (къ дну ящика также приспособляется деревянная доска). Когда ящикъ вошелъ въ разрѣзъ на всю свою глубину, у передняго края начинаютъ заколачивать крышку съ острыми краями и наковальней наверху, по которой и ударяютъ. Заколачиваніе продолжаютъ до тѣхъ поръ, пока крышка не обрѣжетъ у краевъ ящика почвенный разрѣзъ во всю длину. Тогда ящикъ вынимаютъ и содержащійся въ немъ разрѣзъ перемѣщаютъ въ заранѣе заготовленный того-же размѣра деревянный ящикъ, который затѣмъ забиваютъ деревянной-же крышкой.

При навыкѣ можно брать монолитные образцы и безъ всякаго прибора, имѣя лишь заготовленный заранѣе деревянный ящикъ. Въ этомъ случаѣ форму монолита изготовляютъ сперва, какъ это видно на рисункѣ 2, на стѣнкѣ разрѣза, а затѣмъ окружаютъ эту форму стѣнками разборнаго деревяннаго ящика, который тутъ-же свинчивается. Взятые такимъ образомъ монолиты доходили въ наши лабораторіи въ превосходномъ состояніи изъ самыхъ отдаленныхъ частей Азіатской Россіи (Амурская, Якутская области).



Рис. 2. Изготовленіе формы монолита.

Такъ какъ выемка монолитовъ и перевозка ихъ бываютъ иногда затруднительны, то очень часто составляютъ сборные разрѣзы почвъ. Съ этой цѣлью берутъ образцы изъ каждаго отдѣльнаго горизонта, стараясь при этомъ, по возможности, не нарушить структуры. Для выемки образцовъ выбираютъ такіе участки горизонта, гдѣ онъ наиболѣе типично выраженъ. Вынутые образцы завертываются аккуратно въ плотную оберточную бумагу, обвязываются бечевкой и затѣмъ уже помѣщаются въ мѣшки. Влажные образцы, по доставкѣ ихъ на мѣсто ночлега, просушиваются въ сухомъ помѣщеніи или на воздухѣ и затѣмъ уже окончательно упаковываются, при чемъ каждый образецъ снабжается ярлыкомъ, на которомъ поставленъ № разрѣза изъ записной книжки и буква горизонта.

Въ послѣднее время входитъ въ употребеніе такого рода обозначеніе: буквой А обозначаютъ горизонты элювіальные, т. е. такіе, изъ минеральной массы которыхъ что-либо выносится механически или

химически при процессѣ почвообразованія. Тѣ же горизонты являются аккумуляціонными по отношенію къ органическимъ или органоминеральнымъ соединеніямъ (Захаровъ). Буквой В обозначаютъ иллювіальные горизонты, т. е. такіе, куда-что либо вмывается, вносится изъ верхнихъ горизонтовъ. Наконецъ, буквой G можно обозначать такъ называемые глеевые горизонты (Г. Высоцкій), т. е. такіе, которые формируются не столько подъ вліяніемъ воды, просачивающейся съ поверхности, сколько подъ вліяніемъ поднимающихся къ поверхности грунтовыхъ водъ. Материнская порода обозначается буквой С. Такъ какъ нерѣдко бываетъ, что и горизонты элювіальные, и горизонты иллювіальные, и горизонты глеевые не однородны во всей ихъ массѣ, то употребляютъ обозначенія A_1, A_2, B_1, B_2 и т. д.

При сплошномъ почвенномъ обслѣдованіи какой-либо территоріи рекомендуется слѣдующій порядокъ работъ въ полѣ. Изслѣдователь прежде всего знакомится съ общей схемой распредѣленія почвъ въ предѣлахъ изучаемой территоріи. Съ этой цѣлью онъ пересѣкаетъ ее по крайней мѣрѣ по двумъ взаимно-перпендикулярнымъ направленіямъ. Если территорія велика, то эти направленія должны совпадать съ меридіанами и параллелями, если-же территорія мала, то направленія слѣдуетъ избирать параллельныя и перпендикулярныя къ главной рѣчной долинѣ или горному хребту. При каждомъ измѣненіи рельефа, смѣнѣ растительной формаціи, перемѣнѣ материнской породы, измѣненіи окраски поверхности почвы изслѣдователь выкапываетъ яму и изучаетъ строеніе и вообще морфологическіе признаки почвы. При копаніи ямы не всегда удается работать лопатой; въ нѣкоторыхъ случаяхъ необходима помощь легкаго лома. Примѣненіе при почвенныхъ изслѣдованіяхъ какихъ бы то ни было буровыхъ инструментовъ не рекомендуется, такъ какъ съ ихъ помощью нельзя сколько-нибудь точно установить морфологію почвеннаго разрѣза.

Указанный порядокъ начала работъ даетъ возможность изслѣдователю ознакомиться съ главнѣйшими почвенными типами и разностями изслѣдуемой территоріи и выяснить закономѣрность ихъ распредѣленія въ пространствѣ; послѣ этого удобнѣе планировать детальныя изслѣдованія.

Занося въ путевой журналъ подробныя описанія почвенныхъ разрѣзовъ, изслѣдователь долженъ отмѣтить кромѣ того: 1) географическое положеніе пункта, гдѣ сдѣланъ разрѣзъ (полезно этотъ пунктъ отмѣтить, по возможности, на имѣющейся у экскурсанта путевой картѣ или планѣ), 2) рельефъ мѣстности, гдѣ заложена почвенная яма (на склонѣ, на равнинѣ, въ котловинѣ и пр.), 3) характеръ растительнаго покрова (желательно попутно собрать и наиболѣе типичные виды мѣстной дикой флоры), 4) мѣстное названіе почвы.

Для каждаго изъ почвенныхъ типовъ изслѣдованной площади желательно взять монолитные образцы, что рекомендуется, по возможности,

дѣлать въ концѣ полевыхъ работъ, когда не только опредѣлены главнѣйшія разности почвъ, но извѣстны и мѣста ихъ наиболѣе типичнаго развитія. Другіе почвенные образцы можно брать меньшихъ размѣровъ (1—4 кило), смотря по тому, предназначаются ли они для лабораторныхъ изслѣдованій, или только для дополнительнаго изученія нѣкоторыхъ морфологическихъ признаковъ. Послѣднее является особенно важнымъ для установленія цвѣтовыхъ оттѣнковъ поверхностныхъ горизонтовъ почвъ и для сравненія этихъ оттѣнковъ у различныхъ почвенныхъ типовъ и разностей. Дѣло въ томъ, что при полевыхъ работахъ, гдѣ зачастую приходится изучать почвенные разрѣзы въ различной степени увлажненія, при различномъ освѣщеніи (утромъ, днемъ и передъ солнечнымъ закатомъ) трудно бываетъ точно отмѣтить, а тѣмъ болѣе сравнить цвѣтовые оттѣнки нѣсколькихъ почвенныхъ типовъ и разностей. Въ лабораторіи, гдѣ можно изучать образцы съ болѣе или менѣе одинаковой степенью влажности и при одинаковомъ освѣщеніи, изученіе цвѣтовыхъ оттѣнковъ проще и легче.

Насколько однородны бываютъ цвѣтовые оттѣнки представителей одного и того-же почвеннаго типа, взятыхъ на большихъ разстояніяхъ другъ отъ друга, показываетъ слѣдующій фактъ. Во время первой международной конференціи по почвовѣдѣнію въ Будапештѣ намъ приходилось сравнивать цвѣтъ каштановыхъ почвъ Венгріи съ цвѣтомъ такихъ же почвъ изъ Румыніи и изъ Акмолинской и Тургайской областей Азіатской Россіи. Цвѣтовые оттѣнки оказались настолько одинаковыми, что получалось впечатлѣніе, будто всѣ упомянутые образцы были выняты изъ одной и той же ямы. Это впечатлѣніе усиливалось и полной однородностью всѣхъ другихъ морфологическихъ признаковъ.

Произведя изученіе морфологическихъ свойствъ почвъ, отбираютъ типичные образцы для лабораторнаго изслѣдованія, которое состоитъ въ изученіи механическаго состава почвы, ея минералогическаго состава, физическихъ свойствъ и, наконецъ, химическаго состава и свойствъ. При этомъ необходимо помнить, что главная наша задача заключается въ разъясненіи того процесса, который привелъ къ образованію того или иного почвеннаго типа. При образованіи почвы обычно происходитъ передвиженіе различныхъ соединеній, частью механическимъ, частью химическимъ путемъ, изъ одного горизонта въ другой. Лабораторное изслѣдованіе должно быть направлено такъ, чтобы можно было выяснить, что потеряли одни и что пріобрѣли другіе горизонты. Поэтому какъ изслѣдованіе химическихъ свойствъ, такъ и изученіе механическаго состава и физическихъ свойствъ не можетъ ограничиваться только верхнимъ горизонтомъ почвы. Напротивъ, должны быть изучены, каждый въ отдѣльности, всѣ горизонты почвеннаго разрѣза, которые могли быть выдѣлены при изслѣдованіи въ полѣ, и свойства этихъ горизонтовъ должны быть сравнены съ таковыми-же свойствами материнскихъ породъ.

Литература.

1. Богушевскій. Труды Имп. Вольн. Эконом. Общ. 1890, № 2.
2. Высоцкій, Г. „Почвовѣдѣніе", 1899, 1900, 1901.
3. Глинка, К. Сборникъ инструкцій и программъ для участниковъ экскурсій въ Сибирь. — СПБ. 1914.
4. Докучаевъ. Русскій черноземъ. 1883.
5. — Матер. къ оцѣнкѣ земель Нижегородской губ., т. I.
6. Рисположенскій. Протоколы Казан. Общ. Естеств., прилож. № 114, 1890.
7. — Описаніе коллекцін почвъ Волжско-Камскаго края. Казань, 1894.
8. Сибирцевъ, Н. Программы для изслѣдованія почвъ въ полѣ. — Записки Ново-Александр. Института с. хоз. и лѣсов., т. IX, приложеніе, 1895, и „Программы и наставленія Спб. Общ. Естествоиспытателей, послѣднее изданіе.

ГЛАВА II.

Механическій составъ почвъ.

Изученіе механическаго состава почвенныхъ массъ, несмотря на сравнительно малую точность употребляющихся для этой цѣли методовъ изслѣдованія, имѣетъ все-же, въ соединеніи съ нѣкоторыми другими опредѣленіями, большое значеніе. Когда изучаются со стороны механическаго состава отдѣльные горизонты одного и того-же почвеннаго разрѣза, то получается возможность судить о томъ, переносятся ли при почвенномъ процессѣ мелкоземистыя частицы изъ одного горизонта въ другой. Когда изучается параллельно механическій составъ различныхъ почвъ какой-либо территоріи и ихъ материнскихъ породъ, особенно принадлежащихъ къ группѣ насосовъ, то становится возможнымъ классифицировать почвы данной территоріи на глинистыя, суглинистыя, супесчаныя и песчаныя, а также до нѣкоторой степени судить о способѣ происхожденія материнскихъ породъ (наносовъ), на которыхъ почвы образовались.

Всѣ существующіе методы почвеннаго механическаго анализа даютъ возможность раздѣлить взятую навѣску почвы на рядъ группъ, отличающихся величиной своихъ частицъ, при чемъ, однако, не всѣ изслѣдователи придерживаются однородной терминологіи въ обозначеніи частицъ различныхъ размѣровъ, какъ это видно изъ прилагаемой таблицы.

Величина частицъ.	Кнопъ.	Лоренцъ.		Фаддѣевъ.			Осборнъ.
> 10 мм.	Скелетъ.	Камни и хрящъ.		Камни.			Крупноземъ.
10—7				Хрящъ.	Крупный	Каменистыя	
7 5					Средній		
5 3					Мелкій		
3—2							
2—1		Песокъ.	Крупный	Песокъ.	Крупный	Песчаныя	
1—0,5			Средній		Средній		
0,5—0,25			Мелкій		Мелкій		
0,25—0,05	Мелкоземъ.	Пыль.	Крупная	Пыль.	Крупная	Землистыя	Песокъ.
0,05—0,01			Мелкая		Мелкая		Илъ.
0,01 —0,005		Глина.		Илъ.	Крупный		Пыль и глина.
0,005—0,0015					Средній		
< 0,0015					Мелкій		

При изслѣдованіи почвъ Нижегородской губ. принято было слѣдующее обозначеніе:

Скелетъ	> 2 мм.	хрящъ
	2—1	крупный песокъ
	1—0,5	средній „
	0,5—0,05	мелкій „
Мелкоземъ	0,05—0,01	пыль
	0,01 и мельче	илъ (глина).

Согласно Фаддѣеву, илъ можетъ быть раздѣленъ на группы (см. таблицу).

Въ послѣднее время Аттербергъ предложилъ новый принципъ классификаціи почвенныхъ частицъ, получаемыхъ при механическомъ анализѣ. Онъ нашелъ опытнымъ путемъ, что между отдѣльными величинами зеренъ можно, на основаніи физическихъ свойствъ, установить три границы, а именно:

1) Зерна размѣрами въ 0,2 мм. представляютъ границу водопроницаемости, такъ какъ, начиная съ этой величины, они уже сильно задерживаютъ воду.

2) Зерна размѣрами въ 0,02 мм. представляютъ предѣлъ коагуляціи (свертыванія) въ слабыхъ соляныхъ растворахъ.

3) Зерна размѣрами 0,002 мм. представляютъ границу Броуновскаго движенія.

Вмѣстѣ съ тѣмъ оказывается, что песокъ крупнѣе 2 мм. обладаетъ совсѣмъ незначительной капиллярностью; хорошую капиллярность обнаруживаютъ частицы размѣрами 0,2—0,02, у частицъ же 0,02—0,002 очень высокая капиллярность, но все болѣе замедляющееся движеніе воды по капиллярамъ. Болѣе тонкія частицы обнаруживаютъ очень замедленное движеніе и могутъ на поверхности совсѣмъ высохнуть, сохраняя, однако, запасъ воды въ глубинѣ.

На основаніи изложеннаго, Аттербергъ предлагаетъ слѣдующую классификацію:

Хрящъ	Грубый	20— 6	мм.
	Мелкій	6—2	„
Песокъ	Грубый	2,0—0,6	„
	Болѣе мелкій	0,6—0,2	„
Песокъ	Очень тонкій	0,2—0,06	„
	Песчаная пыль	0,06—0,02	„
Суглинокъ (илъ)	Шлуфъ	0,02—0,006	„
	Schlick	0,006 0,002	„
Глина		мельче 0,002	„

Эту послѣднюю фракцію въ болѣе поздней работѣ Аттербергъ называетъ коллоиднымъ иломъ, раздѣляя ее еще такъ: частицы отъ 0,002—0,0006 мм. — грубый коллоидный илъ, а частицы

мельче 0,0006 мм. — тонкій коллоидный илъ. Давая такія названія, Аттербергъ основывается на данныхъ Szigmondy, согласно которому частицы грубѣе 0,00025 мм. называются субмикронами[1]), т. е. относятся уже къ категоріи частицъ, обнаруживающихъ свойства коллоидовъ. Такъ какъ при этомъ граница какъ Броуновскаго движенія, такъ и пластичности, по даннымъ Аттерберга, лежитъ между 0,005—0,002 мм., то и предѣлъ обнаруженія коллоидныхъ свойствъ Аттербергъ полагаетъ между этими размѣрами частицъ.

Говоря о коллоидныхъ свойствахъ мельчайшихъ почвенныхъ частицъ, мы имѣемъ въ виду ихъ способность коагулировать, т. е. стягиваться, свертываться подъ вліяніемъ электролитовъ.

Вопросъ о коагуляціи тонкихъ почвенныхъ частицъ обсуждался въ почвенной литературѣ еще до развитія ученія о коллоидахъ. Цѣлый рядъ фактическихъ данныхъ въ этомъ направленіи былъ добытъ работами А. Майера (16), Durcham'a (7), Гильгарда (9—12), Brewer'a (5), Баруса (2), Рамзая (23), Тулэ, Quincke (22), Шпринга (29) и др. Еще Бодлендеръ (4), оперируя въ своихъ опытахъ съ каолиномъ, пришелъ къ заключенію, что электролиты вызываютъ просвѣтлѣніе раствора, въ которомъ взмучены частицы каолина, т. е. коагуляцію послѣднихъ. Всякое соединеніе (соль, кислота) дѣйствуетъ коагулирующимъ образомъ лишь тогда, когда оно находится въ опредѣленномъ количествѣ, и каждое имѣетъ свой максимумъ, ниже котораго его дѣйствіе прекращается. Выше этого предѣла энергія дѣйствія возрастаетъ быстро вмѣстѣ съ увеличеніемъ концентраціи. Къ числу веществъ, способныхъ вызывать коагуляцію иловатыхъ частицъ, Бодлендеръ относитъ и углекислоту, которая въ его опытахъ осаждала каолинъ, будучи пропускаема въ мутную воду.

Согласно новѣйшимъ воззрѣніямъ[2]), коллоиды прежде всего дѣлятъ на положительные и отрицательные. Если черезъ коллоидный растворъ пропустить электрическій токъ, то положительные коллоиды осаждаются на катодѣ, а отрицательные на анодѣ. Въ зависимости отъ свойствъ среды одно и то же вещество можетъ быть заряженнымъ положительно или отрицательно.

Положительные коллоиды осаждаются аніономъ электролита, а отрицательный —катіономъ, хотя и противоположные іоны въ томъ и другомъ случаяхъ не остаются безъ вліянія. Такъ какъ тонкій почвенный илъ имѣетъ свойства отрицательныхъ коллоидовъ, то на этихъ свойствахъ мы и остановимся. Чѣмъ выше значность коагулирующаго катіона, тѣмъ

---

[1]) Субмикроны видимы еще въ ультрамикроскопѣ, какъ отдѣльныя частицы.

[2]) О коагуляціи см. напр. Pappada, N. (19).

меньшая концентрація электролита вызываетъ коагуляцію. Катіоны одинаковой значности коагулируютъ въ зависимости отъ скорости ихъ диффузіи, причемъ способность коагулировать возрастаетъ съ возрастаніемъ скорости диффузіи. Поэтому іонъ — водородъ коагулируетъ энергичнѣе, чѣмъ іонъ Cs, Rb, K, Na, Li.

Тончайшія частицы почвеннаго ила, будучи помѣщены въ каплѣ воды на предметное стекло, обнаруживаютъ подъ микроскопомъ такъ называемое Броуновское движеніе (Бодлендеръ, Фрезеніусъ, Вильямсъ). Явленія, наблюдаемыя здѣсь, по мнѣнію физиковъ (Perrin, 20), аналогичны тѣмъ движеніямъ, какія принимаются для газовыхъ частицъ, наполняющихъ какой-либо сосудъ.

Броуновское движеніе обнаруживается не только въ водѣ, но и въ другихъ жидкостяхъ, и прибавка къ водѣ кислотъ, щелочей или солей не прекращаетъ его совершенно. Правда, когда къ водѣ, содержащей тонкія взвѣшенныя частицы почвы, прибавить кислоты, то частицы въ значительной мѣрѣ коагулируютъ, при чемъ получаются частицы болѣе крупныхъ размѣровъ, уже не обнаруживающія Броуновскаго движенія, но и въ этихъ случаяхъ, частицы мелкія, несмотря на присутствіе кислоты, продолжаютъ двигаться. Самое явленіе коагуляціи объясняется тѣмъ, что вводимый вмѣстѣ съ кислотой положительно заряженный іонъ-водородъ нейтрализуетъ отрицательный зарядъ частичекъ почвеннаго ила. Въ силу этого рядомъ находящіяся частички ила перестаютъ отталкиваться другъ отъ друга и могутъ, наоборотъ, соединяться, образуя частицы бо́льшихъ размѣровъ.

Классификація почвъ по механическому составу.

Отдѣляя при помощи того или иного изъ существующихъ методовъ механическаго анализа скелетныя части отъ мелкоземистыхъ и опредѣляя количества тѣхъ и другихъ, мы получаемъ возможность классифицировать почвы по степени ихъ глинистости или песчанистости. Эти признаки, какъ выяснено будетъ ниже, являются второстепенными, болѣе мелкими классификаціонными признаками, и пользованіе ими возможно лишь послѣ того, какъ установленъ генетическій типъ почвы по морфологическимъ признакамъ. Въ предѣлахъ каждаго генетическаго типа или подтипа могутъ быть найдены разности: глинистыя, суглинистыя, супесчаныя и пр., въ зависимости отъ того отношенія скелетныхъ частей къ мелкоземистымъ, которое опредѣлено изъ данныхъ механическаго анализа. При этомъ многіе изслѣдователи пользовались такъ называемымъ двучленнымъ отношеніемъ, т. е. брали отношеніе между глиной (частицами $<0{,}01$ мм.) и суммой другихъ элементовъ. Такимъ путемъ устанавливались слѣдующія, напримѣръ, градаціи:

Глина (< 0,01 мм.)		Песокъ (> 0,01 мм.)	Названіе почвы.
1	:	0,5—1	Глинистая почва
1	:	2—3	Тяжелый суглинокъ
1	:	4	Средній суглинокъ
1	:	5—6	Легкіи суглинокъ, суглино-супесь.
1	:	7—10	Супесь
1	:	11—30	Глинистый песокъ.

Однако, двучленное отношеніе далеко не всегда въ достаточной мѣрѣ характеризуетъ механическій составъ почвы. Въ качествѣ примѣра Туминъ (31) приводитъ слѣдующіе два анализа:

	Глина < 0,01 мм.	Песчаная пыль 0,1 0,01 мм.	Песокъ 0,1—3 мм.
Почва А.	6,44	7,37	86,19
Почва В.	5,97	70,47	23,56

У обѣихъ почвъ почти одинаковое двучленное отношеніе, а именно:

у А отношеніе глины къ песку = 1 : 14.5
у В „ „ „ „ = 1 : 15.8,

между тѣмъ послѣдняя почва принадлежитъ къ группѣ лессовидныхъ суглинковъ, а первая — къ группѣ глинистыхъ песковъ.

Въ виду сказаннаго Туминъ предлагаетъ трехчленную формулу, гдѣ за единицу принимается такъ же, какъ и въ двучленной формулѣ, количество глины, и съ этимъ количествомъ сравниваются отдѣльно количества песчаной пыли и песку. Формула получаетъ такой видъ:

1 (глина) : a (песч. пыль) : b (песокъ)

Можно писать и болѣе подробныя формулы, вводя въ нихъ и относительныя количества хряща и щебня; тогда формула получаетъ такой видъ:

$$\frac{1 : a : b}{c \text{ (хрящъ)} : d \text{ (щебень)}}.$$

Разсматривая формулы механическаго состава для различныхъ почвъ, Туминъ убѣдился въ томъ, что трехчленныя формулы могутъ давать нѣкоторыя представленія и о генезисѣ тѣхъ наносовъ, на которыхъ образуются почвы. Делювіальные процессы, напримѣръ, ведутъ къ обогащенію песчаной пылью и обѣдненію пескомъ, элювіальные, наоборотъ— къ обогащенію пескомъ и къ обѣдненію песчаной пылью. Такимъ образомъ, формулы для делювія и элювія примутъ видъ:

1 : (a + x) : (b — y) — делювій
1 : (a x) : (b + y) элювій.

При образованіи аллювія возможны два случая: 1) отложеніе изъ медленно текущихъ водъ и 2) отложеніе изъ быстро текущихъ водъ. Въ первомъ случаѣ падаетъ содержаніе песка и песчаной пыли, во вто-

ромъ — тотъ и другой компоненты возрастаютъ. Поэтому для аллювія возможны двѣ формулы:

1 : (a — x) : (b — y) — отложенія медленнаго тока
1 : (a + x) : (b + y) — „ быстраго тока.

Говоря о механическомъ составѣ почвъ, необходимо отмѣтить, что двѣ почвы, даже съ одинаковыми трехчленнымн формулами, могутъ быть глубоко различными по своимъ физическимъ и химическимъ свойствамъ. Это ясно, между прочимъ, изъ работъ Аттерберга, касающихся вопроса о пластичности почвенныхъ глинъ (см. физическія свойства почвы). Эти работы привели автора къ заключенію, что пластичностью вообще отличаются лишь частицы, имѣющія діаметръ меньше 0,002 мм. (коллоидный илъ), но что вмѣстѣ съ тѣмъ—эти частицы у различныхъ минераловъ обладаютъ неодинаковой пластичностью. Такъ, напримѣръ, коллоидный илъ, составленный частичками кварца и полевого шпата, почти не пластиченъ, вполнѣ пластичными (völlig plastisch) оказываются того же размѣра частицы у каолина, талька, серпентина, хлорита, мусковита, біотита, лимонита и гематита. Наконецъ, наивысшую степень пластичности обнаруживаютъ изъ перечисленныхъ минераловъ біотитъ и гематитъ. Изъ этихъ данныхъ слѣдуетъ, что почвы, содержащія одинаковое количество коллоиднаго ила, могутъ быть, въ зависимости отъ минералогическаго состава ила, въ весьма различной степени пластичны, а значитъ и другія ихъ физическія свойства будутъ весьма различны.

Необходимо, однако, отмѣтить, что работы Аттерберга оставляютъ еще мѣсто нѣкоторымъ вопросамъ. Во всѣхъ своихъ изслѣдованіяхъ онъ анализировалъ по отношенію къ пластичности фракцію частицъ $<0{,}002$ или 0,003 мм., при чемъ оставалось неизвѣстнымъ, изъ какого количества частицъ меньшихъ размѣровъ состояли испытанныя пробы для различныхъ минераловъ. Вѣдь легко могло случиться, что среди коллоиднаго ила кварца было меньше частицъ размѣрами 0,0006 мм. и больше частицъ, приближавшихся по размѣрамъ къ величинѣ 0,002 мм., а у талька или біотита тотъ же коллоидный илъ содержалъ, наоборотъ, больше частицъ размѣрами въ 0,0006 мм. и меньше частицъ размѣрами въ 0,002 мм. Для устраненія возможныхъ возраженій слѣдовало бы взять механическія фракціи различныхъ минераловъ вполнѣ одинаковыя по размѣрамъ входящихъ въ ихъ составъ частицъ.

Литература.

1. Appiani. Staz. sperim. agr. ital. Vol. XX, fasc. III—IV, 1893.
2. Barus. Bull. U. S. Geolog. Survey. № 36.
3. Bliss, W. J. A. Physical Review, Vol. II, March-April, 1895, p. 241- 386.
4. Bodländer. Neues Jahrb. f. Mineral. 1893, II, p. 147.
5. Brewer. Amer. Journ. of Science, Ser. 3. Vol. XXIX, 1885.
6. Deetz. Zeitschr. f. analyt. Chemie, XII, p. 429.
7. Durham, W. Chem. News, T. 30, № 767, p. 57 and T. 37, № 949, p. 47.
8. Гедройцъ, К. Коллоидальная химія и почвовѣдѣніе. Журн. Оп. Агр. 1908, кн. 2.
9. Hilgard, E. W. Americ. Journ. of Sc. Vol. VI, Oct. 1873.
10. — Proceed. of the eighth meeting of the Society for the promotion of agric. Science, 1887, p. 48– 51.
11. — Agricultur. Science, Vol. VII, № 2, p. 502– 508; № 4, p. 156 160.
12. — Wollny's-Forschungen. Bd. II, p. 441; Bd. VI, p. 52; Bd. XIX, p. 402.
13. Houdaille et Semichon. Comptes rendus. T. CXV, 1892, p. 1015.
14. Копецкій. „Почвовѣдѣніе", 1902, № 1 (извлеченіе Н. П. Адамова).
15. Максимовичъ. Изв. Имп. Общ. Любит. Естествозн. и Антропол., т. XXXIX, 1, 1880.
16. Mayer, A. Wollny's-Forschungen. Bd. II, p. 251, Bd. V, p. 228, Bd. XIX, p. 193.
17. Orth, A. Amtlich. Bericht d. 50 Versammlung deutsch. Naturforsch. u. Aerzte in München, 1877.
18. Osborne, Th. B. Annual Report of the Connecticut agricult. experim. Station for 1886 and 1887. New Haven, 1887 and 1888; Wollny's Forschungen. Bd. X, 1888, p. 196.
19. Pappada, N. Kolloid-Zeitschr., Bd. IV, H. 2 u. 3, 1909.
20. Perrin, J. Les atomes, 1914. Paris.
21. Poquillon. Bull. de la Soc. chim. de Paris, 1900, № 4, p. 115, 161; „Почвовѣдѣніе", 1900, № 4.
22. Quincke, G. Annal. d. Physik, 4 Folge. Bd. VI, H. 1, 1902, p. 57—96 631—682, 701—744, Bd. VII, p. 57—97.
23. Ramsay. Chem. News, 65, p. 90, 1892.
24. Сабанинъ, А. „Почвовѣдѣніе", 1903, № 1 и 2.
25. Sachse u. Becker. Landw. Versuchst. Bd. XLIII, p. 15 u. Bd. XLV, p. 137—146.
26. Scarlata. Staz. sper. agrar. ital. 32, p. 634 637.
27. Schöne, E. Ueber Schlämmanalyse u. einen neuen Schlammapparat. Berlin, 1867; Bull. de la Soc. Imp. de Natural. de Moscou, 1867, № 2.
28. Sikorski. Oesterr. landw. Wochenbl. 1894, № 33, p. 259.
29. Spring. Revue générale des sciences pures et appliquées. 30 Juin, 1902.
30. Tschaplowitz. Zeitschr. f. analyt. Chemie, 1892, Bd. 31, p. 487.
31. Туминъ, Г. Ежегодн. по геол. и минер. Россіи. т. XII, вып. 1 2.
32. Whitney. Agricultur. Science, Vol. VII, 1893, p. 85 88.
33. Williams. Wollny's Forschungen, Bd. XVIII, p 225 350 (литерат. указанія).
34. — Изв. Петровской Акад., 1889.
35. Яковлевъ. Тр. Имп. Вольн.-Эконом. Общ., 1890 (литерат. укззанія).
36. Фрейбергъ, И. „Почвовѣдѣніе", 1900, № 1.

ГЛАВА III.

Петрографическій составъ почвенныхъ массъ.

Раздѣливъ при помощи механическаго анализа почву на рядъ отдѣльныхъ фракцій, мы получаемъ четыре существенныхъ группы элементовъ: хрящъ, песокъ, песчаную пыль и илъ или глину. Изученіе трехъ первыхъ группъ въ петрографическомъ отношеніи не представляетъ особыхъ затрудненій, что же касается ила, то при современныхъ средствахъ изслѣдованія нѣтъ возможности изучить вполнѣ его минералогическую природу при помощи микроскопа. Требуется содѣйствіе нѣкоторыхъ химико-аналитическихъ операцій, чтобы подойти къ вопросу о составѣ почвеннаго ила.

Для знакомства съ петрографическимъ характеромъ почвеннаго скелета можно изучать отдѣльно каждую фракцію механическаго анализа, что даетъ возможность установить нѣкоторую законность въ распредѣленіи отдѣльныхъ минераловъ или минеральныхъ группъ въ различныхъ фракціяхъ механическаго анализа. Если желательно только ознакомиться съ общимъ петрографическимъ характеромъ почвы, то достаточнымъ оказывается изучить фракцію зеренъ, имѣющихъ размѣры отъ 0,25 до 0,05 мм. Болѣе мелкоземистыя фракціи труднѣе поддаются раздѣленію при помощи тяжелыхъ жидкостей. Названная группа зеренъ содержитъ въ себѣ большинство тѣхъ минераловъ, изъ коихъ слагается почва; въ ней не хватаетъ только нѣкоторыхъ вторичныхъ минераловъ, сосредоточивающихся, главнымъ образомъ, въ группѣ иловатыхъ частицъ. Наоборотъ, въ крупнозернистыхъ элементахъ скелета можетъ не хватать очень многихъ и первичныхъ минераловъ, особенно такихъ, которые въ материнской породѣ были въ видѣ мелкихъ зеренъ, въ видѣ микроскопическихъ включеній.

Избранную фракцію механическаго анализа прежде всего раздѣляютъ по удѣльному вѣсу, при помощи тяжелыхъ жидкостей, наливаемыхъ въ обыкновенную дѣлительную воронку [1]). Изъ тяжелыхъ жидкостей наиболѣе удобной является бромоформъ (уд. в. 2,85), потому что жидкость эта безцвѣтна, не разлагается при соприкосновеніи съ минералами, легко отмывается отъ минераловъ съ помощью бензола, который,

---

[1]) Можно употреблять также приборъ Harad'a и особенно E. Kaiser'a. Centralbl. f. Mineral. etc. 1906, 475—477. При раздѣленіи болѣе мелкихъ частицъ можно примѣнить центрифугированіе. Трусову (24) удалось этимъ путемъ изолировать изъ иловатыхъ частицъ тяжелые минералы съ уд. вѣсомъ 3,2.

въ свою очередь, легко улетучивается. Для изслѣдованія берутъ 5 грам. почвеннаго порошка и, наполнивъ дѣлительную воронку бромоформомъ, всыпаютъ въ нее навѣску почвы, перемѣшиваютъ все стеклянной палочкой, которая обмывается въ ту же воронку бромоформомъ, и прикрываютъ воронку покровнымъ стекломъ. Послѣднее необходимо, въ виду летучести бромоформа, пары котораго хотя и не производятъ такого сильнаго эффекта, какъ пары хлороформа, однако не могутъ считаться и вполнѣ безвредными.

Черезъ нѣсколько минутъ всѣ минералы, имѣющіе большій уд. вѣсъ, чѣмъ бромоформъ, опускаются въ нижнюю часть воронки и могутъ быть осторожнымъ открываніемъ крана переведены изъ нея въ подставленный снизу стаканчикъ. Въ этотъ стаканчикъ прибавляютъ затѣмъ немного бензола, взбалтываютъ и сливаютъ жидкость въ большую бутылку, гдѣ собираются всѣ отбросы бромоформа и бензола. Содержимое стаканчика промываютъ еще нѣсколько разъ бензоломъ, сливая послѣдній каждый разъ въ ту же бутылку, пока не будетъ удаленъ бромоформъ, послѣ чего оставляютъ стаканчикъ въ тепломъ мѣстѣ для испаренія остатковъ бензола.

На воронку приливаютъ затѣмъ по каплямъ бензола, постоянно помѣшивая палочкой, пока не начнетъ опускаться на дно вторая фракція минераловъ, которую отдѣляютъ и промываютъ, подобно первой. Такую же операцію повторяютъ еще нѣсколько разъ, пока вся взятая навѣска не будетъ раздѣлена на рядъ фракцій различныхъ уд. вѣсовъ. Такимъ послѣдовательнымъ осажденіемъ можно получить 5—6 фракцій, причемъ первыя изъ нихъ содержатъ тяжелые минералы и сростки послѣднихъ съ кварцемъ, среднія содержатъ, по преимуществу, кварцъ, частью плагіоклазы, а въ послѣднихъ преобладаютъ ортокластическіе полевые шпаты и микроклинъ, хотя къ нимъ обычно примѣшивается и кварцъ. Слѣдовательно раздѣлить навѣску этимъ способомъ на группы, которыя состояли бы изъ одного какого-либо минерала, не удается, но важно уже одно то обстоятельство, что такимъ путемъ возможно обособить группу тяжелыхъ минераловъ, которыхъ часто бываетъ немного въ почвенныхъ массахъ и которые ускользаютъ отъ изслѣдователя, если онъ будетъ изучать цѣликомъ всю фракцію механическаго анализа, приготовляя изъ нея шлафы по одному изъ способовъ, предлагаемыхъ петрографами для изученія рыхлыхъ породъ.

Наибольшее разнообразіе минералогическаго состава представляетъ первая фракція, названная выше тяжелыми минералами; это разнообразіе отчасти проявляется во второй фракціи, гдѣ тѣ же тяжелые минералы находятся въ видѣ сростковъ съ кварцемъ или полевыми шпатами.

Передъ изслѣдованіемъ группы тяжелыхъ минераловъ, можно отдѣлить отъ нихъ при помощи сильнаго простого магнита магнитный желѣзнякъ. Для этого порошокъ минераловъ разсыпаютъ тонкимъ слоемъ на листѣ бумаги и проводятъ магнитомъ по нижней поверхности листа нѣсколько разъ въ одномъ и томъ же направленіи, пока не отойдутъ въ сторону всѣ притягиваемыя магнитомъ зерна. Отъ оставшихся минераловъ на шероховатой бумагѣ можно отдѣлить слюды, которыя, при наклоненіи листа бумаги, пристаютъ къ послѣднему, тогда какъ остальные минералы скатываются. Оставшіеся минералы могутъ быть подвергнуты дѣйствію электромагнита, при помощи котораго отдѣляются минералы, содержащіе въ своемъ составѣ достаточное количество желѣза. Наконецъ, нѣкоторые минералы могутъ быть раздѣлены при помощи другихъ тяжелыхъ жидкостей, которыхъ извѣстно въ настоящее время много. Изъ таковыхъ укажемъ жидкость Тулэ съ удѣльнымъ вѣсомъ 3,196, жидкость Рорбаха съ удѣльнымъ вѣсомъ 3,588, жидкость Бреон съ удѣльнымъ вѣсомъ до 5,0. Первая изъ этихъ жидкостей представляетъ растворъ HgJ_2 въ KJ (отношеніе вѣсовыхъ количествъ солей 1:1,24); растворъ сгущаютъ выпариваніемъ и охлаждаютъ, — индикаторомъ служитъ турмалинъ, плавающій въ этой жидкости. Жидкость Сушина—Рорбаха приготовляются изъ BaJ_2 и HgJ_2. Соли быстро отнѣшиваются въ отношеніи 100:130, помѣщаются въ колбу, хорошо перемѣшиваются и обливаются 20 куб. см. воды и все помѣщается на нагрѣтую заранѣе масляную баню (до 150—200°), при чемъ содержимое колбы помѣшивается палочкой. Когда все растворится и прокипятится, перемѣщаютъ растворъ въ фарфоровую чашку и выпариваютъ до тѣхъ поръ, пока въ жидкости не начнетъ плавать элидотъ изъ Зульцбахталя. Затѣмъ даютъ жидкости остыть, причемъ часть двойной соли выпадаетъ изъ раствора. Тѣмъ не менѣе по охлажденіи растворъ настолько уплотняется, что въ немъ плаваетъ топазъ. Жидкость эту нельзя разбавлять водой на холоду, а только при кипѣніи, приливая воду по каплямъ. На холоду, впрочемъ, можно поступать такъ: приливать осторожно воду, чтобы слой ея не смѣшивался со слоемъ жидкости и оставлять затѣмъ въ покоѣ, пока не совершится диффузія. Зерна минераловъ должны быть сухія.

Наконецъ, жидкость Бреон приготовляется изъ сплавленной смѣси $PbCl_2$ и $ZnCl_2$. Смѣсь обоихъ хлористыхъ металловъ помѣщаютъ въ пробирку, которую вертикально ставятъ въ песчаную баню и нагрѣваютъ до 400° Ц. Когда получится однородный сплавъ, въ пробирку бросаютъ зерна минераловъ, при чемъ одни изъ нихъ опускаются на дно, другія плаваютъ. Послѣ этого пробирку вынимаютъ, нѣсколько охлаждаютъ и помѣщаютъ въ холодную воду, гдѣ сплавъ застываетъ. Тогда разбиваютъ пробирку и изъ нижней части сплава добываютъ тяжелые минералы, а изъ верхней—болѣе легкіе.

Изъ двухъ первыхъ жидкостей, путемъ разбавленія водой, можно приготовить рядъ другихъ, различающихся другъ отъ друга по уд. вѣсу десятыми и сотыми долями единицы. Установивъ уд. вѣсъ каждой изъ этихъ жидкостей съ помощью вѣсовъ Вестфаля или индикаторовъ, употребляютъ ихъ для опредѣленія уд. вѣсовъ изслѣдуемыхъ зеренъ. Зерно, которое не будетъ ни тонуть, ни плавать въ какой-либо жидкости, имѣетъ уд. вѣсъ послѣдней. При помощи жидкости Breon можно предварительно отдѣлить минералы съ уд. вѣсомъ большимъ 3,5.

Кромѣ уд. вѣсовъ, можно опредѣлять плавкость минеральныхъ зеренъ и измѣненіе цвѣта при прокаливаніи. Для опредѣленія плавкости помѣщаютъ испытуемое зерно на платиновую пластинку, которую накаливаютъ пламенемъ паяльной трубки. Плавкіе минералы при этомъ приплавляются къ пластинкѣ, неплавкіе остаются свободными.

При изученіи оптическихъ признаковъ минеральныхъ зеренъ подъ микроскопомъ полезно производить попутно и химическія реакціи (разложеніе кислотами, микрохимическія пробы). Не останавливаясь на методикѣ микроскопическаго изслѣдованія, отсылаемъ читателя къ спеціальнымъ руководствамъ по петрографіи (Zirkel, Rosenbusch, Michel-Lévy et Lacroix, Steinriede).

Здѣсь мы разсмотримъ лишь типическіе признаки минераловъ, чаще всего встрѣчающихся въ составѣ почвеннаго скелета, имѣя въ виду, по преимуществу, почвы сѣверной и средней Россіи, а затѣмъ попытаемся подойти къ характеристикѣ состава почвеннаго мелкозема.

Минералы почвеннаго скелета.

Кварцъ. Въ громадномъ большинствѣ почвъ кварцъ играетъ въ составѣ скелета весьма существенную роль; его количество можетъ достигать 90 и болѣе процентовъ. Чаще всего онъ является въ видѣ зеренъ, то окатанныхъ, то болѣе или менѣе угловатыхъ, а иногда и въ видѣ пластинокъ. Безцвѣтенъ или окрашенъ въ желтоватые, буроватые и красноватые цвѣта гидратами окиси желѣза, окутывающими поверхность зеренъ. Подъ микроскопомъ въ тонкихъ пластинкахъ даетъ неяркіе поляризаціонные цвѣта. Показатель преломленія почти равенъ таковому же канадскаго бальзама. Твердыя, жидкія и газообразныя включенія встрѣчаются нерѣдко. Спайности нѣтъ. Удѣльный вѣсъ 2,651.

Полевые шпаты. Изъ нихъ чаще встрѣчаются ортоклазъ и микроклинъ, рѣже известково-натровые плагіоклазы (по крайней мѣрѣ въ русскихъ почвахъ, лежащихъ на ледниковыхъ наносахъ). Ортоклазъ является въ видѣ зеренъ, обычно менѣе окатанныхъ и округленныхъ чѣмъ кварцъ. Цвѣтъ зеренъ отъ мясокраснаго до бѣлаго. Подъ микроскопомъ обнаруживаетъ спайность въ видѣ прямыхъ трещинъ. Если

наблюдаются двѣ системы трещинъ, то онѣ образуютъ между собой прямой уголъ. Поляризаціонные цвѣта низкіе, синевато-сѣрые. Соляная кислота даже при нагрѣваніи не дѣйствуетъ, плавиковая кислота разлагаетъ. Плавится очень трудно въ тонкихъ осколкахъ.

Зерна микроклина простымъ глазомъ не отличимы отъ зеревъ ортоклаза и окрашены часто въ тѣ же цвѣта. Подъ микроскопомъ обнаруживаетъ характерную рѣшетчатую структуру. Реакціи тѣ же, что и у ортоклаза. Известково-натровые плагіоклазы характеризуются полисинтетическими двойниками. Поляризаціонные цвѣта нѣсколько выше, чѣмъ у ортоклаза. Соляная кислота разлагаетъ при нагрѣваніи тѣмъ легче чѣмъ богаче плагіоклазъ известью.

Слюды. Изъ послѣднихъ чаще всего встрѣчаются мусковитъ и біотитъ. Мусковитъ въ видѣ безцвѣтныхъ пластинокъ, обладающихъ ясной пластинчатой структурой, благодаря хорошо выраженной спайности по (001). Эта структура ясно наблюдается по краямъ пластинокъ, особенно при помощи окраски фуксиномъ. Такъ какъ биссектриса выходитъ почти перпендикулярно (001), то легко получается интерференціонная фигура съ большимъ угломъ оптическихъ осей (далеко отстоящія другъ отъ друга вѣтви гиперболы). Кислоты, за исключеніемъ плавиковой, дѣйствуютъ слабо. Біотитъ является чаще всего въ видѣ желтобурыхъ пластинокъ, обнаруживающихъ по краямъ столь же хорошо спайность, какъ и мусковитъ. Рѣдко пластинки біотита имѣютъ желтовато-зеленую окраску. Сильно плеохроиченъ въ разрѣзахъ, не параллельныхъ (001); на спайныхъ листкахъ плеохроизмъ почти совершенно отсутствуетъ. Небольшой уголъ оптическихъ осей. Соляная кислота дѣйствуетъ при высокой температурѣ.

Большинство пластинокъ слюдъ, особенно біотита, находимыхъ въ почвахъ, въ значительной степени утратили упругость, свойственную этимъ минераламъ въ свѣжемъ состояніи. По всей вѣроятности, мы имѣемъ здѣсь уже сильно обогащенныя водою слюды (промежуточныя кислыя соли).

Роговыя обманки. Зерна ихъ обыкновенно окрашены въ различные оттѣнки зеленыхъ цвѣтовъ, иногда они почти черныя. Часто имѣютъ болѣе или менѣе ясную столбчатую форму. При раздавливаніи зерна на предметномъ стеклѣ въ каплѣ воды, оно распадается на призматическіе осколки, обнаруживающіе явственный плеохроизмъ. Послѣдній мало замѣтенъ въ свѣтло-зеленыхъ разностяхъ (лучистый камень) и наиболѣе ясенъ въ темно-зеленыхъ и буровато-зеленыхъ. Уголъ погасанія или меньше 10^0, или между 13 и 18^0. Безцвѣтныя роговыя обманки (антофиллитъ, жедритъ) встрѣчаются рѣже. Въ группѣ тяжелыхъ минераловъ почвы роговыя обманки вообще играютъ видную роль (Сѣв. Россія, Голландія).

Авгиты. Отличаются отъ роговыхъ обманокъ большими углами погасанія (36—55°). Цвѣта измѣняются въ зависимости отъ химическаго состава (безцвѣтный, зеленый, буроватый). Поляризаціонные цвѣта выше, чѣмъ у роговыхъ обманокъ, плеохроизмъ же значительно слабѣе. Кислоты, какъ и на роговыя обманки, дѣйствуютъ слабо. Встрѣчаются, по крайней мѣрѣ въ почвахъ сѣверной Россіи, повидимому, значительно рѣже роговыхъ обманокъ.

Гранаты. Довольно распространеннымъ минераломъ изъ этой группы является альмандинъ. Обычно встрѣчается въ видѣ свѣтло-розовыхъ прозрачныхъ зеренъ. Подъ микроскопомъ осколки зеренъ почти безцвѣтны. Благодаря высокому показателю преломленія, даютъ рѣзкій рельефъ. Чаще всего изотропны. Послѣ сплавленія разлагаются соляной кислотой.

Эпидотъ. Безцвѣтный или свѣтло-желтый, рѣдко желтый, свѣтло-зеленый или бурый. Показатель преломленія высокій и поэтому рельефъ рѣзкій. Поляризаціонные цвѣта очень яркіе. Плеохроизмъ у слабо окрашенныхъ разностей почти незамѣтенъ. По длинному протяженію кристалловъ погасаетъ прямо (по трещинамъ спайности, параллельнымъ (001) уголъ погасанія чаще 2—8°, но бываетъ и больше). Соляная кислота разлагаетъ лишь послѣ прокаливанія.

Титанитъ. Безцвѣтный до бѣлаго, иногда желтоватый и красноватый, по большей части мало прозрачный. При свѣтлой окраскѣ плеохроизмъ едва замѣтенъ. Показатель преломленія очень высокій, вслѣдствіе чего рельефъ необыкновенно рѣзкій. Разлагается сѣрной кислотой; растворъ отъ прибавленія перекиси водорода становится оранжево-желтымъ. Поляризаціонные цвѣта не выше, чѣмъ у кварца.

Хлориты. встрѣчаются въ видѣ свѣтло- или темно-зеленыхъ листочковъ, просвѣчнвающихъ. Показатель преломленія немного выше, чѣмъ у канадскаго бальзама, почему рельефъ не рѣзкій. Плеохроизмъ перпендикулярно спайнымъ пластинкамъ слабъ, а поляризаціонные цвѣта не высоки. Отчасти разлагаются холодной крѣпкой соляной кислотой съ выдѣленіемъ студенистаго кремнезема.

Турмалинъ. Обыкновенно въ видѣ мелкихъ кристалликовъ призматической формы. Цвѣтъ желтый, бурый, зеленый, изрѣдка фіолетовый. Рѣзкая абсорбція обыкновеннаго луча. Показатель преломленія высокій, поляризаціонные цвѣта ярки. Кислоты не дѣйствуютъ.

Магнетитъ. Зерна его легко отбираются при помощи простого магнита. Они имѣютъ черный цвѣтъ, металлическій синеватый блескъ въ отраженномъ свѣтѣ. Иногда встрѣчаются хорошо образованные октаэдры (красноземы окрестностей Чаквы въ Закавказьѣ). Наряду съ магнетитомъ встрѣчается и титаномагнетитъ, черный, матовый, въ видѣ

зеренъ. Отъ магнетита легко отличается по удѣльному вѣсу: у магнетита удѣльный вѣсъ 5,1—5,2, у титаномагнетита—4,6—4,8.

Лимонитъ образуетъ охристо-желтые, желто-бурые и пр. аггрегаты, обыкновенно окутывающіе другія минеральныя зерна почвы. Дѣйствіемъ соляной кислоты, особенно при нагрѣваніи, переводится въ растворъ, при чемъ освобождаются тѣ зернышки, къ которымъ онъ былъ примѣшанъ.

Турьитъ. Имѣетъ широкое распространеніе въ красноцвѣтныхъ почвахъ тропическихъ и субтропическихъ областей (въ Россіи въ краснозёмахъ Чаквы). Нѣкоторыми изслѣдователями ошибочно принимался за красный желѣзнякъ. Имѣетъ красный цвѣтъ и, подобно лимониту, окутываетъ и проникаетъ зерна и аггрегаты другихъ минераловъ. Легко растворяется въ соляной кислотѣ.

Другіе гидраты окиси желѣза (гетитъ, ксантосидеритъ) встрѣчаются рѣже.

Рутилъ. Попадается въ видѣ мелкихъ свѣтло-желтыхъ кристалловъ, обычно продолговатой, иногда овальной формы. Показатель преломленія очень высокъ, почему рельефъ чрезвычайно рѣзкій. Двупреломленіе настолько велико, что даже въ мельчайшихъ кристаллахъ появляются цвѣта высшихъ порядковъ (синевато-стально-сѣрый). Погасаютъ параллельно длинному размѣру. Иногда является въ почвахъ въ видѣ колѣнчатыхъ двойниковъ.

Апатитъ. Встрѣчается въ видѣ безцвѣтныхъ зеренъ, но иногда и окрашенныхъ въ желтоватые и буроватые оттѣнки. Въ окрашенныхъ разностяхъ ясный плеохроизмъ. Абсорбція болѣе значительная для необыкновеннаго луча, чѣмъ для обыкновеннаго (отличіе отъ турмалина). Двупреломленіе небольшое, почему поляризаціонные цвѣта не высоки. Растворяется въ кислотахъ и въ растворѣ молибденовый аммоній даетъ желтый осадокъ.

Кальцитъ. Показатель преломленія не великъ и рельефъ въ канадскомъ бальзамѣ не особенно рѣзокъ. Двупреломленіе значительное и поляризаціонные цвѣта ярки. Въ соляной кислотѣ на холоду растворяется съ выдѣленіемъ углекислоты. Не мѣняетъ цвѣта при кратковременномъ кипяченіи порошка его съ растворомъ азотнокислаго кобальта, въ отличіе отъ арагонита, который при этихъ условіяхъ принимаетъ синевато-фіолетовую окраску.

Доломитъ. По оптическимъ признакамъ сходенъ съ кальцитомъ, но труднѣе растворяется въ холодной HCl. Смѣсь уксусной кислоты и фосфорнокислаго аммонія дѣйствуетъ съ выдѣленіемъ углекислоты, но вскорѣ реакція прекращается, ибо на поверхности образуется пленка амміачно-магнезіальной соли.

Еще рѣже перечисленныхъ минераловъ встрѣчаются цирконъ, анатазъ, талькъ, серпентинъ, діаспоръ, дистенъ, ставролитъ (послѣдній въ почвахъ сѣверной Россіи не рѣдокъ).

Большинство указанныхъ минераловъ, за исключеніемъ кварца и полевыхъ шпатовъ, осѣдаетъ въ бромоформѣ въ первыхъ же фракціяхъ.

Если желательно изучить химическій составъ почвообразующихъ менераловъ, а это всегда интересно по отношенію къ наиболѣе распространеннымъ минераламъ, каковы полевые шпаты, роговыя обманки, слюды, гранаты, приходится имѣть дѣло съ большими количествами почвъ. Какъ видно изъ приводимыхъ ниже данныхъ, относящихся къ почвамъ Псковской губ., тяжелыхъ минераловъ въ почвахъ содержится въ среднемъ около 1% (оговариваемся, что такое содержаніе обычно для почвъ сѣверной Россіи, лежащихъ на ледниковыхъ наносахъ, и можетъ рѣзко измѣняться въ другихъ мѣстахъ, а особенно въ почвахъ, получающихся непосредственно изъ кристаллическихъ породъ), при чемъ главную роль играютъ роговыя обманки, гранаты и отчасти слюды. Изъ сказаннаго ясно, что нужно употребить отъ 200 до 300 грамм. почвы, чтобы набрать для анализа достаточное количество тяжелыхъ минераловъ. Для полученія требуемыхъ количествъ полевыхъ шпатовъ почвы нужно много меньше, такъ какъ полевыхъ шпатовъ въ нашихъ почвахъ довольно много.

Обратимся къ разсмотрѣнію петрографическаго анализа нѣсколькихъ псковскихъ почвъ (см. таблицы).

Приведенныя цифры ясно показываютъ, что тяжелыхъ минераловъ въ составѣ почвеннаго скелета содержится немного. Единственнымъ исключевіемъ является почва № 2, которая оказалась богатой преимущественно гидратами окиси желѣза.

Что касается кварца, то еще Лауферомъ и Ваншаффе (10) было отмѣчено, что количество его повышается по мѣрѣ уменьшенія размѣровъ частицъ. То же впослѣдствіи было указано и Заббаномъ (17). Повидимому, однако, это обобщеніе требуетъ извѣстной поправки въ томъ смыслѣ, что увеличеніе количества кварца наблюдается только до опредѣленнаго размѣра зеренъ, повидимому, до 0,05, а иногда, можетъ быть, между 0,25 и 0,05 (см. нижеприводимыя таблицы, а также два анализа Трусова (23). Среди зеренъ меньшаго размѣра количество кварца вновь понижается, о чемъ уже была рѣчь въ главѣ о вывѣтриваніи, при обсужденіи результатовъ работъ Гильгера и Шютце (см. стр. 134).

Названіе почвъ и размѣръ зеренъ.	1. Тяжелые минералы.	2. Минералы изъ срострки съ уд. в. ок. 2,7.	3. Кварцевая группа.	4. Кварцево-полевошпатов. группа.	5. Группа съ преоблад. полев. шпат.	6. Болѣе легкіе ингредіен.
№ 1. Супесь.						
2 мм.	1,31	2,85	70,17	12,93	9,43	— —
1 мм.	0,51	1,53	77,69	10,25	6,92	1,29
0,5 мм.	0,85	0,61	85,27	7,85	4,90	0,71
0,25 мм.	1,16	0,77	78,94	8,98	5,68	1,55
Среднее . .	0,96	1,44	78,01	10,00	6,73	0,9
№ 2. Легкій суглин.						
2—1 мм.	8,54	34,615	56,41	—	—	—
1—0,5 мм.	0,77	2,30	85,38	—	9,61	—
0,5—0,25 мм. . . .	4,55	15,85	80,15		5,79	—
Среднее . .	4,62	17,58	73,98	—	—	—
№ 3. Глинисто-гравельный песокъ.						
2—1 мм.	1,91	3,35	56,93	23,92	13,40	1,43
1—0,5 мм.	0,34	1,04	67,70	18,05	12,84	—
0,5—0,25 мм. . . .	0,394	1,37	95,36	—	2,26	—
Среднее . .	0,88	1,92	73,33	13,99	9,5	0,48
№ 4. Суглино-супесь.						
2—1 мм.	0,7	4,16	76,38	12,5	—	5,55
1—0,5 мм.	2,27	3,40	80,68	11,36	—	3,40
0,5—0,25 мм. . . .	0,735	2,94	82,14	10,50	—	1,47
Среднее . .	1,235	3,5	79,73	11,15	-	3,47
№ 5. Легкій суглинокъ.						
2—1 мм.	1,40	3,73	69,15	26,16	—	—
1—0,5 мм.	0,64	1,92	74,35	18,05	-	—
0,5—0,25 мм. . . .	0,99	0,82	86,40	11,27	-	—
0,25—0,05 мм. . . .	0,65	0,326	86,27	10,45		0,326
Среднее . .	0,92	1,70	79,04	16,48	—	0,081
№ 6. Средній суглинокъ.						
2—1 мм.	1,40	6,54	70,0	22,83	-	—
1—0,5 мм.	1,11	1,92	81,11	16,66	—	—
0,5—0,25 мм. . . .	1,14	1,51	81,06	17,04	—	—
Среднее .	1,22	3,32	77,39	18,84	—	—
№ 7. Тяжелый суглинокъ.						
2—1 мм.	0,26	5,98	69,82	23,93	—	—
1—0,5 мм.	0,61	4,36	74,03	20,96	—	—

Всѣ приведенныя данныя относятся къ почвамъ подзолистаго типа. Для чернозема Рязанской губ. мы располагаемъ слѣдующимъ анализомъ Трусова (24).

	Діам. част.	Тяжелые минералы.			Кварцев. гр.	Полевошп.	Болѣе легкіе минер.
		уд. в. >3,2	3,2—2,79	2,79—2,67	2,67—2,6	2,6—2,5	2,5—2,4 < 24,
Гор. А. .	>0,25 мм.	2,66	0,97	0,97	90,18	1,7	0,36
Гор. С. .		0,32	0,9	3,6	89,56	3,78	0,03
Гор. А. .	0,05—0,01		3,89			96,11	
Гор. С. .		5,42		0,24		94,34	

Тяжелые минералы, согласно выводамъ Заббана, также увеличиваются въ количествѣ, по мѣрѣ уменьшенія размѣровъ зерна, это заключеніе вполнѣ вѣроятно на основаніи всего того, что намъ извѣстно о процессахъ вывѣтриванія.

Фогель фонъ Фалькенштейнъ и Шнейдерхёнъ (25) изучали петрографическій характеръ дюнныхъ песковъ въ окрестностьяхъ Эберсвальде съ количественной стороны, а также пытались выяснить вопросъ, насколько минералы верхнихъ почвенныхъ горизонтовъ больше вывѣтрѣлись, чѣмъ минералы материнской породы. Результаты изслѣдованій сведены въ таблицѣ на стран. 202.

Изъ таблицы можно усмотрѣть, что наибольшему вывѣтриванію подверглись известковые алюмосиликаты, меньшему — калійные и магнезіальные.

Чтобы закончить съ составомъ почвеннаго скелета, укажемъ еще на одно интересное наблюденіе, хотя и не относящееся къ почвамъ, но имѣющее значеніе и для почвовѣда. Изслѣдованіе Шредеромъ фанъ-деръ-Кольком ъ (18) голландскихъ песковъ привело его, между прочимъ, къ слѣдующимъ выводамъ: въ ледниковыхъ пескахъ среди группы тяжелыхъ минераловъ роговая обманка преобладаетъ надъ гранатами, а въ пескахъ аллювіальныхъ наблюдается обратное отношеніе.

Составъ почвеннаго мелкозема.

Минералогическій составъ почвеннаго мелкозема представляетъ большой интересъ, такъ какъ въ немъ сосредоточиваются преимущественно и новообразованія, и остатки вывѣтриванія, т. е. то, что составляетъ массу вторичныхъ минераловъ почвы. Къ сожалѣнію, почвенный илъ очень мало поддается микроскопическому изученію, и изолировать изъ него возможно иногда лишь только тяжелые минералы съ помощью центрифугированія. Въ этомъ илѣ сосредоточивается и значительное количество гумуса, который можетъ быть удаленъ окончательно только путемъ прокаливанія, т. е. операціи, которая сильно измѣняетъ многіе минералы.

Составить нѣкоторое представленіе о составѣ почвеннаго ила можно, главнымъ образомъ, съ помощью химическаго изслѣдованія, которое приводитъ къ убѣжденію, что въ массѣ ила, на ряду съ вторичными обра-

Фракціи по уд. в.	Материнская порода С.						Суммы отдѣльн. минерал.			Почвенные горизонты А.					
	1	2	3	4	5	6	С.		А.	1	2	3	4	5	6
							%	Содерж.	%						
Плагіоклазъ	0,41	2,80	9,55	0,10	–	—	12,86	Ca	9,16	0,57	4,03	4,54	0,02	—	—
Ортоклазъ	3,18	2,11	6,40	0,15	—	—	11,84	K.	10,62	5,42	5,11	—	0,09	—	—
Микроклинъ	1,53	1,40	—	—	—	—	2,93		2 84	2,84	—	—	—	—	—
Хлоритъ	—	—	—	0,11	—	—	0,11	Mg	0,06	—	—	—	0,06	—	—
Роговая обм.	—	—	—	—	0,25	0,12	0,37		0,35	—	—	—	—	0,23	0,12
Авгитъ	—	—	—	—	0,03	—	0,03	и	0,04	—	—	—	—	0,04	—
Руды	—	—	—	—	—	0,28	0,28	Fe	0,26	—	—	—	—	—	0,26
Апатитъ	—	—	—	—	0,06	—	0,06	P	0,03	—	—	—	—	0,03	—
Гранатъ	—	—	—	—	—	0,18	0.18		0,17	—	—	—		—	0,17
Титанитъ	—	—	—	—	—	0,03	0,03		0,03	—	—	—	—	—	0,03
Мусковитъ и біотитъ . .	—	—	—	—	—	0,02	0,02		0,02	—	—	—	0,02	—	—
Кварцъ	—	7,74	63,55	—	—	—	71,29		76,42	2,48	21,82	51,12	—	—	—
							100,00	Сумма	100,00						

зованіями, каковыми являются гидраты окиси желѣза, окислы марганца, гидраты окиси алюминія, можетъ быть нѣкоторые магнезіальные, алюмосиликаты, вещества гумуса и пр., существуютъ еще и мельчайшія частички первичныхъ минераловъ или, по крайней мѣрѣ, промежуточныхъ продуктовъ распада.

Какъ измѣняется химическій составъ иловатыхъ частицъ по мѣрѣ уменьшенія ихъ діаметра, видно изъ нижеприведенныхъ данныхъ Пухнера (15) [1]), относящихся къ почвѣ на третичной глинѣ (I) и почвѣ на лессѣ (II). Къ какому типу почвообразованія относятся эти почвы, въ точности неизвѣстно, но нужно думать, что къ подзолистому. Изъ анализовъ Пухнера ясно, что по мѣрѣ уменьшенія размѣровъ иловатыхъ частицъ, послѣднія довольно рѣзко бѣднѣютъ кремнеземомъ и не менѣе рѣзко обогащаются гумусомъ, полуторными окислами и окислами марганца. Количество основаній нѣсколько, а иногда и замѣтно понижается. Во второй почвѣ известь въ значительной мѣрѣ присутствуетъ въ видѣ углекальціевой соли.

		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	Mn_3O_4	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	Гумусъ.	Сумма.
I.	0,01	87,51	1,63	2,49	сл.	сл.	0,39	4,14	2,35	0,03	0,74	99,28
	0,005	72,08	15,20	5,14	0,70	„	1,42	1,02	2,29	0,08	1,48	99,41
	0,0015	63,22	20,48	8,95	1,10	0,04	1,08	0,12	2,01	0,08	2,00	99,08
	< 0,0015	51,05	27,76	12,50	3,65	сл.	0,15	0,01	1.18	0,19	3,32	99,81
II.	0,01	71,45	7,28	3,77	1,54	7,23	2,41	0,81	3,25	0,15	0,11	98,00
	0,005	63,95	14,20	4,98	1,88	6,28	2,08	0,70	3,05	0,12	0,76	98,00
	0,0015	59,40	19,41	6,86	1,94	4,09	1,45	0,67	3,02	0,17	0,89	97,85
	< 0,0015	50,23	29,97	9.85	2,79	3,39	1,19	0,56	2,48	0,03	1,97	102,46

Изъ данныхъ Лауфера и Ваншаффе (10) мы вправѣ заключить, что среди иловатыхъ частицъ почвы находятся и первичные минералы. Эти изслѣдователи анализировали илъ ледниковаго мергеля и затѣмъ приготовляли изъ этого ила солянокислую вытяжку. Результаты получились слѣдующіе:

	Валов. составъ.	Вытяжка.
Al_2O_3	16,64 %	1,60%
Fe_2O_3	6,38 [2])	0,75
K_2O	3,38	0,08
Na_2O	2,38	сл.
MgO	1,15	0,48

Эти цифры даютъ возможность заключить, что щелочи и щелочныя земли находятся въ илѣ въ трудно растворимомъ состояніи. Содержаніе желѣза преимущественно въ видѣ закиси и слабая его раствори-

[1]) По тому же вопросу см. также Рудзинскій. Изв. Моск. С.-Хоз. Инст., т. IX, 1903 и Жолцинскій. Журн. Оп. Агр. 1908, кн. 2.

[2]) Fe находится, главнымъ образомъ, въ видѣ закиси.

мость тоже говорятъ въ пользу присутствія первичныхъ минераловъ (гранаты, роговыя обманки, авгиты и пр.).

Мы располагаемъ и другими даиными, позволяющими сдѣлать аналогичные выводы. Извѣстно, напримѣръ, что, послѣ предварительнаго, даже слабаго, прокаливанія, гранаты и роговыя обманки, въ сыромъ видѣ не разлагающіеся соляной кислотой, легко уступаютъ дѣйствію этого реактива. Извѣстно также, что каолинитъ, послѣ слабаго прокаливанія, легко растворяется въ крѣпкомъ растворѣ ѣдкой щелочи (Земятченскій, 20). Слѣдовательно, если слабо прокалеиный почвенный илъ подвергнуть послѣдовательно дѣйствію растворовъ ѣдкаго кали и соляной кислоты, то можно вытянуть изъ иего всю химическую глину, всѣ окислы желѣза и глинозема, а также и желѣзисто-магнезіальные силикаты (или, по крайней мѣрѣ, значительную ихъ часть). Въ остаткѣ отъ этихъ обработокъ должны получиться кварцъ, мусковитъ, ортоклазъ и такіе мипералы, на которые означенные реактивы совсѣмъ не дѣйствуютъ (рутилъ, турмалиив, цирконъ и пр.) [1]). По количеству этого остатка можно судить о томъ, какую роль первичные минералы играютъ въ составѣ почвеннаго ила, какъ и вообще ила многихъ глиив. Для сужденія объ этомъ вопросѣ мы располагаемъ слѣдующими данными (9).

При обработкѣ весьма пластичной красной девонской глины указаннымъ способомъ получилось 45,28% совершенно бѣлаго остатка, содержавшаго калійные алюмосиликаты (ортоклазъ, мусковитъ), а также рутилъ и турмалинъ. Такая же обработка ила изъ почвенныхъ горизонтовъ валунной глины (частицы 0,01—0,005 мм.) Псковской губерніи дала 37,65% бѣлаго остатка приблизительно того же состава. Наконецъ, изслѣдованіе по тому же способу частицъ мельче 0,005 мм. діаметромъ дало 11,8% остатка. Всѣ эти данныя достаточно ясно говорятъ въ пользу присутствія среди иловатыхъ частицъ почвы различныхъ первичиыхъ минераловъ.

Считаемъ необходимымъ оговориться, что въ группу „первичныхъ минераловъ“ мы здѣсь относимъ и тѣ промежуточныя кислыя соли, которыя получаются при вывѣтриваніи силикатовъ и алюмосиликатовъ. Такъ какъ при превращеніи въ кислыя соли силикаты и алюмосиликаты раздробляются въ то же время механически, образуя иногда тончайшія недѣлимыя, въ чемъ мы неоднократно убѣждались при изученіи вывѣтриванія слюдъ, авгитовъ и цеолитовъ, то трудно сомнѣваться въ томъ, что значительиая часть такихъ кислыхъ солей попадетъ именно въ группу иловатыхъ частицъ.

---

[1] О рутилѣ и цирконѣ въ глинахъ см. Teall. Neues Jahrb. f. Mineral. 1889, II, 442 (рефер.). Hutchings. Geolog. Magaz. (3), 8, 1891. Mac Mahon. Ibidem.

Литература.

1. Berendt, G. Die Umgegend von Berlin. Abh. zur geolog. Spezialkarte von Preussen. Bd. II, H. 3, 1877.
2. Biéler-Chatelan. Bull. Soc. nat. d'agriculture de France, 1906.
3. Cayeux. Comptes rendus, 1905, 140, 1270.
4. Delage et Lagatu. Constitution de la terre arable. — Monpellier, 1905.
5. „ „ et Sicard. Etude analyt. des terres arables formées par le schiste sericiteux granulitisé, 1907.
6. Dumont. Comptes rendus, 1904, CXXXVIII, p. 215.
7. Farsky, F. Prager landw. Wochenbl., 8. Jahrg., 1877, p. 35.
8. Глинка, К. Петрографич. характеръ Новоржевскихъ и Великолуцкихъ почвъ. — Зап. Ново-Александр. Инст. С. Х. и Лѣсов., т. XI, вып. 2, 1898.
9. — Къ вопросу о видныхъ алюмосиликатахъ и глинахъ. Тамъ-же. 1899.
10. Laufer u. Wahnschaffe. Untersuchungen des Bodens der Umgegend Berlins. — Abhand. zur geolog. Spezialkarte von Preussen. Bd. III, H. 2.
11. Luedecke. Zeitschr. f. Naturwissensch., Bd. 65, H. 4 u. 5, 1892.
12. Meunier, St. Annales agronom. Avril, 1877.
13. Orth, A. Die geognostisch-agronom. Kartierung etc. 1875.
14. — Tageblatt d. Naturforscher-Versamml. zu Cassel, 1878, p. 249.
15. Puchner, H. Landw. Versuchst., 1907, 66, 463.
16. Retgers. Neues Jahrb. f. Mineralogie, 1895, Bd. I (литература).
17. Sabban. Mitt. aus d. grossherz. Mecklenb. Geolog. Landesanstalt, VIII, Rostok, 1897.
18. Schroeder v. d. Kolk. Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch., 1896, Bd. XLVIII. N. Jahrb. f. Mineralogie, 1895, I, 272—276.
19. Senft. Der Steinschutt und Erdboden, 1867.
20. Земятченскій. Каолинитовыя образованія южной Россіи, 1896.
21. Sigmont, A. Földtani közlöny, 1908, XXXVIII, 3—4, p, 220.
22. Steinriede. Anleitung zur mineralogischen Bodenanalyse, 1889.
23. Трусовъ. Матеріалы по изученію русскихъ почвъ. Вып. 20, 1911 г.
24. — „ „ „ „ „ Вып. 21, 1911 г.
25. Vogel von Falckenstein, K. u. Schneiderhöhn, H. Internat. Mitteil. für Bodenkunde. Bd. II, 1912, p. 204.
26. Wahnschaffe, F. Anleitung zur wissenschaftl. Bodenuntersuchung, 2. Aufl.
27. Weise, G. Landw. Versuchst. 1877, p. 1.
28. Вильямсъ. Изв. Петровской С.-Хоз. Академіи, 1893.

ГЛАВА IV.

Химическій составъ почвъ.

Изслѣдованіе химическаго состава почвъ можетъ преслѣдовать различныя цѣли: 1) комбинируя химическій анализъ съ минералогическимъ, возможно получить указанія на составъ минераловъ, слагающихъ почву: 2) изучая химическій составъ и свойства различныхъ горизонтовъ почвеннаго разрѣза, можно судить о характерѣ и направленіи процесса почвообразованія, т. е. разъяснить генезисъ того или иного почвеннаго типа, и, наконецъ, 3) изслѣдуя химическій составъ почвъ, можно способствовать выясненію исторіи различныхъ элементовъ въ земной корѣ.

Почвовѣды, въ громадномъ большинствѣ случаевъ, занимались лишь второй изъ перечисленныхъ задачъ, и это понятно, такъ какъ съ того времени, когда сдѣлалось яснымъ, что процессы почвообразованія протекаютъ различно при различныхъ внѣшнихъ условіяхъ, мысль изслѣдователей была направлена на то, чтобы установить различіе этихъ процессовъ въ различныхъ почвенныхъ типахъ. Но само собой разумѣется, что и двухъ другихъ задачъ не слѣдуетъ забывать, на что уже обращалъ вниманіе почвовѣдовъ акад. Вернадскій (4). По его мнѣнію въ почвахъ, кромѣ P, Ti, C и N, должно увеличиваться, по сравненію съ горными породами, содержаніе Mn, V, F, повидимому Li, Zr, U и Th. Онъ обращаетъ также вниманіе на необходимость искать въ почвахъ Rb, такъ какъ послѣдній входитъ въ составъ полевыхъ шпатовъ и слюдъ, найденъ въ составѣ морской и озерной воды, находится, наконецъ, въ золѣ растеній, особенно свеклы. На ряду съ этимъ онъ ставитъ вопросъ и о цезіи, талліи (5).

Въ литературѣ имѣются нѣкоторыя указанія и на другіе элементы, обычно не опредѣляемые почвеннымъ анализомъ, а именно Ba, As. Такъ, напримѣръ, по даннымъ Failyer'a (1) во всѣхъ изслѣдованныхъ имъ почвахъ (50 образцовъ) оказался барій, максимальное содержаніе котораго достигало 0,11%. Headden (3) и Грунеръ (2) говорятъ о нахожденіи мышьяка въ почвахъ. По даннымъ послѣдняго, въ почвахъ Рейхенберга въ Силезіи опредѣлялось отъ 0,026 до 1,426% мышьяка въ верхнихъ горизонтахъ. По мѣрѣ углубленія, количество мышьяка падало. Повидимому, и мышьякъ, тамъ, гдѣ онъ находится въ составѣ земной коры, способенъ накопляться въ горизонтахъ вывѣтриванія.

Если резюмировать извѣстные намъ до сихъ поръ факты о химическомъ составѣ почвъ, то окажется, что въ почвахъ могутъ быть найдены слѣдующіе элементы: *H*, Li, Na, K, Rb, Mg, Ca, *Ba*, *Al*, Tl, *C*, Si, *Ti*, *Zr*, *Th*, *N*, *P*, *V*, *As*, *O*, S, *U*, *F*, Cl, *Mn*, *Fe*. Курсивомъ обозначены тѣ изъ нихъ, которые могутъ накопляться въ почвахъ или потому, что они входятъ въ составъ органическаго вещества, или потому, что даютъ въ качествѣ конечныхъ продуктовъ распада такія соединенія, которыя отличаются малой подвижностью при условіяхъ, существующихъ въ поверхностныхъ горизонтахъ земной коры. Съ этой точки зрѣнія возможность накопленія Li представляется намъ мало вѣроятной, хотя онъ и входитъ въ составъ золы нѣкоторыхъ растеній, напримѣръ, табака и хотя соли его отличаются меньшей растворимостью, чѣмъ соли K и Na. Кремній мы не отмѣтили въ качествѣ накопляющагося элемента, ибо извѣстны случаи, когда вывѣтривающіяся породы теряютъ кремнеземъ.

Перечисленные элементы встрѣчаются въ слѣдующихъ соединеніяхъ:

Водородъ — въ водѣ, гумусѣ, гидратахъ, кислыхъ соляхъ, въ томъ числѣ и силикатахъ.

Литій — въ силикатахъ, вѣроятно въ золѣ гумуса.

Натрій, кромѣ силикатовъ и алюмосиликатовъ, распространенъ въ видѣ NaCl, глауберовой соли, соды (Na_2CO_3 и $NaHCO_3$) и селитры.

Калій входитъ въ составъ алюмосиликатовъ (полевые шпаты, слюды), но встрѣчается и въ видѣ растворимыхъ солей, каковы KCl K_2CO_3, K_2SO_4, KNO_3.

Рубидій встрѣчается вмѣстѣ съ каліемъ въ алюмосиликатахъ, можетъ, повидимому, встрѣчаться и въ видѣ солей (RbCl).

Магній чаще находится въ составѣ силикатовъ и алюмосиликатовъ, чѣмъ въ видѣ легко растворимыхъ солей. Изъ послѣднихъ чаще другихъ встрѣчается $MgCO_3$, рѣже $MgSO_4$ (водныя соли), $MgCl_2$, $(NH_4Mg)\ PO_4 . 6\ H_2O$.

Кальцій особенно распространенъ въ видѣ болѣе или менѣе подвижныхъ солей, хотя входитъ и въ составъ силикатовъ и алюмосиликатовъ. Изъ солей чаще другихъ встрѣчается въ почвахъ $CaCO_3$, гипсъ и различныя фосфорнокислыя соли. Фосфаты извѣстны въ видѣ апатита, въ видѣ солей: основной — $Ca_3(PO_4)_2$, средней — $CaHPO_4$ и кислой — $Ca(H_2PO_4)_2$. Послѣдняя можетъ существовать въ почвѣ только временно; вступая въ реакцію съ $CaCO_3$ и $Ca_3(PO_4)_2$, она даетъ среднюю соль:

$$Ca(H_2PO_4)_2 + CaCO_3 = 2\,CaHPO_4 + CO_2 + H_2O$$
$$Ca(H_2PO_4)_2 + Ca_3P_2O_8 = 4\,CaHPO_4$$

Въ тоже время:

$$Ca_3P_2O_8 + CO_2 + H_2O = 2\,CaHPO_4 + CaCO_3$$

Рѣже кальцій встрѣчается въ видѣ солей: $CaCl_2$, $Ca(NO_3)_2$, CaF_2 и CaC_2O_4.

Барій входитъ въ составъ алюмосиликатовъ, но встрѣчается, быть можетъ, и въ видѣ $BaSO_4$ или $BaCO_3$.

Алюминій — въ видѣ Al_2O_3 встрѣчается въ корундѣ, который рѣдокъ; чаще встрѣчаются гидраты глинозема. Нѣкоторая часть Al встрѣчается въ составѣ алюминатовъ, значительная часть входитъ въ составъ алюмосиликатовъ (между прочимъ, глины). Наконецъ, можетъ встрѣчаться и въ видѣ солей, каковы, напримѣръ, $Al_2(SO_4)_3$, $AlPO_4$.

Углеродъ — входитъ въ составъ гумуса, углекислыхъ, щавелевокислыхъ и иныхъ солей органическихъ кислотъ.

Кремній — въ видѣ кремнезема, представленнаго чаще всего кварцемъ, рѣже другими полиморфными разностями. Гидраты кремнезема встрѣчаются, но не играютъ существенной роли. Значительная часть опредѣляемаго анализомъ кремнезема входитъ въ составъ силикатовъ и алюмосиликатовъ.

Титанъ чаще всего встрѣчается въ видѣ TiO_2 (рутилъ, м. б. анатазъ), но входитъ въ составъ и болѣе сложныхъ соединеній (изеринъ, ильменитъ, сфенъ и нѣкоторые алюмосиликаты).

Цирконій входитъ въ составъ циркона, очень трудно разлагаемаго минерала.

Азотъ, — кромѣ гумуса, входитъ въ составъ амміачныхъ, азотисто — и азотнокислыхъ солей.

Фосфоръ, кромѣ упомянутыхъ уже фосфорнокислыхъ соединеній, находится и въ составѣ гумуса.

Кислородъ, какъ видно изъ предыдущяго, входитъ въ составъ разнообразныхъ минеральныхъ соединеній; онъ же находится въ гумусѣ, водѣ.

Сѣра встрѣчается въ сѣрнистыхъ и сѣрнокислыхъ соединеніяхъ. О послѣднихъ была рѣчь выше, а первыя чаще всего представлены FeS и FeS_2. Сѣра входитъ также въ составъ органическихъ веществъ почвы.

Фторъ встрѣчается въ алюмосиликатахъ и фтористыхъ соляхъ, а также во фторъ-апатитѣ.

Хлоръ — въ видѣ хлористыхъ солей, иногда и въ алюмосиликатахъ.

Марганецъ является въ видѣ окисловъ и гидратовъ, а также входитъ въ составъ силикатовъ.

Желѣзо — въ видѣ безводной окиси въ почвахъ находится рѣдко, очень часто въ видѣ разнообразныхъ гидратовъ окиси, въ окис-

номъ состояніи входитъ въ составъ шпинелей, въ магнетитѣ — закись и окись. Очень распространено въ составѣ силикатовъ, алюмо- и феррисиликатовъ. Образуетъ соли: $FePO_4$, $Fe_2(SO_4)_3$, $FeSO_4.7\,H_2O$, $FeCO_3$, $Fe_3(PO_4)_2$. $8\,H_2O$ и проч.

Na, K, (Rb), Mg, Ca, Al, Si, Mn и Fe находятся также и въ золѣ гумуса.

Литература.

1. Failyer, G. H. U. S. Depart. Agric. Bur. of Soils, Bull. № 72, 5 23,
2. Gruner, H. Landw. Jahrbücher, 1911, 40, 517—557.
3. Headden, Wm. P. Proc. of the Colorado Scientif. Soc. 1910, 345—360.
4. Вернадскій, В. „Почвовѣдѣніе“, 1910, № 3.
5. Вернадскій, В. „Почвовѣдѣніе“, 1913, № 2—3.
6. Sanderson, J. C. Physik. Zeitschr., XIII, 1912 (Sillim. Journ. (4), 32, 169—184, 1911).

Глава V.

Физическія свойства почвъ.

Удѣльный вѣсъ. Уд. вѣсъ почвы является признакомъ, дающимъ до нѣкоторой степени указаніе на составъ ея первичныхъ минераловъ. Эти послѣдніе, какъ мы видѣли, довольно разнообразны, и уд. вѣсъ изъ неодинаковъ. Для наиболѣе распространенныхъ минераловъ опредѣляются слѣдующія величины:

Кварцъ	2,65
Ортоклазъ	2,54—2,57
Плагіоклазы	2,67—2,74
Каолинитъ	2,6—2,63

Такъ какъ преобладающимъ элементомъ большинства почвенныхъ массъ умѣренныхъ широтъ является кварцъ, къ которому иногда въ замѣтныхъ количествахъ примѣшиваются полевые шпаты, то можно было думать, что уд. вѣса большинства почвъ будутъ колебаться около 2.6. Но почва состоитъ не только изъ минеральныхъ, а и изъ органическихъ и органоминеральныхъ веществъ, уд. вѣсъ которыхъ не превышаетъ 1.4. Слѣдовательно, уд. вѣса гумусовыхъ горизонтовъ почвы, если гумуса много, должны имѣть меньшія величины. Въ почвахъ богатыхъ гумусомъ его присутствіе компенсируется группой тяжелыхъ минераловъ, уд. вѣса которыхъ нерѣдко выше 3, а иногда и 4:

Мусковитъ	2,76—3,0
Біотитъ	2,7—3,1
Рогов. обм. и авгиты . . .	2,9—3,4
Гранаты	3,15—4,3
Лимонитъ	3,5—3,95
Турьитъ	3,54—3,74

Значительная примѣсь этихъ и нѣкоторыхъ другихъ минераловъ (магнетитъ, изеринъ, ильменитъ) можетъ отозваться иногда довольно существенно на удѣльномъ вѣсѣ почвы.

Приведемъ нѣсколько цифровыхъ данныхъ, относящихся къ поверхностнымъ горизонтамъ русскихъ почвъ.

Тяжелый подзолистый суглинокъ	2,65
Средній	2,65
Легкій	2,64
Черноземъ съ 10,3% гумуса	2,37
„ меньшимъ колич. гум. . . .	2,4—2,5

У нѣкоторыхъ скелетныхъ почвъ, особенно произошедшихъ изъ габбро и базальта, опредѣлялись и болѣе высокіе удѣльные вѣса (2,8—3,0).

Абсолютный и кажущійся удѣльный вѣсъ почвы. Абсолютнымъ вѣсомъ почвы называютъ вѣсъ опредѣленнаго ея объема (вмѣстѣ съ воздушными порами). Если отнести этотъ вѣсъ къ вѣсу равнаго объема воды, то получается кажущійся удѣльный вѣсъ. Представленіе объ этихъ величинахъ могутъ дать нижеслѣдующія данныя:

	Абсол. вѣсъ (1 литръ въ грам.).	Кажущійся уд. в.
Грубозернистая песчаная почва . . .	1800	1,80
Тонкозернистая	1660	1,66
Подзолистый лессовидн. суглин. . . .	1240	1,24
Болотная песчаная почва	1160	1,16
Полуболотная иловато-суглин. почва	1150	1,15
Черноземъ полтавскій	1095—1183	1,095—1,183

Порозность (скважность) почвъ является результатомъ неплотнаго прилеганія частицъ почвы другъ къ другу, вслѣдствіе чего между ними остаются большей или меньшей величины промежутки или поры. Если представить себѣ, какъ это сдѣлалъ Флюгге (2), что почвенныя частицы имѣютъ видъ шаровъ одинаковаго размѣра, то въ опредѣленномъ объемѣ эти частицы могутъ быть расположены такъ, что объемъ промежутковъ между шарами будетъ наибольшій (рыхлое сложеніе), или наименьшій (плотное сложеніе). Въ первомъ случаѣ шары каждаго верхняго ряда будутъ соприкасаться съ шарами нижняго ряда верхушками, во второмъ — каждый шаръ верхняго ряда помѣщается въ промежуткѣ, образованномъ двумя шарами нижняго ряда. Вычисленіе показываетъ, что при наиболѣе рыхломъ сложеніи объемъ поръ долженъ равняться 47,64%, а при наиболѣе плотномъ — 25,95%. Такимъ образомъ, если бы частицы почвы дѣйствительно были шарообразными и имѣли одинаковые размѣры, то порозность почвенныхъ массъ колебалась бы между указанными предѣлами. На самомъ дѣлѣ частицы почвы имѣютъ и различные размѣры, и различную форму, почему непосредственное опредѣленіе порозности даетъ обыкновенно цифры, болѣе или менѣе сильно отличающіяся отъ теоретическихъ. Такъ, напримѣръ, изъ опредѣленій Шварца (4) мы имѣемъ для порозности различныхъ почвъ:

Болотная почва	84,0%
Песокъ	39,4
Суглинокъ	45,1
Глина	52,7

Одинаковыя величины, полученныя для порозности двухъ различныхъ почвъ, еще не служатъ указаніемъ на то, что обѣ почвы будутъ функціонировать одинаково: напримѣръ, одинаково пропускать воду, воздухъ и пр. Въ справедливости сказаннаго имъ убѣждаютъ нижеслѣдующія данныя Ренка (10).

	Размѣръ зеренъ въ мм.	Объемъ поръ	Давленіе воды въ мм.	Относит. проницаемость
1. Тонкій песокъ . . .	$< 0{,}3$	55,5	20	1
2. Средній песокъ . .	0,3—1	55,5	20	84
3. Грубый песокъ . .	1—2	37,9	20	961
4. Тонкій хрящъ . . .	2—4	37,9	20	5195
5. Средній хрящъ . .	4—7	37,9	20	11884

Приведенныя цифры наглядно показываютъ, что при одинаковомъ объемѣ поръ и одинаковомъ давленіи проницаемость почвы можетъ быть рѣзко различна. Отсюда слѣдуетъ, что, кромѣ количественнаго опредѣленія порозности, нужно имѣть въ виду и качество поръ. Въ одномъ случаѣ поръ можетъ быть больше, но размѣры ихъ меньше, въ другомъ — поръ мало, но объемы ихъ велики. Общій объемъ и въ томъ, и въ другомъ случаяхъ можетъ быть одинаковъ, и въ тоже время обѣ почвы будутъ функціонировать различно.

Съ увеличеніемъ числа зеренъ почвы будетъ возрастать, конечно, и число поръ, а размѣры ихъ будутъ соотвѣтственно убывать. Въ какомъ отношеніи находится число зеренъ почвы въ опредѣленномъ ея объемѣ къ размѣру этихъ зеренъ, нетрудно вычислить, принявъ, что зерна почвы имѣютъ шарообразную форму:

$$N = \frac{V}{4/3\pi r^3};\quad N_1 = \frac{V}{4/3\pi r_1^3},\ \text{откуда}$$

$$N : N_1 = \frac{V}{4/3\pi r_1^3} : \frac{V}{4/3\pi r^3} \text{ или } N : N_1 = r^3_1 : r^3,$$

гдѣ N и N_1, число зеренъ, V — данный объемъ почвы. Изъ формулы видно, что числа зеренъ обратно пропорціональвы третьимъ степенямъ ихъ радіусовъ. Отсюда ясно, что при уменьшеніи размѣровъ зеренъ, очень быстро растетъ и число ихъ, а также число поръ, размѣры которыхъ, вмѣстѣ съ тѣмъ, быстро уменьшаются. Слѣдовательно, въ мелкоземвстыхъ почвахъ порозность хотя и будетъ велика, однако вода и воздухъ будутъ проникать сквозь нихъ съ трудомъ и медленно, такъ какъ имъ придется проходить длинный путь по рядамъ тонкихъ поръ и встрѣчать большое сопротивленіе. Высказанныя соображенія въ то же время показываютъ, что судить о качествѣ поръ можно до нѣкоторой степени по даннымъ механическаго анализа.

Воздухопроницаемость почвы. Въ тѣсной связи съ количествомъ и качествомъ почвенныхъ поръ находится способность почвы

пропускать сквозь себя воздухъ и воду. О проницаемости почвы для воды будетъ еще рѣчь дальше. Здѣсь мы займемся исключительно воздухопроницаемостью почвы.

Изученіемъ проницаемости почвъ для газовъ (воздуха) занимались многіе изслѣдователи, изъ коихъ назовемъ Гейнриха (8), Ренка (10), Флека (7), Аммона (6), Величковскаго (12), Зойку (11) и Вольни (13). Изслѣдованія Флека привели къ заключенію, что времена вытеканія равныхъ количествъ воздуха, при одинаковой высотѣ почвенныхъ слоевъ, обратно пропорціональны показаніямъ манометра. Ренкъ, напротивъ, нашелъ, что такая пропорціональность наблюдается при низкихъ давленіяхъ, пока скорость прохожденія воздуха не превосходитъ 0,062 м. въ секунду, и что такое соотношеніе устанавливается всегда только при тонкозернистомъ почвенномъ матеріалѣ (частицы 0,33—1 мм.); при употребленіи же матеріала крупнозернистаго для установки даннаго отношенія необходимы мощные слои почвы. Аммонъ пришелъ къ заключенію, что количества прошедшаго сквозь столбикъ почвы воздуха только при грубозернистыхъ почвахъ пропорціональны давленіямъ, а при мелкозернистыхъ убываютъ и возрастаютъ, хотя и въ постоянномъ, но въ меньшемъ отношеніи, чѣмъ давленіе. Величковскій оперировалъ съ пескомъ, частицы котораго имѣли размѣры въ 1—2 мм. и получилъ для давленія воднного столба въ 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 и 110 мм. слѣдующія соотвѣтственныя количества (въ литрахъ) воздуха, прошедшаго сквозь столбикъ почвы въ одну минуту: 1,628, 3,118, 4,567, 5,986, 7,399, 8,802, 10,212, 11,19, 12,85, 14,202, 15,41. Изъ этихъ цифръ видно, что, при удвоеніи давленія воды, количество протекшаго воздуха увеличивается не вдвое, а нѣсколько меньше, а именно въ среднемъ въ 1,919 разъ (колебанія между 1,912 и 1,924. Величковскій предложилъ слѣдующую формулу для вычисленія количествъ протекшаго воздуха при любомъ давленіи:

$$Y_m = nA \frac{\log X_m}{\log 2}$$

гдѣ Y_m — искомое количество воздуха, n — количество воздуха, проходящее сквозь почву при единицѣ давленія и A — нѣкоторая постоянная величина. Работа Вольни, посвященная тому-же вопросу, имѣла своей задачей примирить нѣкоторыя несогласія предыдущихъ изслѣдователей. Построивъ приборъ и поставивъ опытъ съ различными веществами (каолитъ, торфъ, кварцевый песокъ, суглинокъ, гумусовая известковая почва, известковый песокъ) и съ различными по размѣрамъ частицами, Вольни пришелъ къ слѣдующимъ выводамъ: 1) пропорціональность между количествами протекшаго сквозь почву воздуха и давленіемъ наблюдается: a) при тонкозернистомъ матеріалѣ (<0.5 мм. въ діаметрѣ), b) при грубозернистомъ матеріалѣ (>0.5 мм.) тогда, когда для опыта берутся вы-

сокіе столбики почвы, с) въ предѣлахъ низкихъ давленій. Эти выводы вполнѣ согласуются съ выводами Ренка. 2) Проницаемость увеличивается и уменьшается вмѣстѣ съ размѣрами частицъ; если же въ составъ почвы входятъ частицы разныхъ размѣровъ, то проницаемость почвы зависитъ, главнымъ образомъ, отъ ея мелкозернистыхъ частицъ. 3) Наибольшей проницаемостью отличается кварцевый песокъ, наименьшей—глина. Прибавленіе къ песку всего 10% (по объему) глины сильно понижаетъ его проницаемость. 4) Проницаемость почвы падаетъ вмѣстѣ съ увеличеніемъ ея влажности и тѣмъ сильнѣе, чѣмъ больше воды можетъ удержать почва. 5) Проницаемость почвы падаетъ съ повышеніемъ температуры.

Пластичность, клейкость и связность почвы.

Въ главѣ о механическомъ составѣ почвъ было уже отмѣчено, что одинаковыя по механическому составу почвы могутъ быть неодинаковы по своимъ физическимъ свойствамъ, и что именно пластичность такихъ почвъ можетъ оказаться весьма различной. Теперь предстоитъ выяснить, что такое пластичность почвы, какъ ее опредѣлять количественно, и отъ чего она зависитъ.

Прибавляя къ порошку глины различныя количества воды, можно убѣдиться въ томъ, что при различномъ содержаніи воды глина обнаруживаетъ различныя формы консистенціи, причемъ можетъ быть установлено нѣсколько границъ такихъ состояній; изъ нихъ мы отмѣтимъ слѣдующія:

1. Верхняя граница текучести, когда смѣсь глины съ водой течетъ, какъ вода.
2. Нижняя граница текучести, когда два куска глинистаго тѣста будучи помѣщены въ фарфоровой чашкѣ раздѣльно, сливаются вмѣстѣ при ударѣ о внѣшнюю поверхность чашки рукой.
3. Граница клейкости.
4. Граница скатыванія въ проволоку.

Аттербергъ (16), устанавливающій эти границы, принимаетъ, что пластичными будутъ тѣ почвы, которыя, при количествахъ воды, лежащихъ у границы текучести (2) или ниже ея, способны скатываться въ проволоку. Такимъ образомъ изъ всѣхъ перечисленныхъ границъ для опредѣленія пластичности имѣютъ значеніе 2 и 4. Разница въ количествахъ воды, содержащейся въ глинѣ при этихъ двухъ границахъ, является величиной, опредѣляющей пластичность.

Для установленія нижней границы текучести Аттербергъ поступаетъ такимъ образомъ: въ маленькой фарфоровой чашечкѣ съ округлымъ днемъ, шириной 10—12 см., смѣшиваютъ 5 грам. глинистаго порошка съ водой

въ тѣсто. Тѣсто съ помощью никкелевой лопаточки формуется и раздѣляется на двѣ части, какъ это показано на рис. 3. Затѣмъ по чашкѣ ударяютъ снаружи нѣсколько разъ рукой, пока обѣ части тѣста не соединятся внизу (рис. 4). Тогда опредѣляютъ количество воды, содержащейся въ глинистомъ тѣстѣ и выражаютъ его въ вѣсовыхъ процентахъ. Рекомендуется сдѣлать два опредѣленія, и если они дадутъ замѣтное расхожденіе, то еще два.

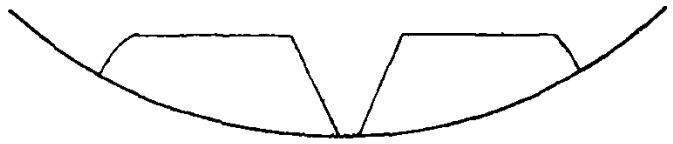


Рис. 3.

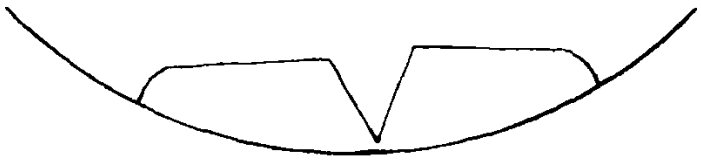


Рис. 4.

Границу скатыванія опредѣляютъ такъ: берутъ часть прготовленнаго тѣста, прибавляютъ къ нему осторожно небольшое количество сухого глинистаго порошка (иногда въ этомъ нѣтъ надобности) и раскатываютъ массу на бумагѣ въ тонкую проволоку съ помощью пальцевъ. Раскатываніе прекращаютъ, когда тонкая проволока начинаетъ раздѣляться на куски. Содержаніе воды въ глинѣ въ этотъ моментъ опредѣляетъ границу скатыванія и въ то же время нижнюю границу пластичности.

Приводимая ниже таблица даетъ представленіе о получаемыхъ указанными способами цифровыхъ данныхъ (послѣднія выражены въ вѣсовыхъ процентахъ).

	Граница текучести.	Граница скатыванія.	Величина пластичности.
1-й классъ пластичности.			
Силурійская глина Öланда	67	40	27
Анциловая глина Упсалы	57	30	27
Ледниковая глина Bergqvara	51	26	25
Межморенная глина Кальмара . . .	44	23	21
Послѣледиик. глиина Saltkällan . . .	42	25	17
2-й классъ пластичности.			
Прѣсноводная глина Nygärde . . .	52	37	15
Почва Marieberg	42	30	12
„ Åkerstad	31	21	10
3-й классъ пластичности.			
Почва Harg	58	52	6
„ Waholm	64	58	6
„ Lomma	27	21	6
Не пластичныя.			
Почва Moholm	31	30	1

Тонкій песокъ или суглинокъ также обнаруживаютъ текучесть, но пластичности у нихъ нѣтъ. Свойство текучести у подобныхъ породъ

особенно рѣзко выражено въ Сѣв. Европѣ, гдѣ существуютъ такъ называемыя текучія или бродящія породы. Присутствіе такихъ текучихъ породъ часто производитъ разрушенія желѣзнодорожныхъ путей въ сѣверной Швеціи. Тѣ же явленія наблюдаются въ ледниковыхъ областяхъ. Явленіямъ теченія породъ способствуетъ низкая температура, ибо вода при 0° Ц. имѣетъ въ два раза большую вязкость, чѣмъ при 23°[1]).

О причинахъ пластичности высказывались многіе изслѣдователи. Одни изъ нихъ объяснили пластичность исключительно тонкостью частицъ (*Земятченскій, 37, Hall, 24), другіе считали ее связанной съ присутствіемъ коллоидовъ* (Rohland, 34 Ehrenberg, 20) третьи ставили ее въ зависимость отъ ввѣшнихъ формъ частицъ, обнаруживающихъ пластичность, полагая, что частицы, имѣющія форму пластинокъ, должны отличаться наибольшей пластичностью, такъ какъ пластинки сильно связываются другъ съ другомъ съ помощью находящейся между ними воды, что не мѣшаетъ въ то же время ихъ передвиженіямъ (Vogt, 39 Orton, 31).

Чтобы рѣшить вопросъ, какое изъ приведенныхъ толкованій ближе къ истинѣ, Аттербергъ произвелъ, какъ уже отмѣчалось выше, рядъ опытовъ съ самыми разнообразными минералами, при чемъ выяснилось прежде всего, что пластичность проявляютъ только тѣ частицы, которыя требуютъ 8 часового періода для осажденія въ столбѣ воды высотою въ 10 см., т. е. частицы мельче 0,002 мм. въ діаметрѣ; при этомъ для различныхъ минераловъ, взятыхъ въ видѣ „коллоиднаго ила“, величины пластичности получаются такія:

	Граница текучести.	Граница скатыванія.	Величина пластичности.
Біотитъ	85	53	32
Талькъ	*76*	*48*	28
Хлоритъ	72	47	25
Каолинъ	63	43	20
Гематитъ	36	20	16
Мусковитъ	91	77	14
Лимонитъ	36	27	9
Ортоклазъ	39	нѣтъ	0
Кварцъ	35	„	0

Такимъ образомъ подтвердилось то соображеніе, что наивысшую пластичность проявляютъ вещества пластинчатой структуры и что, слѣдовательно, пластичность зависитъ не только отъ тонкости зерна, но и отъ внѣшней формы частицъ, слагающихъ илъ почвы.

Границей или предѣломъ клейкости называется такое состояніе глинистаго тѣста, когда оно перестаетъ прилипать къ пальцамъ или къ

[1]) См. De-Geer (19), Sernander, R. (38), Andersson Gunnar (14), Högbom, A. G. (26).

никкелевой лопаточкѣ. Количество воды, содержащееся въ данный моментъ въ глинѣ, выраженное въ вѣсовыхъ процентахъ, и есть граница клейкости. Какъ эта величина относится къ величинѣ, опредѣляющей границу текучести, видно изъ ниже слѣдующей таблицы:

	Граница текучести.	Граница клейкости.	Разница.
1-й классъ пластичности.			
Силурійская глина Öланда	67	44	—23
Анциловая глина Упсалы	57	45	—12
Ледниковая глина Bergqvara	51	35	—16
2-й классъ пластичности.			
Почва Akerstad	31	31	0
„ Marieberg	42	37	—5
3-й классъ пластичности.			
Почва Harg	58	73	+15
„ Waholm	64	77	+13
„ Lomma	27	35	+ 8
Не пластичныя.			
Почва Moholm	31	41	+10
„ Kuntstorp	35	41	+ 6

Такимъ образомъ видно, что у почвъ пластичныхъ граница клейкости лежитъ ниже границы текучести, а у мало пластичныхъ — выше. Сопоставленіе этихъ величинъ является хорошимъ показателемъ для сужденія о вязкости почвы. Если граница клейкости лежитъ выше границы текучести, вязкость почвы не велика, при обратномъ отношеніи вязкость большая.

Соотношенія между тремя упоминавшимися ныше границами Аттербергъ выражаетъ слѣдующей діаграммой (рис. 5). Діаграмма, между прочимъ, показываетъ, какъ измѣняются границы текучести, клейкости и скатыванія въ зависимости отъ содержанія гумуса.

Связность почвы есть способность противостоять силѣ, стремящейся такъ или иначе разъединить частицы почвы. Связность возрастаетъ вмѣстѣ съ ростомъ клейкости и вязкости и увеличивается при высыханіи почвы; поэтому рекомендуется изучать связность въ твердомъ состояніи почвы. Такъ какъ, одвако, и твердость измѣняется въ зависимости отъ содержанія влаги, то лучше изслѣдуемые образцы высушивать при 100° Ц. (Аттербергъ).

Вопросами о связности почвы и о способахъ ея измѣревія занимались многіе изслѣдователи, изъ коихъ отмѣтимъ Фелькера (40) Мейера (28), Шпренгеля, Шюблера (36), Габерландта (22, 23), Пухнера (33), Пендзицкаго (32), Hazard'a (25), Schermbec'a, Bagger'a (17), Wiley (41) и Frankau (21). Нѣкоторыми изъ перечисленныхъ изслѣдователей (Шюблеръ, Пухнеръ) конструировались особые приборы, при помощи которыхъ опре-

дѣлялась величина нагрузки, необходимой: 1) для раздавливанія призматическаго или цилиндрическаго столбика почвы; 2) для разламыванія посединѣ столбика, покоющагося своими концами на подставкахъ и 3) для вдвиганія клина или металлическаго штифта въ почвенную массу.

Въ послѣднее время вопросъ былъ вновь пересмотрѣнъ Аттербергомъ (16), предложившимъ, въ свою очередь, новые, болѣе усовершенствованные, по его мнѣнію, приборы, во тѣмъ не менѣе точность всѣхъ этихъ опредѣленій едва-ли особенно повысилась, такъ какъ у изслѣдователя никогда нѣтъ полной увѣренности въ томъ, что два кубика, приготовленные для испытанія изъ одной и той-же почвы, дадутъ послѣ высушиванія вполнѣ одинаковыя условія сопротивленія.

Безгумусовыя и бѣдныя гумусомъ глины.

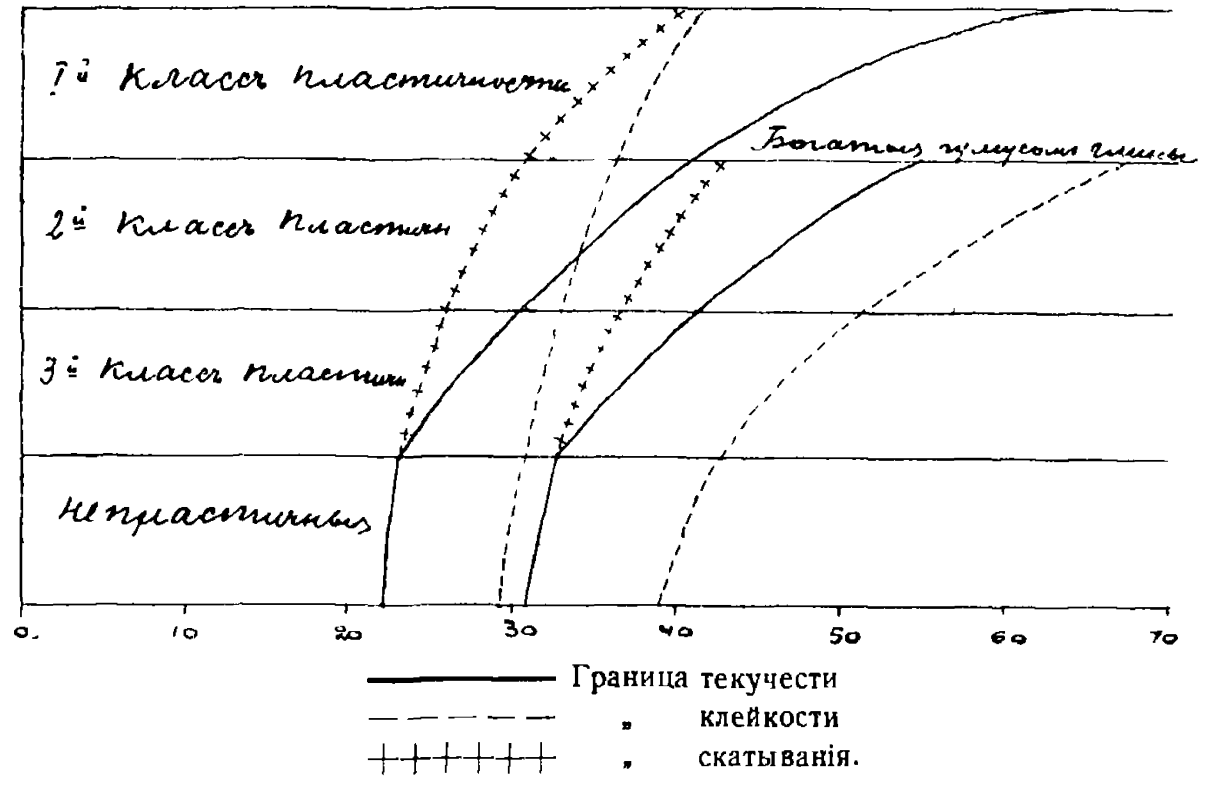


Рис. 5.

Еще Габерландтомъ было, между прочимъ, отмѣчено, что хотя связность почвъ и обусловливается сильнѣе всего механическимъ составомъ почвы, однако не одна только степень тонкости частицъ вліяетъ на измѣненіе величины связности. Вѣроятно, и здѣсь играетъ извѣствую роль, какъ и при опредѣленіи пластичности, внѣшняя форма почвенныхъ частицъ, а затѣмъ отчасти и химизмъ почвеннаго раствора.

Вліяніе формы частицъ усматривается изъ нижеприводимыхъ цифровыхъ данныхъ Баггера, изъ коихъ видно, что одинаковыя по размѣрамъ частицы различныхъ минераловъ оказываютъ весьма неодинаковое сопротивленіе вдвиганію въ испытанную массу металлическаго штифта.

Минералы.	Величина частицъ.	Велич. нагрузки.
Кварцъ	0,05—0,01 мм.	5,7 гр.
Ортоклазъ	0,05—0,01 „	7,6 „
Каолинъ	0,05—0,01 „	12,1 „
Біотитъ	0,05—0,01 „	558,0 „

Какъ видно, минералы располагаются здѣсь въ той-же послѣдовательности, что и у Аттерберга при опредѣленіи пластичности.

Вліяніе химизма почвеннаго раствора усматривалось еще изъ работъ Пухнера, давшихъ указаніе на то, что связность глины въ сухомъ состояніи повышается подъ вліяніемъ небольшихъ качествъ углекислой щелочи. Вліяніе послѣдней въ указанномъ смыслѣ мы наблюдаемъ и въ природѣ на столбчатомъ горизонтѣ структурныхъ солонцовъ.

Аттербергъ подъ „числомъ твердости“ понимаетъ твердость, которую обнаруживаетъ кубикъ почвы размѣрами 2×2×2 см., приготовленный изъ почвы съ возможно меньшимъ количествомъ воды и высушенный при 100° Ц. Полученныя Аттербергомъ цифры показываютъ, что величины твердости мало совпадаютъ съ величинами пластичности, откуда онъ заключаетъ, что высокая пластичность и высокая твердость обусловливаются разными причинами.

Намъ представляется, что различіе здѣсь кроется, если не считать малой точности цифръ, во вліяніи почвенныхъ растворовъ. Пластичность, какъ мы видѣли, опредѣляется во влажномъ состояніи, а связность или твердость въ сухомъ. При нагрѣваніи и высыханіи влажной массы можетъ сказаться, между прочимъ, и слабая щелочность среды, которая возникаетъ во многихъ почвахъ и глинахъ при соприкосновеніи ихъ съ водой. Можетъ быть поэтому, а отчасти можетъ быть и потому, что при нагрѣваніи и высыханіи происходитъ свертываніе коллоидовъ и нѣкоторая цементація почвенныхъ частицъ, твердость обнаруживаютъ и такія почвы или глины, у которыхъ совершенно нѣтъ пластичности. Приведемъ нѣсколько примѣровъ изъ опредѣленій Аттерберга:

	Число твердости.	Число пластичности.
Ледниковый суглинокъ	28	0
Суглинистая почва	16	0
Лёссъ изъ Вѣны	16	0
Грубопесчаная почва	3	0
Тонкопесчаная „	2	0

Какъ видно изъ этихъ данныхъ, даже песчаныя почвы обнаруживаютъ способность затвердѣвать, что нерѣдко наблюдается и въ природѣ (жерства въ подзолистыхъ почвахъ). Возможно, что здѣсь вліяетъ свертываніе золей кремнезема.

Наибольшую величину твердости въ опытахъ Аттерберга обнаружила венгерская содовая почва (солонецъ или солончакъ), чѣмъ подтверждается вліяніе щелочности на процессы затвердѣванія.

Литература.

I. Порозность почвъ.

1. Бурмачевскій. Матер. по изученію русскихъ почвъ, вып. IV, 1888, стр. 94—98.
2. Flügge. Die Porosität des Bodens. Beiträge zur Hygiene. Leipzig, 1879.
3. Renk. Zeitschr. für Biologie, Bd. XV, 1879.
4. Schwarz. Landw. Versuchsstation. 1878.
5. Trnka, R. Die physikalischen Eigenschaften des Bodens. Prag, 1909.

II. Воздухопроницаемость.

6. Ammon. Wollny's Forschungen, Bd. III, 1880.
7. Fleck. Zeitschr. für Biologie, Bd. XVI, 1880.
8. Heinrich. Wollny's Forschungen, Bd. IX, H. 4.
9. Kopecky, J. Die physikalischen Eigenschaften des Bodens. Prag, 1904.
10. Renk Zeitschr. f. Biologie, Bd. XV, 1879.
11. Soika. Wollny's Forschungen, Bd. IV.
12. Welitschkowsky, von. Arch. für Hygiene, II, 1883—1884.
13. Wollny. Forschung. auf d. Gebiete d. Agrikulturphysik, Bd. XIV.

III. Пластичность, клейкость и связность почвъ.

14. Andersson, Gunn. Journ. of Geology, 14, 91, 1906.
15. Aron. Notizblatt des Ver. f. Fabr. v. Ziegeln, 1873.
16. Atterberg. Internationale Mitteilungen für Bodenkunde, 1911, 1912.
17. Bagger, W. Die Bedeutung gewisser physikalischer Eigenschaften des Bodens. — Inaug.-Diss., Königsberg, 1902; Der Kulturtechniker, 1907.
18. Bischoff, W. Die feuerfesten Tone, 3. Aufl.
19. De-Geer. Geolog. Fören. Förhandling, 26, 465, 1904.
20. Ehrenberg. Zeitschr. f. angewandte Chemie, 1911, p. 1958.
21. Frankau, A. Untersuchung über die Beziehung. d. physik. Bodeneigenschaften zu einander und zur mechan. Bodenanalyse. München, 1910.
22. Haberlandt, Fr. Wissensch.-prakt. Untersuch. auf dem Gebiete des Pflanzenbaues, Bd. I, Wien, 1875.
23. — Wollny's Forschungen, Bd. I, 1878, p. 148.
24. Hall. Le sol en agriculture. 1906.
25. Hazard. Landw. Jahrbücher, 1900, p. 892.
26. Högbom, A. G. Geolog. Fören. Förhandl. 27, 19, 1905.
27. Le Chatelier. Van Bemmeelens Gedenkbook, 1910.
28. Meyer. Anlage zur Flora des Königreichs Hannover. — Göttingen, 1822.
29. Mitscherlich. Bodenkunde, 1905.
30. Nowacki. Bodenkunde, 2. Auflage, 1892, p. 71.
31. Orton. Keramische Rundschau, 1901.
32. Piedzicki, S. Mitteilung. d. landw. Instituts, Leipzig, 1901, pp. 14 und 46—50.
33. Puchner. Wollny's Forschungen, Bd. XII, 1889; Inaugur.-Dissert. Leipzig, 1889.

34. Rohland, P. Die Tone. Hartlebens Verlag, 1909.
35. Schloesing, Th. Comptes rendus, 78, 1438—1442, 1874.
36. Schübler. Grundsätze der Agrikulturchemie, 2. Aufl., Leipzig, 1838.
37. Земятченскій. Каолинитовыя глины южной Россіи.
38. Sernander, R. Geolog. Foren Forhandl. 27, 42, 1905.
39. Vogt, G. La composition des argiles. — Bull. de la Soc. d'encouragement, 1897, p. 638.
40. Volcker. Neue Möglinsche Annal. d. Landwirtschaft, Bd. IV.
41. Wiley. Agrigult. Analys. Vol. I. Soils. Road material laboratory of the U. S. Depart. of Agric., 1906, p. 117—123.

Водныя свойства почвы.

Вопросы о поступленіи, передвиженіи и накопленіи влаги въ поверхностныхъ горизонтахъ земной коры представляютъ особый интересъ для почвовѣда, такъ какъ съ этими вопросами тѣсно связаны и вопросы о накопленіи, перемѣщеніи и вымываніи органическихъ веществъ и различныхъ солей, являющихся продуктами почвообразовательныхъ процессовъ. Связать картину строенія почвы съ режимомъ почвенныхъ и грунтовыхъ водъ — значитъ во многомъ уяснить процессъ почвообразованія.

Количество воды, которое заключается въ любой данный моментъ въ почвѣ, находится въ зависимости отъ цѣлаго ряда разнообразныхъ вліяній, какъ со стороны внѣшнихъ условій, такъ и со стороны характера самой почвы.

Температура воздуха, его влажность, количество атмосферныхъ осадковъ, давленіе и движевіе атмосферы, температура различныхъ слоевъ почвы, упругость водяныхъ паровъ почвеннаго воздуха, механическій составъ почвы, структура, видъ поверхности, отношеніе къ странамъ свѣта, наклонъ къ горизонту, характеръ наружнаго покрова — вотъ цѣлая серія причинъ, способствующихъ установленію въ массѣ почвы опредѣленныхъ условій влажности.

Влага, заключающаяся въ различныхъ горизонтахъ почвы, можетъ образоваться: 1) путемъ просачиванія съ поверхности въ глубину атмосферныхъ осадковъ; 2) поглощеніемъ воды въ силу гигроскопичности почвъ; 3) путемъ конденсаціи въ порахъ почвы водяныхъ паровъ в 4) при помощи поднятія въ почву грунтовой воды.

Идеи о питаніи грунтовыхъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ и почвенныхъ водъ атмосферными осадками высказана была еще римляниномъ Маркомъ Витрувіемъ Полліемъ, имя котораго, однако, было надолго забыто, такъ что черезъ полторы слишкомъ тысячи лѣтъ та же идея явилась, въ качествѣ новаго самостоятельнаго открытія, въ работахъ Бернарда Палисси и Фоссиліуса. Болѣе детальную разработку она получила въ трудахъ Маріотта, послѣ чего большинство ученыхъ приняло выводы послѣдняго, какъ доказанную теорію. Не

останавливаясь на рядѣ гипотезъ классической древности (Кейльгакъ, 15), а также на тѣхъ возраженіяхъ, которыя дѣлались Маріотту его современниками, мы отмѣтимъ лишь, что одновременно съ теоріей просачиванія воды развивается и теорія сгущенія водяныхъ паровъ. Древнѣйшіе защитники этой теоріи полагали, что изъ земныя глубины по трещинамъ попадаетъ морская вода, гдѣ она превращается въ пары. Эти пары затѣмъ попадаютъ въ поверхностные горизонты земной коры и, сгущаясь здѣсь, даютъ начало грунтовымъ водамъ (Кюнъ, 1746 г.).

Въ XIX столѣтіи теорія сгущенія получаетъ иное обоснованіе благодаря Фольгеру (43). Послѣдній, основываясь на различныхъ наблюденіяхъ, какъ своихъ, такъ и чужихъ, и на нѣкоторыхъ теоретическихъ соображеніяхъ, пришелъ къ заключенію, что атмосферныя воды, даже *при большихъ дождяхъ, не глубоко проникаютъ въ почву, гдѣ* перехватываются растеніями, которыя возвращаютъ ихъ въ атмосферу; такимъ образомъ атмосферные осадки не могутъ служить источникомъ питанія грунтовой воды. Если бы просачиваніе вглубь земли большихъ количествъ атмосферныхъ осадковъ имѣло мѣсто, то тогда ни въ рѣкахъ, ни въ озерахъ, ни даже въ моряхъ не могла бы удержаться вода — она уходила бы въ земныя глубины. Существованіе тоннелей и рудниковъ подъ водными бассейнами подтверждаютъ соображеніе о невозможности просачиванія поверхностной воды на сколько-нибудь значительныя глубины.

Опираясь на данныя Шюблера и нѣкоторыхъ другихъ изслѣдователей, утверждающія, что испареніе съ поверхности земли, особенно покрытой растеніями, больше, чѣмъ сумма получаемыхъ этой поверхностью осадковъ, Фольгеръ совершенно отрицаетъ участіе атмосферныхъ осадковъ въ образованіи грунтовыхъ водъ. Очевидно, долженъ существовать какой-то другой источникъ влаги, питающей грунтовыя воды, и этимъ источникомъ Фольгеръ считаетъ водяные пары воздуха, которые проникая внутрь почвы, сгущаются тамъ, гдѣ почва имѣетъ невысокую температуру.

Послѣдователи Фольгера, въ лицѣ Мора (28), Зонтага (40) и Ярца, развивали, главнымъ образомъ, отрицательную сторону вопроса, какъ и самъ Фольгеръ, т. е. старались доказать невозможность просачиванія атмосферныхъ водъ въ глубину земли. Съ этой цѣлью они ставили опыты надъ просачиваніемъ воды сквозь различныя почвы, помѣщенныя въ широкихъ трубкахъ, поставленныхъ вертикально. Они же изучали вопросъ и о скорости горизонтальнаго передвиженія воды, а также и вопросъ о вліяніи заиливанія почвы (песка) на скорость вертикальной фильтраціи влаги.

Вопросы о возможности конденсаціи въ почвѣ водяныхъ паровъ (положительная сторона вопроса) хотя и изучались упомянутыми изслѣдователями, однако результаты ихъ опытовъ мало убѣдительны.

Какъ бы ни относиться къ теоріи конденсаціи водяныхъ паровъ въ почвѣ, слѣдуетъ отмѣтить, что какъ соображенія Фольгера, такъ и опыты его послѣдователей, констатирующіе будто-бы невозможность просачиванія на значительныя глубины капельно-жидкой влаги, въ сущности ничего не доказываютъ. Во всѣхъ этихъ работахъ рѣчь идетъ о просачиваніи воды, видимой глазомъ, или, какъ выражается René d'Andrimont, воды въ капиллярномъ состояніи. Но вода можетъ передвигаться и въ недоступной глазу формѣ, въ такъ называемомъ пленочномъ состояніи (état superficielle ou pelliculaire), о чемъ мы будемъ говорить подробнѣе нѣсколько дальше.

Самая теорія конденсаціи почвой водяныхъ паровъ, въ томъ видѣ, какъ она была высказана Фольгеромъ и его послѣдователями, подверглась критикѣ со стороны Ганна (10), отмѣтившаго: 1) что скрытая теплота парообразованія, которая выдѣляется при конденсаціи, должна въ такой степени нагрѣвать почву, что дальнѣйшая конденсація прекратится; 2) что для полученіи замѣтныхъ количествъ воды путемъ конденсаціи необходимо, чтобы черезъ почву процирκулировалъ большой объемъ воздуха (до 2000 куб. метр. черезъ площадь 1 квадр. метра), а между тѣмъ трудно представить себѣ такую силу, которая бы приводила въ движеніе такія массы воздуха; 3) что, наконецъ, въ атмосферѣ нѣтъ такого большого количества паровъ, и что во всемъ столбѣ воздуха высотой въ 1000 м. и съ основаніемъ въ 1 кв. метръ содержится воды, могущей конденсироваться при 10° Ц., не больше 0,5 мм. на 1 кв. метръ поверхности. Выводы Ганна, въ нѣкоторой ихъ части, вызвали возраженія со стороны Зонтага и Ярца, но эти возраженія не уничтожили положеній Ганна, который дополнилъ ихъ позже нѣкоторыми новыми соображеніями.

Кромѣ Ганна критически отнеслись къ теоріи Фольгера Лизнаръ (23) и Вольни, на возраженіяхъ которыхъ мы останавливаться не будемъ. Отмѣтимъ, что критика Ганна и Вольни оказала сильное вліяніе на дальнѣйшее развитіе теоріи Фольгера, которая на время была похороненной. Попытки воскресить эту теорію появляются въ концѣ 80-хъ и въ 90-хъ годахъ въ работахъ русскихъ изслѣдователей.

Близнинъ (2—4), производя наблюденія на Елисаветградской метеорологической станціи, пришелъ къ заключенію, что жидкая влага не проникаетъ въ почву глубже 1 метра въ теченіе цѣлаго года, что влажность почвы находится въ зависимости отъ почвенной температуры и что необходимо допустить передвиженіе парообразной влаги въ поверхностныхъ горизонтахъ земной коры. Тотъ же наблюдатель организовалъ опыты съ цѣлью провѣрки своихъ выводовъ. Онъ устанавливалъ лизиметры, въ видѣ широкихъ желѣзныхъ трубъ длиною въ 1,53 м., напол-

нялъ ихъ той же почвой, въ которую они врывались, и помѣщалъ подъ ними желѣзныя чашки, служившія для собиранія воды. Въ центрѣ лизиметровъ помѣщались тонкія трубки для наблюденія за скопленіемъ воды въ чашкахъ. Четырехлѣтнія наблюденія показали, что даже въ періоды выпаденія значительнаго количества осадковъ, вода въ лизиметрахъ не накоплялась. Эти опыты, въ связи съ наблюденіями надъ температурой и влажностью почвы, привели Близнина къ слѣдующимъ заключеніямъ: „вода нашихъ осадковъ въ жидкомъ видѣ проникаетъ въ почву только на глубину около 1 метра, въ газообразномъ же состояніи перемѣщается и во всемъ слоѣ въ 150 сантим., и, вѣроятно, во всѣхъ, глубже лежащихъ, ненасыщенныхъ водою слояхъ. Перемѣщеніе газообразной воды происходитъ подъ вліяніемъ почвеннаго тепла и преимущественно въ зависимости отъ разности температуръ почвенныхъ слоевъ".

Какъ можно видѣть изъ работъ Близнина, его отрицаніе просачиванія атмосферныхъ водъ на значительную глубину и его заключенія о циркуляціи парообразной влаги болѣе или менѣе однородны съ такими-же соображеніями Фольгера и, слѣдовательно, къ его выводамъ отчасти приложимы и тѣ возраженія, которыя дѣлались Фольгеру, Зонтагу и Ярцу. Конденсація водяныхъ паровъ въ почвѣ Близнинымъ не была доказана и не было сдѣлано попытокъ изучить опытнымъ путемъ именно это явленіе.

Таковы-же, въ общемъ, и опыты Головкинскаго (8), произведенные въ Крыму, на горѣ Кастель. На краю обрыва, сложенваго изъ песчаноглинистыхъ продуктовъ вывѣтриванія трахита, изслѣдователь врылъ два широкихъ цинковыхъ лизиметра, изъ коихъ одинъ имѣлъ въ длину 2 арш. 2 верш., а другой — 1 арш. 1 верш. Сбоку подъ лизиметры были подведены горизонтальные ходы, въ которыхъ помѣщались сосуды для собиранія воды. Лизиметры наполнены были одинаковой почвенной массой, подосланной небольшимъ количествомъ галечника. Позже Головкинскій врылъ еще 2 лизиметра: въ 4 аршина и 1 арш. длиною, при чемъ надъ послѣднимъ былъ устроенъ каменный куполъ, защищавшій отъ дождя и росы. Вмѣстѣ съ наблюденіемъ надъ количествами просачивавшейся сквозь лизиметры воды велись и наблюденія надъ количествомъ осадковъ и температурой воздуха и почвы; результаты наблюденій сведены въ прилагаемой таблицѣ. Головкинскій пришелъ къ выводу, что „въ цѣломъ и общемъ оказывается явная связь съ отношеніемъ температуръ и количествомъ осадковъ (въ почвѣ): когда температура почвы выше температуры воздуха, осадковъ въ почвѣ нѣтъ". Если же имѣются обратныя отношенія, осадки появляются, при чемъ въ болѣе глубокомъ слоѣ получается гораздо больше влаги, чѣмъ въ верхнемъ. Интересно также, что послѣ быстраго поднятія температуры воз-

духа (на 2—3°) наблюдалось замѣтное увеличеніе осадковъ въ лизиметрѣ, защищенномъ отъ дождя.

	Осадки въ милиметр.			Средняя температура по Ц.		
		Въ почвѣ.			Въ почвѣ.	
	Въ воздухѣ.	1 арш. 1 в.	2 арш. 2 в.	Въ воздухѣ.	2 ф.	4 ф.
1894 г. Май . . .	13,8	0,0	3,1	19,9	16,5	18,1
„ Іюнь . . .	39,5	0,1	1,0	20,0	20,8	18,6
„ Іюль . .	45,4	0,3	0,1	26,2	26,0	21,6
„ Августъ .	40,0	0,1	0,1	22,4	24,2	22,4
„ Сентябрь .	13,9	0,0	0,0	17,2	18,4	19,5
„ Октябрь .	22,5	0,0	0,0	14,2	15,7	17,3
„ Ноябрь . .	36,0	0,0	0,0	7,4	11,2	13,8
„ Декабрь .	54,7	0,0	0,0	6,8	7,4	10,0
1895 г. Январь . .	76,4	25,5	28,5	8,9	8,4	9,8
„ Февраль .	62,4	62,8	72,1	7,0	7,6	8.8
„ Мартъ . .	56,8	5,7	35,5	9,0	7,6	8,3
„ Апрѣль . .	43,0	3,2	21,8	12,2	12,3	11,1
Годъ . .	504,4	97,6	162,2			
„ Май . . .	23,5	0,1	9,6	17,7	16,2	13,8
„ Іюнь . . .	64,9	0,3	10,1	21,7	22,2	18,6
„ Іюль . . .	14,8	0,1	0,4	27,3	27,3	22,9
„ Августъ .	7,8	0,0	0,0	22,1	25,4	24,4
„ Сентябрь .	9,1	0,0	0,0	17,5	21,4	21,3
„ Октябрь .	20.3	0,0	0,0	16,2	17,6	18,7
„ Ноябрь . .	81,5	0,0	0,0	6,8	11,6	15,0
„ Декабрь	68,9	34,3	20,0	4,9	7,4	10,7
1896 г. Январь . .	82,6	56,3	68.5	2,7	4,0	6,3
„ Февраль .	46,9	29,4	57,3	2,8	3,8	5,1
„ Мартъ . .	47,6	6,3	19,9	5,9	6,7	6,5
„ Апрѣль . .	23,9	28,6	28,7	11,5	10,3	9,2
Годъ . . .	491,8	155,4	214,5			

Изъ приведенныхъ цифръ, однако, едва-ли можно сдѣлать выводъ, что осадки появляются въ почвѣ, когда ея температура ниже температуры воздуха; въ цѣломъ рядѣ случаевъ имѣются какъ разъ обратныя отношенія. То обстоятельство, что въ нижнемъ слоѣ длиннаго лизиметра получается больше воды чѣмъ въ верхнемъ, по мнѣнію Лебедева (21), можетъ быть истолковано и не въ смыслѣ конденсаціи здѣсь водяныхъ паровъ. Дѣло въ томъ, что температура нижнихъ частей длиннаго лизиметра осенью и зимой выше, чѣмъ температура верхнихъ его частей (или короткаго лизиметра), а слѣдовательно и влагоемкость здѣсь меньше; поэтому часть воды, не удерживаемая почвой, вытекаетъ изъ нея.

Не останавливаясь на работахъ Широкихъ (42), Баракова (1) и др. [1]), отмѣтимъ еще наблюденія Зибольда (38), произведенныя

[1]) См. Лебедевъ (l. c.).

въ окрестностяхъ Ѳеодосіи въ Крыму. Изслѣдователь нашелъ въ прилегающихъ къ городу горахъ громадныя каменныя кучи, объемомъ отъ 1250 до 2900 куб. метровъ, сложенныя известняковымъ щебнемъ. Эти кучи на первый взглядъ производятъ впечатлѣніе природныхъ образованій, но раскопки ихъ основаній привели Зибольда къ заключенію, что это искусственныя гидротехническія сооруженія, такъ какъ онъ нашелъ дренажныя трубы, по которымъ вода изъ кучъ поступала въ городскія цистерны. Такимъ образомъ, по мнѣнію изслѣдователя, кучи служили для сгущенія водяныхъ паровъ и превращенія ихъ въ капельно жидкую влагу. Изслѣдователь полагаетъ, что свою функцію конденсаторовъ описанныя кучи исполняли въ теплое время года (съ апрѣля по сентябрь включительно), когда, съ одной стороны, температура и абсолютная влажность воздуха достигали максимальныхъ величинъ, а съ другой — разница между температурой внѣшняго воздуха и температурой внутри насыпныхъ кучъ становилась наибольшей.

Чтобы провѣрить свои заключенія, Зибольдъ рѣшилъ устроить искусственную кучу конденсаторъ въ видѣ усѣченнаго конуса съ нижнимъ діаметромъ въ 20 м., верхнимъ—въ 8 м., высотой въ 6 м. и объемомъ въ 115 куб. саж. Вопросъ объ этомъ конденсаторѣ подвергался обсужденію въ особой комиссіи 2-го метеорологическаго съѣзда при Императорской Академіи Наукъ въ 1909 г. Комиссія, признавъ конденсацію паровъ воды почвой вполнѣ вѣроятной, высказалась, однако, въ томъ смыслѣ, что количественная сторона этого процесса едва-ли можетъ быть значительна. Комиссія базировалась въ данномъ случаѣ на выводахъ Сперанскаго (41), который, какъ и Ганнъ, считалъ, что повышеніе температуры почвы при конденсаціи должно, въ концѣ концовъ, остановить таковую [1]). Тѣмъ не менѣе, принимая, что теоретически очень трудно опредѣлить количество конденсируемой влаги, комиссія признала опытъ весьма желательнымъ. Дальнѣйшая исторія этого опыта пока неизвѣстна.

Въ послѣдніе годы вопросомъ о конденсаціи водяныхъ паровъ почвой занимался Лебедевъ (21), пошедшій въ изученіи этого вопроса нѣсколько инымъ путемъ, чѣмъ предыдущіе изслѣдователи. Считая, что вопросъ о сгущеніи въ почвѣ водяныхъ паровъ сводится къ вопросу о величинахъ упругости водяного пара въ атмосферѣ и въ почвѣ, Лебедевъ приступилъ къ изученію этихъ послѣднихъ величинъ. Съ помощью особо конструированныхъ гигрографа и термографа онъ опредѣлялъ на различныхъ глубинахъ почвы относительную влажность почвеннаго воздуха и

[1]) Это положеніе встрѣчало, однако, возраженія въ томъ смыслѣ, что теплота могла теряться лучеиспусканіемъ, часть ея могла тратиться на біологическіе и химическіе процессы (Зонтагъ, Ярцъ).

температуры почвы. Упругость пара находилась затѣмъ по обыкновеннымъ психрометрическимъ таблицамъ.

Резюмируя свои наблюденія въ природѣ и въ искусственной обстановкѣ, Лебедевъ указываетъ, что „если въ почвѣ содержится воды меньше, чѣмъ это соотвѣтствуетъ максимальной гигроскопичности данной почвы, то относительная влажность воздуха въ такой почвѣ становится меньше 100 (въ противномъ случаѣ она всегда равна 100%). Чѣмъ суше почва, тѣмъ меньше относительная влажность ея воздуха. При одной и той же влажности почвы относительная влажность воздуха въ почвѣ увеличивается съ увеличеніемъ температуры почвы, и наоборотъ".

Такъ какъ, при значительномъ нагрѣваніи земной поверхности въ лѣтніе и, частью, весенніе и осенніе періоды, упругость водяныхъ паровъ въ верхнемъ горизонтѣ почвы несравненно выше упругости паровъ въ атмосферѣ, то ясно, что днемъ никакой конденсаціи почвой водяныхъ паровъ не можетъ быть, но зато ночью, когда устанавливается обратное соотношеніе, водяные пары изъ атмосферы переходятъ въ почву, гдѣ и конденсируются. Лебедевъ полагаетъ, что число дней (ночей) въ году, когда такая конденсація возможна, достигаетъ 200 для Одессы, гдѣ онъ велъ свои наблюденія.

Для выясненія количественной стороны процесса ковденсаціи Лебедевъ ставилъ слѣдующіе опыты. Въ небольшіе стаканчики (объемъ около 30 куб. см., высота около 5 см., діаметръ 27—28 мм.) насыпалась почва, влажность которой была больше максимальной гигроскопичности (5,12%) на 4—5%. Послѣ захода солнца стаканчики, стоявшіе уже нѣсколько часовъ на открытомъ воздухѣ въ почвѣ, такъ что температура насыпанной въ нихъ земли была равна температурѣ почвы, быстро взвѣшивались и ставились обратно въ почву. Уровень почвы и земли въ стаканчикахъ былъ одинъ и тотъ же. Погода выбиралась „тихая, ясная, когда ночью нельзя было ожидать дождя, тумана или росы". Рано утромъ, черезъ $^1/_2$—$^3/_4$ часа послѣ восхода солнца, стаканчики вынимались изъ почвы, немедленно закрывались притертыми пробками и взвѣшивались.

При помощи этого метода, точность котораго едва-ли можетъ считаться особенно большой, Лебедевъ опредѣлилъ величины поглощаемой влаги отъ 0,12 до 0,62 мм. Средняя изъ 15 двойныхъ опредѣленій — 0,34 мм. Такимъ образомъ, если принять, согласно съ Лебедевымъ, что почва Одессы конденсируетъ 200 разъ въ году, то величина конденсируемой влаги за годъ опредѣлится въ 68 мм., что составитъ $^1/_6$ часть годоваго количества атмосферныхъ осадковъ въ данной мѣстности [1]).

[1]) Мы не останавливаемся надъ данными Лебедева, относительно водоносности прибрежныхъ дюнъ у Анапы, данными, которыя, по его мнѣнію, способны подтвердить происхожденіе грунтовыхъ водъ помощью конденсаціи водяныхъ паровъ. Вопросъ о такихъ прѣсныхъ водахъ приморскихъ дюнъ имѣетъ

Кромѣ конденсаціи водяныхъ паровъ, гигроскопичность почвы можетъ тоже служить причиной передачи паровъ воды въ болѣе глубокіе горизонты почвы. При нагрѣваніи верхнихъ горизонтовъ почвы упругость паровъ гигроскопической воды увеличивается и пары начинаютъ переходить частью въ воздухъ, частью въ нижележащіе, еще не нагрѣвшіеся слои почвы (Сперанскій, 41), однако этотъ процессъ, при охлажденіи почвы, долженъ имѣть и обратное теченіе, т. е. верхніе горизонты будутъ поглощать пары какъ изъ атмосферы, такъ и изъ нижележащихъ горизонтовъ почвы.

Если проникновеніе въ почву водяныхъ паровъ зависитъ отъ разностей упругости пара въ атмосферѣ и въ почвѣ, то пары должны перемѣщаться и внутри почвы, ибо различные горизонты ея характеризуются неодинаковыми упругостями водяныхъ паровъ. Въ зимнемъ періодѣ (для Одессы — часть ноября, декабрь, январь, февраль и часть марта) упругость паровъ возрастаетъ съ глубиной, въ лѣтнемъ — (іюнь, іюль, августъ и часть сентября), напротивъ, понижается съ глубиной, весной и осенью величины упругостей выравниваются на различныхъ глубинахъ. Поэтому лѣтомъ водяные пары должны передвигаться сверху внизъ, а зимой — обратно.

Вода, попавшая въ почву изъ атмосферныхъ осадковъ или при помощи конденсаціи водяныхъ паровъ, отчасти опять уходитъ въ атмосферу, испаряется. Какова величина испаренія и въ какомъ отношеніи она стоитъ къ величинамъ поступленія воды въ почву, мы до сихъ поръ не знаемъ, такъ какъ эвапорометры не даютъ дѣйствительной величины испаренія.

Интенсивность испаренія находится въ зависимости, главнымъ образомъ, отъ условій климата, но не исключительно. Работами Шюблера, Несслера, Вагнера, Шле и др. выяснено, что причины, управляющія испареніемъ почвенной воды, могутъ быть разнесены по тремъ категоріямъ: 1) вліяніе метеорологическихъ факторовъ, 2) вліяніе химическихъ и физическихъ свойствъ поверхностной породы и 3) вліяніе условій залеганія породы (положеніе по отношенію къ странамъ свѣта, уголъ паденія склона и пр.).

Изъ факторовъ первой категоріи (метеорологическихъ) особенное значеніе имѣютъ температура и вѣтеръ. Понятно, что чѣмъ выше температура, тѣмъ интенсивнѣе испареніе; въ Европейской Россіи, какъ показываютъ наблюденія, собранныя и обработанныя Гейнцемъ, интенсив-

---

уже исторію въ бельгійской литературѣ и можетъ рѣшаться и инымъ путемъ. См. René d'Andrimont. Bull. de la Soc. belge de géologie etc. T. XIX, 1905; Ann. de la Soc. géolog. de Belgique XXXII, 1905 t. XXXIII, 1906 и др. работы того-же автора, а также K. Pennink'a. Over de beweging van grondwater. De Jngenieur, № 30, 1905.

ность испаренія повышается по мѣрѣ движенія съ СЗ на ЮВ, т. е. въ томъ же направленіи, въ которомъ возрастаетъ средняя годовая температура. Вліяніе вѣтра на испареніе обусловливается какъ его силой, такъ и влажностью: чѣмъ сильнѣе и суше вѣтеръ, тѣмъ больше испареніе.

Разъясненіемъ вліяній со стороны физическихъ и химическихъ свойствъ самой породы занимались многіе изслѣдователи. Твердая земная поверхность, находясь во влажномъ состояніи, испаряетъ сильнѣе, чѣмъ открытая водная поверхность. Если поверхностная порода насыщена водой вполнѣ, то на количество испаряющейся воды не оказываетъ почти никакого вліянія физическое строеніе породы. Происходящія путемъ испаренія потери влаги пополняются капиллярнымъ поднятіемъ воды изъ болѣе глубокихъ слоевъ, и такое поднятіе продолжается до тѣхъ поръ, пока количество влаги въ почвѣ превышаетъ половину ея полной влагоемкости; если же влажность падаетъ ниже этого предѣла, то поднятіе капиллярной воды останавливается, слѣдствіемъ чего является высыханіе поверхности, и такимъ образомъ испаряющій слой понижается и уходитъ тѣмъ глубже, чѣмъ меньше воды содержала первоначально почва и чѣмъ скорѣе шло высыханіе поверхностныхъ ея горизонтовъ. Благодаря высыханію дневныхъ горизонтовъ уменьшается прямое вліяніе внѣшнихъ факторовъ испаренія (инсоляція, вѣтеръ), вслѣдствіе чего испареніе сильно понижается. Въ этомъ случаѣ факторомъ испаренія является нагрѣтый воздухъ, движущійся въ системахъ поръ почвы. Чѣмъ мощнѣе высохшій слой и чѣмъ глубже, въ силу этого, опустился горизонтъ испаренія, тѣмъ болѣе ослабляется послѣднее.

Величина испаренія, при прочихъ равныхъ условіяхъ, зависитъ отъ размѣровъ испаряющей поверхности: чѣмъ больше послѣдняя, тѣмъ значительнѣе потеря воды въ атмосферу. На этомъ основаніи волнистыя и шероховатыя поверхности испаряютъ больше воды, чѣмъ плоскія и гладкія. На величину испаренія вліяютъ затѣмъ какъ механическій составъ породы, такъ и структурныя ея особенности. При однородной структурѣ тонкость частицъ, до извѣстныхъ предѣловъ, оказываетъ способствующее испаренію вліяніе. Плотныя породы, обладающія большей капиллярностью и сильнѣе нагрѣвающіяся, испаряютъ больше воды чѣмъ рыхлыя.

Интенсивность испаренія зависитъ также и отъ цвѣта почвы. Воды испаряется тѣмъ больше, чѣмъ темнѣе окраска почвы, при чемъ цвѣта, въ порядкѣ ослабѣвающаго испаренія, располагаются такъ: черный, сѣрый, бурый, желтый, красный, бѣлый. Если почвы потеряли путемъ испаренія значительныя количества воды, то устанавливается обратная послѣдовательность для различныхъ цвѣтовъ, такъ какъ тогда начинаетъ сказываться вліяніе степени и глубины усыханія поверхностныхъ горизонтовъ.

Соли, находящіяся въ почвѣ, оказываютъ нѣсколько угнетающее вліяніе на испареніе только въ томъ случаѣ, если онѣ находятся въ значительныхъ количествахъ. Въ этомъ случаѣ, по мнѣнію Briggs'a (46), вліяетъ разрыхленіе верхняго горизонта почвы, благодаря кристаллизаціи въ немъ солей.

Очень большое значеніе въ вопросахъ испаренія имѣетъ характеръ поверхностнаго покрова. Поверхность, покрытая живой растительностью, испаряетъ наибольшее, поверхность съ мертвымъ покровомъ — наименьшее, а голая поверхность — среднее между ними количество воды [1]).

Различныя по составу почвы испаряютъ, при прочихъ равныхъ условіяхъ, неодинаковое количество влаги: такъ, напримѣръ, торфъ испаряетъ наибольшее количество воды, песокъ наименьшее, а глина занимаетъ среднее между двумя первыми породами положеніе.

Наконецъ, слѣдуетъ отвѣтить еще на вопросъ о вліяніи положенія склона на величину испаренія. Этому вопросу особенно много вниманія посвящаютъ работы Эзера (48) и Вольни (69), хотя его касались, въ большей или меньшей степени, и другіе изслѣдователи (Шюблеръ, Шумахеръ, Лоренцъ). Изъ опытовъ Эзера явствуетъ, что больше всего испаряется за годъ воды съ южныхъ склоновъ, затѣмъ идутъ склоны восточные, западные и, наконецъ, сѣверные, и что если уголъ паденія склона увеличивается, то, вмѣстѣ съ тѣмъ, возрастаетъ разница между величиной испаренія сѣверныхъ и южныхъ склоновъ, а также, соотвѣтственно, восточвыхъ и западныхъ, ибо съ возрастаніемъ угловъ паденія повышается испареніе на южномъ и восточномъ склонахъ и понижается — на сѣверномъ и западномъ. Вычисляя, вмѣстѣ съ тѣмъ, величину инсоляціи въ теченіе года на различныхъ склонахъ и подъ различными углами паденія, Эзеръ приходитъ къ выводу, что величина испаренія стоитъ въ прямомъ отношеніи съ величиной инсоляціи. Къ заключеніямъ автора слѣдовало бы добавить вліяніе силы, направленія и влажности вѣтровъ.

Обратимся теперь къ разсмотрѣнію вопроса о томъ, въ какихъ состояніяхъ можетъ находиться капельножидкая вода въ почвѣ и какими свойствами она обладаетъ. Согласно Рене д'Андримонъ (33-36), вода существуетъ въ почвѣ въ нѣсколькихъ состояніяхъ. Первое изъ такихъ состояній онъ называетъ капиллярнымъ; въ этомъ случаѣ вода заполняетъ всѣ промежутки между частицами почвы. Таково состояніе поверхностной части почвы послѣ достаточно обильнаго дождя. Второе состояніе наблюдается тогда, когда воды не хватаетъ, чтобы заполнить всѣ поры, но когда тѣмъ не менѣе можно видѣть капельки воды между

[1]) Вопросъ о вліяніи лѣса на испареніе и накопленіе влаги будетъ разсмотрѣнъ особо.

отдѣльными частицами почвы. Третье состояніе наступаетъ тогда, когда почва, на видъ сырая, совершенно не содержитъ видимыхъ капелекъ воды; послѣдняя облекаетъ лишь отдѣльныя зерна почвы очень тонкими оболочками. Этому состоянію дается названіе поверхностнаго или пленочнаго[1]). При такомъ состояніи зерна почвы еще связаны другъ съ другомъ. Наконецъ, почва можетъ казаться совершенно сухой, зерна ея не связаны другъ съ другомъ, а въ то же время эта почва содержитъ воду. Рене д'Андримонъ полагаетъ, что въ этомъ случаѣ вода заполняетъ микропоры внутри отдѣльныхъ зеренъ почвы и даетъ этому состоянію воды названіе сухого на видъ (sec apparent).

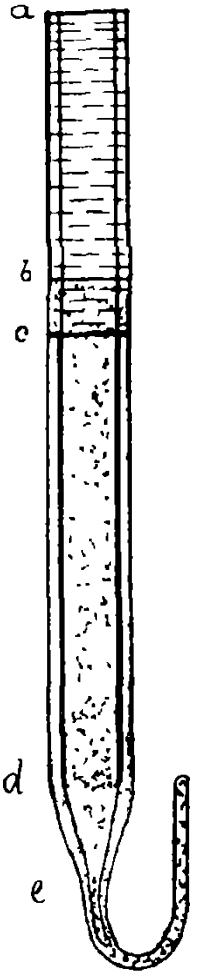


Рис. 6.

Послѣ дождя поверхностные горизонты почвы содержатъ воду въ капиллярномъ состояніи, а глубже, если почва суглиниста, сохраняется постоянная влажность, при чемъ глазомъ невозможно различить присутствіе воды. Послѣдняя находится здѣсь въ пленочномъ состояніи.

Вода въ пленочномъ состояніи движется, медленно опускаясь въ глубину, и переходитъ въ капиллярное состояніе, если на своемъ пути встрѣчаетъ породу иной проницаемости. De Heen (5) простымъ опытомъ доказалъ способность капельножидкой воды передвигаться въ пленочномъ состояніи. Онъ взялъ цилиндрическую стеклянную трубку, съуживающуюся въ нижней части и оттянутую въ загнутый конецъ, который оставленъ открытымъ для того, чтобы черезъ него могъ выходить воздухъ (рис. 6). Въ нижнюю часть трубки онъ помѣстилъ слой песка *de*. Выше песка былъ насыпанъ слой глинистаго порошка *bd*, а затѣмъ въ верхнюю часть трубки *ab* была налита вода. Черезъ нѣсколько времени верхній слой глины *bc* пропитался водой настолько, что цилиндръ глины казался имѣющимъ діаметръ, равный діаметру верхней поверхности трубки, нижній же слой *cd* представлялся на глазъ сухимъ. Черезъ нѣкоторое время, однако, въ пескѣ появилась видимая вода. Такимъ образомъ, значительный слой глины былъ пройденъ водой въ пленочномъ состояніи. Рене д'Андримонъ по-

[1]) Можно ли представлять себѣ пленочное состояніе такъ, какъ это представляетъ Рене д'Андримонъ, или подъ пленочной влагой мы должны понимать ту же капиллярную влагу, но только заполняющую болѣе мелкіе капиллярные каналы, при чемъ болѣе крупные заняты почвеннымъ воздухомъ, остается пока неяснымъ. Вопросъ этотъ требуетъ болѣе основательнаго разсмотрѣнія со стороны физиковъ.

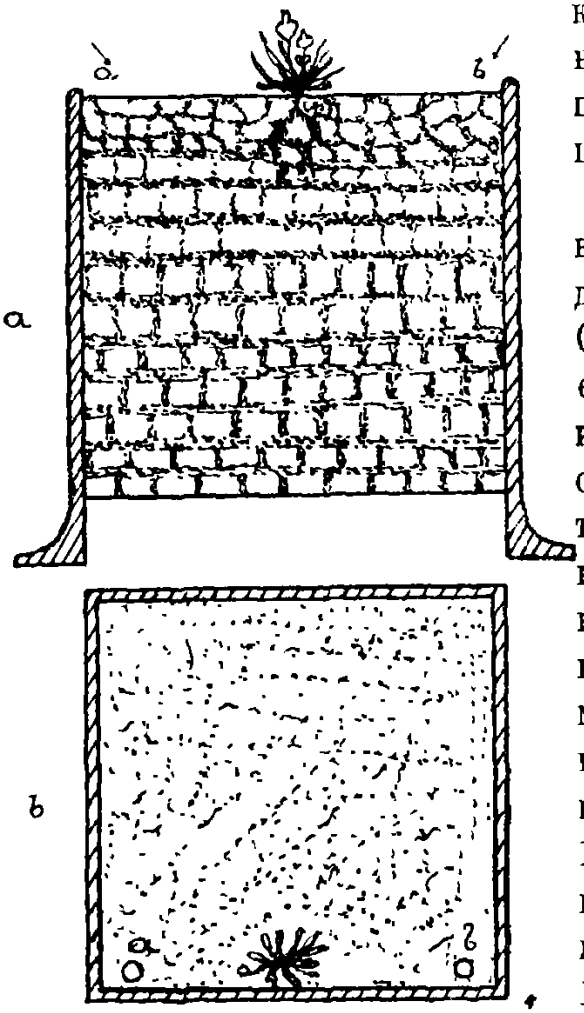


Рис. 7.

казалъ, что вода въ такомъ состояніи не только передвигается сама, но и передвигаетъ растворенныя въ ней вещества.

Чтобы выяснить, какъ движется вода въ пленочномъ состояніи, Рене д'Андримонъ произвелъ слѣдующій опытъ. Онъ взялъ стеклянный кубъ, наполнилъ его пескомъ, содержавшимъ 11% воды и затѣмъ у одной изъ стѣнокъ куба посѣялъ растенія (рис. 7). Предварительно онъ обклеилъ совнутри эту стѣнку куба часто размѣщенными, но не соприкасающимися другъ съ другомъ кусочками синей лакмусовой бумажки. Сѣмена орошались дестиллированной водой въ теченіе трехъ дней, пока они не проросли. Когда корешки достигли 1 см. длины, орошеніе сверху было прекращено, а въ точкахъ *a* и *b* два или три раза въ день было прилито 10 кб. см. воды, слабо подкисленной соляной кислотой. Развивающіяся растенія стали затѣмъ тянуть своими корнями воду, и кривыя, по которымъ эта вода двигалась къ корнямъ, рисовались красными полосами на синихъ лакмусовыхъ бумажкахъ (рис. 8). Ивыя кривыя получились въ другомъ опытѣ, гдѣ, при помощи маленькихъ сифончиковъ, Рене д'Андримонъ заставлялъ воду передвигаться снизу вверхъ въ капиллярномъ состояніи (рис. 9). Эти кривыя были гораздо болѣе выпуклыми книзу. Первая система кривыхъ показываетъ, что, въ случаѣ

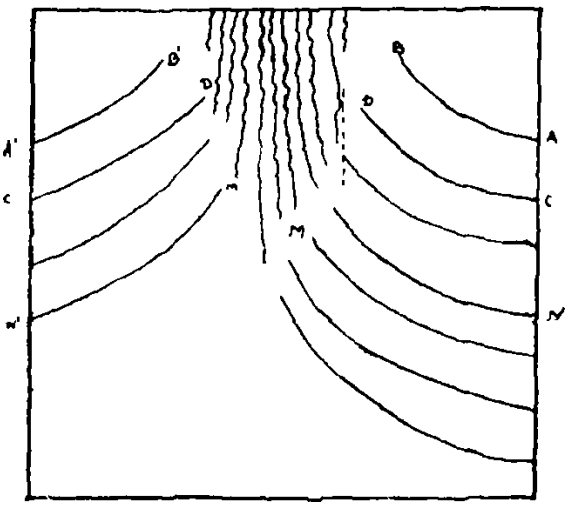


Рис. 8.

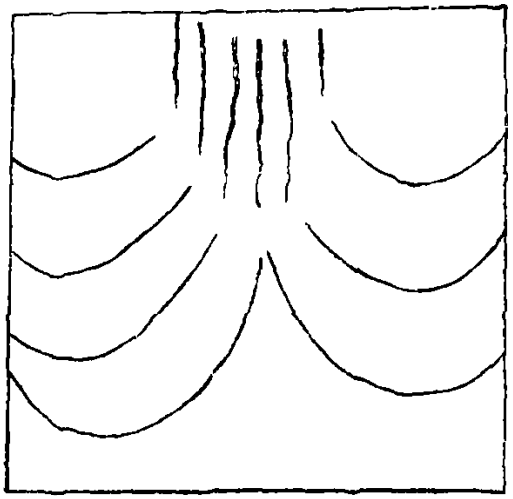


Рис. 9.

пленочнаго состоянія воды, сила тяжести почти стушевывается передъ величиной поверхностнаго натяженія, во второй системѣ (капиллярное состояніе) сила тяжести имѣетъ большее вліяніе.

Въ капиллярномъ состояніи циркуляція воды тѣмъ легче и тѣмъ скорѣе, чѣмъ крупнѣе зерна почвы, циркуляція же въ пленочномъ состояніи болѣе быстрая въ тонкочастичныхъ, чѣмъ въ грубочастичныхъ почвахъ [1]).

Законы, которые управляютъ движеніемъ воды въ пленочномъ состояніи, Рене д'Андримонъ формулируетъ слѣдующимъ образомъ:

1) Мощность слоя (пленки), покрывающаго частицы почвы бываетъ различна; она можетъ варіировать отъ 0 до максимума, которымъ является сфера молекулярнаго дѣйствія. Когда же послѣдняя мощность достигнута, появляется видимая вода.

2) Впитываніе всегда направлено отъ мѣстъ съ болѣе толстыми оболочками къ мѣстамъ, гдѣ оболочки тоньше.

3) Слои воды въ пленочномъ состояніи подвержены дѣйствію силы тяжести, которая заставляетъ ихъ опускаться.

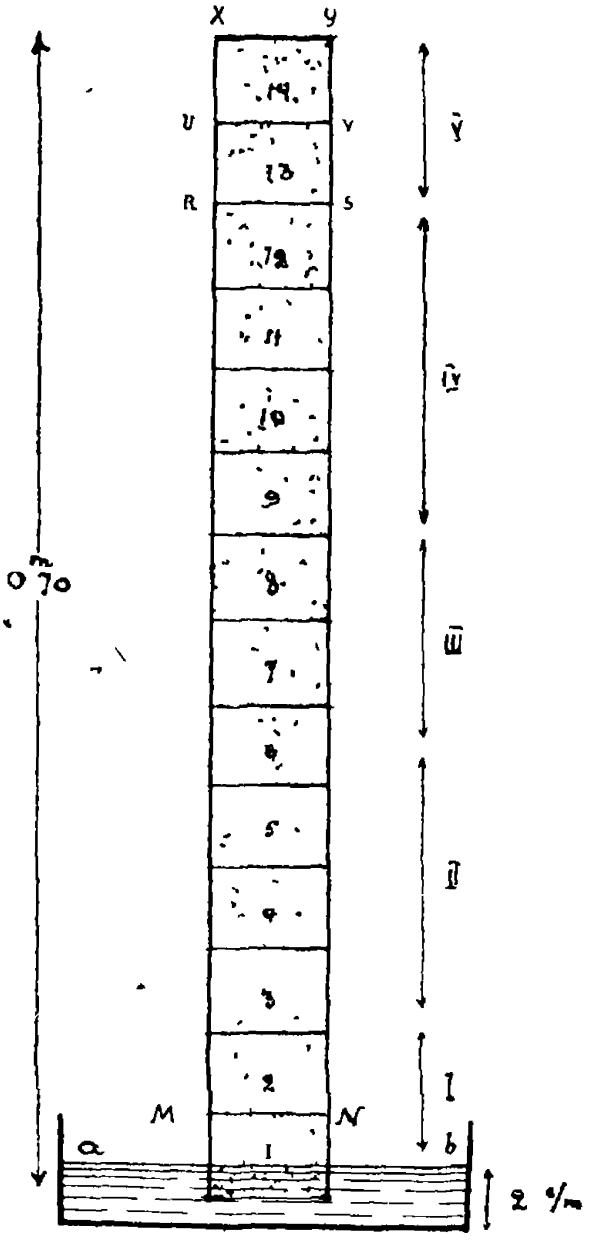


Рис 10

„Изъ этихъ законовъ слѣдуетъ, что, если почва впитываетъ воду снизу, то высота поднятія воды ограничена По мѣрѣ того какъ вода поднимается, дѣйствіе силы тяжести увеличивается и, наконецъ, наступаетъ равновѣсіе. Когда же, наоборотъ, почва впитываетъ сверху, то сила впитыванія и сила тяжести дѣйствуютъ въ одномъ направленіи, и опусканіе воды можетъ продолжаться до безконечности".

Прежде чѣмъ остановиться надъ свойствами воды въ капиллярномъ состояніи, съ которымъ обычно и имѣли дѣло прежніе изслѣдователи,

[1]) Очень интересны опыты Рене д'Андримонъ, затрагивающіе вопросы питанія растеній, но мы на нихъ останавливаться не будемъ, отсылая читателя къ оригиналу

посмотримъ, какъ распредѣляется вода въ вертикальномъ столбѣ почвы. Разберемъ сначала тотъ случай, когда вода поступаетъ въ этотъ столбъ снизу. Рене д'Андримонъ произвелъ слѣдующій опытъ: онъ взялъ 14 цилиндрическихъ отрѣзковъ стеклянной трубки, изъ коихъ каждый имѣлъ высоту въ 5 см. и діаметръ—6 см. Края этихъ отрѣзковъ тщательно были пришлифованы и соединялись другъ съ другомъ съ помощью особой замазки. Изъ отрѣзковъ была составлена цѣлая колонна въ 70 см. длиной и наполнена пескомъ. Колонна была помѣщена на тонкій слой стеклянной ваты, положенной на дно кристаллизатора, въ который наливалась вода. Уровень послѣдней поддерживался постояннымъ въ теченіе 9—10 дней (рис. 10). По истеченіи этого времени колонна была раздѣлена на части и въ каждой части влажность песка опредѣлялась отдѣльно. На основаніи полученныхъ данныхъ была построена діаграмма (рис. 11), при чемъ на оси абсциссъ откладывались высоты, съ которыхъ брались пробы, а на ординатахъ — количество воды въ граммахъ. На діаграммѣ линія AB (I) выражаетъ состояніе пересыщенія водой, BC (II) и CD (III) воду въ капиллярномъ состояніи, DE (IV) воду въ пленочномъ состояніи, EF (V) — сухое на видъ состояніе песка и FG (VI)—воду, теряющуюся при красномъ каленіи.

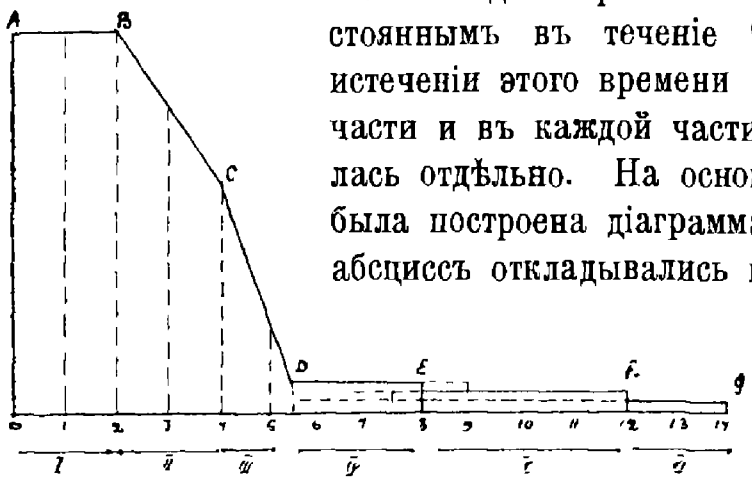


Рис. 11.

Аналогичныя картины даютъ также результаты опытовъ Вольни и Кинга, хотя эти данныя въ нѣкоторыхъ случаяхъ недостаточно полны (см. таблицы). У Вольни для опытовъ служили трубки въ 1 м. длиной и 4 см. діаметромъ, у Кинга трубки имѣли 3 м. высоты, а діаметръ ихъ былъ 15 см. Трубки Вольни оказались слишкомъ короткими для мелкихъ зеренъ песка, а въ опытахъ Кинга слишкомъ велики были интервалы между отдѣльными пробами, служившими для опредѣленія влажности.

Данныя Вольни.

Порядокъ слоевъ сверху внизъ.	Мощность слоя въ см.	Объемная влагоемкость въ % Кварцевый песокъ. 1—2 мм.	0,25—0,50 мм.	0,114—0,171 мм.	0,01—0,071 мм.
I (верхній)	10	3,66	4,38	6,03	35,5
II	15	4,09	4,79	6,38	35,2
III	15	4,00	4,81	7,10	39,4
IV	15	4,80	4,64	12,97	39,7
V	15	4,44	4,77	36,46	40,8
VI	15	4,59	8,56	41,11	41,7
VII	15	18,16	37,04	41,54	42,4

Данныя Кинга.

Порядокъ слоевъ сверху внизъ.	Мощн. слоя въ см.	На 100 ч. сухого песка удержано частей воды. Приблизительн. размѣръ песчан. зеренъ въ мм. 0,0465	0,0182	0,0152	0,0112	0,0075
I	225—300	2,16	2,45	2,58	3,06	3,54
II	150—225	2,41	2,71	2,95	3,71	5,68
III	75—150	2,73	2,95	3,20	5,46	11,19
IV	0— 75	7,77	11,56	14,32	18,05	19,06
	0— 15	17,03	20,18	20,02	20,70	20,69

Изъ опытовъ Ренс д'Андримонъ явствуетъ, что капиллярному состоянію влаги соотвѣтствуютъ два отрѣзка кривой. Первый (АВ) — представляетъ то состояніе, когда всѣ поры почвы заполнены водой, т.-е. состоянію наибольшей влагоемкости. Второй отрѣзокъ (ВС) представляетъ относительную влагоемкость (согласно Коссовичу, 75). Подъ наименьшей влагоемкостью, повидимому, приходится разумѣть теперь то количество воды, которое заключаетъ почва тогда, когда вода находится въ ней въ плеиочномъ состояніи. Уже изъ опыта De-Heen'a, описаннаго выше (стр. 231), видно, что то количество воды, которое насыщаетъ глину въ видѣ пленочной влаги, достаточно для того, чтобы насытить песокъ въ видѣ капиллярной влаги, иначе говоря, то, что для глины будетъ наименьшей влагоемкостью, для песка будетъ наибольшей.

Рядъ опытныхъ изслѣдованій (Майеръ, Габерландтъ, Кленце, Саксъ, Вольни (71—84) и др. показалъ: 1) что влагоемкость почвы тѣмъ больше, чѣмъ мелкозернистѣе эта послѣдняя; 2) при одинаковой величинѣ частицъ, наименьшей влагоемкостью отличается кварцъ, наибольшей торфъ; меньше, чѣмъ у торфа, но значительно больше, чѣмъ у кварца, влагоемкость глины (собственно — каолина; 3) известковый песокъ (при прочихъ равныхъ условіяхъ) отличается нѣсколько большей влагоемкостью чѣмъ кварцевый; 4) влагоемкость грубозернистыхъ почвъ (песокъ), при наличности слабо проводящей влагу подстилающей породы, значительно повышается, и тѣмъ больше, чѣмъ ближе послѣдняя къ поверхности; 5) влагоемкость почвы тѣмъ меньше, чѣмъ выше температура среды, и повышеніе температуры сказывается на величинѣ влагоемкости тѣмъ рѣзче, чѣмъ грубѣе поры почвы; 6) замерзаніе понижаетъ ея влагоемкость (Саксъ, Габерландтъ), при чемъ это явленіе имѣетъ преходящій характеръ для всѣхъ тѣхъ почвъ, которыя легко могутъ быть превращены въ разсыпчатое состояніе (грубозернистыя, богатыя пескомъ), и длительный характеръ для почвъ, склонныхъ къ образованію комочковъ (тонкозернистыхъ глинистыхъ); 7) морозъ оказываетъ тѣмъ большее вліяніе, чѣмъ больше почва содержитъ воды и чѣмъ чаще, въ извѣстныхъ предѣлахъ, онъ чередуется съ оттаиваніемъ; 8) на величину

влагоемкости вліяютъ, наконецъ, нѣкоторыя соли (Ульрихъ, 81). Такъ углесоли щелочей понижаютъ влагоемкость, нитраты и хлориды повышаютъ ее, сѣрнокислыя же соли оказываются въ этомъ смыслѣ нейтральными.

Высота поднятія воды по капиллярамъ почвы, какъ уже видно изъ опытовъ Вольни и Кинга, неодинакова въ зависимости отъ величины почвенныхъ частицъ. Въ капиллярномъ состояніи вода въ грубозернистыхъ почвахъ поднимается вообще не высоко, въ тонкозернистыхъ же можетъ быть поднята и на значительную высоту (послѣдній столбецъ таблицы Вольни), предѣлъ же поднятія пленочной влаги до сихъ поръ точно не установленъ. Опыты Кинга даютъ возможность заключить, что до высоты 3 метровъ въ породахъ и почвахъ мелкочастичныхъ она все-таки можетъ подняться. Поднятіе воды по капиллярамъ почвы, если нѣтъ притока влаги извнѣ, можетъ начаться лишь тогда, если количество влаги въ почвѣ превышаетъ половину ея полной влагоемкости. Конечно, въ этомъ случаѣ нельзя разсчитывать на сколько-нибудь значительный подъемъ воды въ капиллярномъ состояніи, просто въ силу недостатка воды, и уже на сравнительно небольшой высотѣ она должна перейти въ пленочное состояніе. Сказанное видно, между прочимъ, изъ слѣдующаго опыта, произведеннаго Лебедевымъ (21). Плоскій стаканъ наполнялси пескомъ такимъ образомъ, что песокъ насыпался въ воду и затѣмъ избытокъ воды сливался. Влажность песка въ слоѣ отъ 0—1 см. была 25,1%. Надъ стаканомъ затѣмъ было поставлено горизонтальное пламя бунзеновской горѣлки, которымъ песокъ нагрѣвался въ теченіе 8 часовъ; затѣмъ стаканъ былъ оставленъ при комнатной температурѣ на 2 сутокъ, послѣ чего было произведено послойное опредѣленіе влажности. Результаты получились слѣдующіе:

На глубинѣ отъ поверхности . .	0— 0,5 см. . . .	0,2%	влажности.
„	0,5— 1 „ . . .	3,8%	„
„	2,5— 3,0 „ . . .	7,5	„
„	6,5— 7,0 „ . . .	9,9	„
„	9,5—10,0 „ . .	23,1	„
„	15,0—16,0 „ . . .	26,2	„

По даннымъ старыхъ изслѣдователей, скорость капиллярнаго поднятія и его высота находятся въ зависимости не только отъ механическаго состава (см. выше), но и отъ структуры почвы, ея петрографическаго характера и, наконецъ, температуры. По отношенію къ механическому составу и структурѣ выяснены слѣдующія закономѣрныя соотношенія (Либенбергъ, Кленце, Эдлеръ, Вольни и др.): 1) вода поднимается по капиллярамъ почвы тѣмъ выше, чѣмъ тоньше частицы почвы, при чемъ поднятіе воды идетъ тѣмъ медленнѣе, чѣмъ выше она поднялась, и такое замедленіе въ поднятіи идетъ тѣмъ скорѣе, чѣмъ грубѣе зерно

почвы: 2) при величинѣ зеренъ около 2,5 мм. капиллярное поднятіе воды совершенно прекращается; 3) скорость его въ почвахъ, состоящихъ изъ зеренъ различныхъ рзмѣровъ, средняя сравнительно со скоростями поднятія въ массахъ, слагающихся изъ зеренъ одинаковаго (но для каждой массы различнаго) размѣра; 4) въ зернистыхъ массахъ скорость капиллярнаго поднятія уменьшается тѣмъ значительнѣе, чѣмъ большій размѣръ имѣютъ не капиллярныя пустоты: 5) поры опредѣленной величины (0,05 до 0,1 мм.) проводятъ воду скорѣе всего: болѣе мелкія поры, благодаря возрастанію тренія и сопротивленію, обусловливаемому притяженіемъ влаги стѣнками каналовъ (прилипанію), замедляютъ поднятіе воды. Въ крупныхъ порахъ капиллярному поднятію противодѣйствуетъ сила тяжести; 6) камни, находясь въ почвѣ, замедляютъ капиллярное поднятіе воды; 7) въ сложенныхъ изъ различныхъ по механическому составу горизонтовъ почвахъ поднятіе идетъ гораздо легче изъ слоя крупнозернистаго въ тонкозернистый, чѣмъ обратно: 8) изъ составныхъ частей почвъ скорѣе всего проводитъ воду кварцъ, а затѣмъ гумусъ, тогда какъ въ глинѣ (подразумѣвается каолинъ) поднятіе воды за тотъ же періодъ времени наименьшее; 9) при болѣе высокой температурѣ скорость капиллярнаго поднятія нѣсколько увеличивается.

Что касается вліянія солей на капиллярное поднятіе, то новѣйшія изслѣдованія Briggs'a и Laphan'a приводятъ къ заключенію, что слабые растворы солей вообще не увеличиваютъ капиллярнаго поднятія почвенной воды, концентрированные же или насыщенные растворы всѣхъ солей замѣтно понижаютъ поднятіе, что стоитъ, главнымъ образомъ, въ связи съ плотностью растворовъ Углекислый натрій замѣтно отличается отъ другихъ солей большимъ капиллярнымъ поднятіемъ, что, по мнѣнію изслѣдователей, зависитъ отчасти отъ обмыливанія слѣдовъ жира, встрѣчающагося на поверхности почвенныхъ частицъ. То же наблюдается по отношенію къ гидролизирующимся боратамъ и фосфатамъ.

Изученіемъ проницаемости породъ для воды занимались многіе изслѣдователи, изъ коихъ укажемъ на Зеельгейма. Величковскаго, Вольни, Шпринга и Рабозэ.

Зеельгеймъ (94) пользовался въ своихъ опытахъ пескомъ, глиной и мѣломъ. Всѣ эти вещества подвергались предварительной очисткѣ и промыванію и вносились въ стеклянныя трубки, въ которыхъ велись опыты, небольшими порціями и въ увлажненномъ состояніи, чтобы въ промежутки между частицами не попадалъ воздухъ. Если опытъ производился въ U-образной трубкѣ, то количества воды, прошедшія сквозь песокъ при одинаковыхъ температурахъ и въ равныя времена, оказывались пропорціональными давленію, подъ которыми просачивалась вода. Если вмѣсто U-образной трубки употреблялась прямая, то къ высотѣ водяного столба, находящагося надъ пескомъ, необходимо

было причислить высоту песчанаго столба: тогда опять устанавливалась пропорціональность между давленіемъ и протекшимъ количествомъ воды. Послѣднее оказывалось, кромѣ того, обратно пропорціональнымъ длинѣ песчанаго столба, или, иначе говоря, толщинѣ песчанаго слоя. Зависимость между количествомъ прошедшей воды и поперечнымъ сѣченіемъ песчанаго столба выразилась такъ: количество воды пропорціонально площади поперечнаго сѣченія. Наконецъ, количество воды оказалось пропорціональнымъ квадратамъ радіусовъ песчаныхъ зеренъ.

Если употреблялись два слоя песка, состоявшіе изъ зеренъ различнаго діаметра, то количества проходящей воды находились въ зависимости отъ слоя тонкозернистаго, все равно, проходила ли вода сначала черезъ грубозернистый песокъ, а потомъ черезъ тонкозернистый, или наоборотъ. Вліяніе слоевъ болѣе грубаго песка сводилось, такимъ образомъ, къ нулю.

При смѣшеніи зеренъ песка различной величины наблюдаются два случая: если разница въ размѣрѣ зеренъ не такъ велика, чтобы болѣе мелкія зерна могли умѣщаться въ промежуткахъ между болѣе крупными, то проходящія количества воды даютъ среднюю величину тѣхъ количествъ, которыя проходятъ черезъ каждый слой смѣси въ отдѣльности. Если же мелкія зерна умѣщаются между крупными, то получаются величины, въ которыхъ ясно сказывается вліяніе болѣе тонкихъ зеренъ.

Опыты съ глиной и мѣломъ дали, по существу, тѣ же результаты. Изслѣдовался, между прочимъ, и вопросъ, въ какой зависимости находится проницаемость отъ количества воды, находящейся въ глинѣ, при чемъ оказалось, что, съ увеличеніемъ содержанія послѣдней, проницаемость убываетъ.

Каждой породѣ, кромѣ того, свойственна особая константа (величина тренія), отъ которой зависятъ количества проходящей воды, при прочихъ равныхъ условіяхъ.

Опыты Величковскаго (96), оперировавшаго съ крупночастичнымъ пескомъ (зерна размѣрами отъ 0,33 до 7 мм.), привели къ нѣсколько инымъ выводамъ, а именно: если давленіе возрастаетъ въ геометрической прогрессіи, то количество проходящей воды растетъ въ прогрессіи ариѳметической, причемъ величина разности этой прогрессіи зависитъ, главнымъ образомъ, отъ величины зерна. При одинаковой величинѣ зерна эта разность зависитъ отъ толщины слоя. У тонкозернистыхъ породъ разность прогрессіи измѣняется скорѣе, чѣмъ растетъ толщина слоя.

Если первый членъ ариѳметической прогрессіи равенъ a, найденная опытомъ разность прогрессіи — d, то количество протекающей воды для каждаго давленія опредѣляется формулой:

$$L = a + d\ (n - 1),$$

гдѣ L послѣдній членъ прогрессіи, опредѣляющій количество воды при давленіи *n*. Изслѣдованія Вольни (97), старавшагося согласить противорѣчія въ выводахъ Зеельгейма и Величковскаго, позволили ему формулировать свои заключенія слѣдующимъ образомъ:

1) Проницаемость породы для воды возрастаетъ съ увеличеніемъ размѣровъ зеренъ, и способность фильтраціи въ смѣси различныхъ сортовъ зеренъ приближается къ таковой же способности тонкозернистаго матеріала.

2) Количество воды, проходящее сквозь породу, возрастаетъ вмѣстѣ съ давленіемъ, но не пропорціонально ему, а въ меньшемъ отношеніи, такъ что, при равномѣрныхъ приростахъ давленія, разницы въ количествахъ протекшей воды для опредѣленнаго матеріала и опредѣленной высоты слоя постоянны.

3) Проходящія сквозь породу количества воды стоятъ въ обратномъ отношеніи къ моіцности слоя, но пропорціональны послѣдней только для тонкозернистыхъ породъ и болѣе высокихъ давленій, тогда какъ для другихъ породъ и меньшихъ давленій получается меньшее отношеніе, чѣмъ между толщиной слоевъ и тѣмъ меньшее, чѣмъ крупнѣе зерна породы.

4) Проницаемость песка сильно понижается даже отъ прибавки небольшихъ колнчествъ глины.

Въ работахъ Шпринга (95) изучалась не только проницаемость породъ въ вертикальномъ, но и въ горизонтальномъ направленіяхъ. Не останавливаясь на условіяхъ опытовъ и полученныхъ изслѣдователемъ цифровыхъ данныхъ, сообщимъ лишь главнѣйшіе выводы:

1) Вода не циркулируетъ въ пескѣ горизонтально со скоростью, обратной толщинѣ фильтра, и пропорціонально давлевію. Когда фильтры толсты, то эффектъ давленія все болѣе и болѣе сглаживается и вода доходитъ лишь до стадіи впитыванія (imbibition). Формула Пуазеля не приложима къ случаю прохожденія воды на большомъ протяженіи въ пескѣ. При увеличеніи давленія толщина фильтра нѣкоторое время еще оказываетъ вліяніе на уменьшеніе скорости фильтрацін, но вскорѣ эффектъ давленія исчезаетъ: вода начинаетъ циркулировать такъ, какъ будто бы ея движеніе было свободнымъ.

2) При вертикальной фильтраціи результаты наблюденій согласны между собой только въ тѣхъ случаяхъ, когда песокъ образованъ одинаковыми зернами. Такъ какъ, однако, такое условіе никогда не реализуется въ природѣ, то просачиваніе воды не можетъ слѣдовать простому закону, выражаемому математической формулой.

3) Законъ Пуазеля приложимъ болѣе или менѣе только къ фильтрамъ малой мощности.

Дебитъ вертикальнаго фильтра не уменьшается пропорціонально его толщинѣ, если давленіе воды не перешло извѣстнаго предѣла. Когда давленіе слабо, дебитъ, напротивъ, увеличивается вмѣстѣ съ толщиной фильтра, такъ какъ въ данномъ случаѣ оказываетъ большое вліяніе вѣсъ вертикальнаго столба воды.

Скорость питанія подземныхъ водъ не уменьшается поэтому при увеличеніи толщины слоя, который проходитъ вода.

4) Если фильтрующаяся сквозь песокъ вода содержитъ воздухъ, что всегда наблюдается въ природѣ), часть воздуха мѣстами выходитъ наружу, благодаря депрессіи, возникающей подъ вліяніемъ вѣса вертикальнаго столба воды. Это явленіе значительно замедляетъ опусканіе воды.

5) Температура дѣйствуетъ на дебитъ фильтра постольку, поскольку она уменьшаетъ внутреннее треніе фильтрующейся влаги. Дебитъ удваивается для разности температуры около 30° (на вліяніе температуры указывалъ и Зеельгеймъ).

6) Проникновеніе метеорныхъ водъ въ почву не можетъ совершаться правильно, въ видѣ слоевъ, сохраняющихъ параллельность самимъ себѣ. Воздухъ, заключающійся въ породѣ, будучи вынужденъ уступать мѣсто водѣ, вліяетъ такимъ образомъ, что вода опускается лишь въ ограниченныхъ районахъ, другіе же служатъ каналами для выхода воздуха.

Съ нѣкоторыми изъ этихъ выводовъ не соглашается Рабозе (93): онъ полагаетъ, во-первыхъ, что законъ истеканія воды болѣе соотвѣтствуетъ формулѣ Пуазеля для длинныхъ фильтровъ, чѣмъ для короткихъ; во-вторыхъ, онъ указываетъ, что для фильтра въ 4 метра длиной увеличеніе давленія въ 0,182 до 2,7 м., т. е. въ 15 разъ, удесятеряетъ дебитъ (1-й выводъ Шпринга).

Изъ всего сказаннаго видно, что вопросъ о просачиваніи воды въ почвы представляется достаточно сложнымъ, и различныя детали этого вопроса требуютъ еще дальнѣйшаго освѣщенія.

Практически породы, по степени проницаемости, дѣлятъ на три группы, а именно: породы проницаемыя, полупроницаемыя и непроницаемыя. Первая и послѣдняя группы могутъ быть въ тоже время влагоемкими и невлагоемкими (Никитинъ, 31). Къ числу проницаемыхъ невлагоемкихъ породъ принадлежатъ различные пески, галечники и хрящевики, черезъ которые вода просачивается быстро, задерживаясь въ порахъ въ небольшихъ количествахъ. Сюда же относятся трещиноватые известняки. Влагоемкость этихъ породъ не болѣе 25—30% по вѣсу. Типичнымъ представителемъ проницаемыхъ влагоемкихъ породъ является торфъ, поглощающій громадное количество влаги (100—1500% по вѣсу). Наибольшей влагоемкостью отличаются чистые сфагновые торфяники, наименьшей — илова-

тые, т. е. содержащіе много минеральныхъ примѣсей. Торфъ начинаетъ пропускать сквозь себя воду только тогда, когда онъ насыщенъ до полной влагоемкости. Въ группѣ непроницаемыхъ невлагоемкихъ породъ находятся разнообразныя плотныя кристаллическія породы, каковы граниты, гнейсы, діориты и пр. Сюда же можно причислить нѣкоторые плотные песчаники, кварциты, а иногда и известняки, лишенные трещинъ. Къ непроницаемымъ влагоемкимъ породамъ относятся различныя глины. Наконецъ, группу полупроницаемыхъ породъ составляютъ суглинки, мергеля и лессъ, вообще всѣ тѣ породы, которыя способны впитывать въ себя влагу и медленно проводить ее въ глубину.

Закончивъ съ теоретическими соображеніями и опытными изслѣдованіями, затрогивавшими вопросы объ отношеніяхъ почвы къ водѣ, перейдемъ къ наблюденіямъ въ природѣ. Такихъ наблюденій очень много, но немного найдется такихъ, гдѣ бы влажность почвы и грунта изучалась систематически, въ теченіе цѣлаго года, начиная отъ поверхности и кончая уровнемъ грунтовой воды, по возможности на короткихъ промежуткахъ до 5 см. Поэтому цѣлый рядъ работъ въ этой области говоритъ намъ лишь о водномъ режимѣ поверхностныхъ горизонтовъ почвы, о вліяніи на влажность этихъ горизонтовъ той или иной обработки, тѣхъ или иныхъ культуръ, но не даетъ полной картины воднаго режима почвы въ широкомъ смыслѣ.

Базируясь на разсмотрѣнныхъ выше теоретическихъ соображеніяхъ, мы имѣемъ право ожидать, что въ природѣ возможны два случая распредѣленія влаги. Послѣ долгой засухи мы должны получить картину, которую рисуютъ опыты Кинга, т. е. опредѣляя влажность по горизонтамъ, мы увидимъ, что максимальная влажность будетъ вблизи уровня грунтовыхъ водъ, откуда она постепенно или съ нѣкоторыми скачками (въ зависимости отъ механическаго состава почвы) будетъ падать по мѣрѣ приближенія къ земной поверхности. Послѣ дождей и во влажные періоды года максимальную влажность будутъ имѣть какъ поверхностные горизонты, такъ и горизонты, ближайшіе къ уровню грунтовой воды; въ промежуткѣ влажность будетъ падать по направленію къ срединѣ изучаемой толщи почвы.

Послѣдній случай мы имѣемъ для распредѣленія влажности въ песчаной подзолистой почвѣ Лѣсного Института, гдѣ по даннымъ Любославскаго (24) за 15 лѣтъ уровень грунтовой воды въ среднемъ за годъ находится отъ поверхности на разстояніи 141 см. (наивысшее стояніе въ маѣ 1903 г. — 84,2 см., наинизшее — въ мартѣ 1902 г. — 286,5 см.) Влажность почвы на различныхъ глубинахъ по мѣсяцамъ измѣряется слѣдующими данными:

Мѣсяцы.	Глубина въ сантиметрахъ 5	20	40	60	80	100	120
Январь	16,88	12,23	5,91	4,21	3,80	3,40	7,56
Февраль	13,83	13,66	8,70	4,58	3,82	4,42	8,33
Мартъ	17.76	11,51	4,88	4,11	4,54	3,53	7,33
Апрѣль	21,07	15,13	7,96	5,27	6,37	12,16	11,75
Май	19,26	8,58	4,46	4,29	9,35	18,51	12,64
Іюнь	15,26	9,80	4,97	4,38	6,48	13,65	10,97
Іюль	16,33	7,83	5,11	3,28	4,55	7,21	8,63
Августъ	22,02	9,51	4,48	4,38	8,18	11,29	11,59
Сентябрь	23,18	9,72	5,80	4,14	6,32	8,93	11,17
Октябрь	22,29	9,82	5,22	4,53	5,08	10,82	10,28
Ноябрь	16,79	12,89	6,07	4,56	6,09	13,17	11,65
Декабрь	17,74	15,57	6,07	4,12	2,98	5,43	9,32
Годъ	18,53	11,35	5,80	4,32	5,63	9,38	10,10

Изъ приведенной таблицы видно, что несмотря на достаточное количество осадковъ, выпадающихъ въ окрестностяхъ Петрограда, несмотря на благопріятныя условія просачиванія влаги (песчаная почва), на глубинѣ 60 см. имѣется слой почвы, сохраняющій въ теченіе всего года почти одинаковую влажность. При меньшихъ количествахъ осадковъ, большей глубинѣ залеганія уровня грунтовыхъ водъ и меньшей водопроницаемости почвы этотъ горизонтъ съ постоянной въ течевіе цѣлаго года влажностью долженъ быть мощнѣе. И дѣйствительно, изслѣдованія Высоцкаго въ Велико-Анадолѣ показываютъ, что тамъ глубже 4 м., на протяженіи почти десятка метровъ, влажность держится болѣе или менѣе постоянной круглый годъ, какъ это видно изъ таблицы:

Глубина отъ поверхности.	Влажность поля (и залежи) въ % отъ сырой навѣски.
4 метра	16,2%
4,25 „	16,7
4,5 „	15,0
4,75 „	16,3
5,0 „	15,7
5,25 „	15,7
5,5 „	14,8
5,75 „	15,1
6,0 „	15,0
6,5 „	15,6
7,0 „	15,3
7,5 „	15,8
8,0 „	15,6
8,5 „	15,7
9,0 „	15,5
9,5 „	15,3
10,0 „	15,2

Глубина отъ поверхности.	Влажность поля (и залежи) въ % отъ сырой навѣски.
10,5 метра	16,1
11,0 „	15,5
11,5 „	16,8
12,0 „	16,5
12,5 „	14,3
13,0 „	16,2
13,5 „	15,1
14,0 „	16,7
14,5 „	15,1
15,0 „	19,8 (близко вода).

Эти данныя не даютъ возможности заключить о томъ, что сквозь слои, имѣющіе въ теченіе года постоянную влажность, не проходитъ вода, выпадающая на дневную поверхность въ видѣ атмосферныхъ осадковъ; можно только утверждать, что вода проходитъ здѣсь медленно и въ небольшихъ количествахъ.

Первый случай изъ указанныхъ выше представляютъ слѣдующія наблюденія Измаильскаго (98) надъ влажностью черноземной почвы Полтавской губ. Наблюденія произведены въ Григоренковѣ на ровной степи, густо усѣянной воронками.

Глубина отъ поверхн. въ аршинахъ.	Влажность въ % отъ сырой почвы.	
1	12,59%	
2	12,86	
3	12,91	
4	13,79	
5	15,57	
6	17,38	
7	18,44	
8	17,36	
9	14,28	
10	18,08	
11	19,21	
12	20,89	
13	22,71	
14	22,94	Грунтов. вода.
15	22,74	

Такого рода случаи въ природѣ должны, однако, наблюдаться рѣдко, ибо они возможны лишь тогда, когда вода въ почвѣ пришла въ равновѣсіе и когда всѣ горизонты почвы болѣе или менѣе одинаково влагоемки. Если же этихъ условій нѣтъ, то распредѣленіе влаги можетъ давать и болѣе пестрыя картины. Въ качествѣ иллюстраціи приведемъ

опредѣленія влажности почвы на Одесскомъ опытномъ полѣ (Ротмистровъ, 99), произведенныя до глубины 2 м., причемъ опредѣленія дѣлались черезъ каждый сантиметръ.

Глуб. въ см.	%	Глуб. въ см.	%	Глуб. въ см.	%	Глуб. въ см.	%	Глуб. въ см.	%
1	2,1	37	16,2	79	9,5	127	8,6	169	10,6
2	7,2	38	16,1	80	9,1	128	9,0	170	10,7
3	8,7	39	16,2	87	9,8	129	8,9	171	10,0
4	10,0	40	15,9	88	9,8	130	8,3	172	10,0
5	13,6	47	15,1	89	9,7	131	8,7	173	10,5
6	13,6	48	14,7	90	9,8	132	9,7	174	10,0
7	14,6	49	14,9	91	10,1	133	—	175	10,9
8	15,1	50	14,9	92	9,7	134	9,1	176	10,7
9	14,4	51	14,5	93	9,9	135	9,1	177	10,7
10	15,0	52	14,8	94	9,9	136	9,0	178	10,4
11	16,0	53	14,7	95	10,1	137	9,6	179	11,0
12	15,9	54	15,0	96	9,8	138	9,4	180	10,4
13	15,7	55	14,4	97	9,9	139	9,7	181	10,2
14	15,7	56	14,2	98	9,2	140	10,0	182	10,2
15	15,8	57	14,3	99	9,9	141	—	183	10,7
16	16,0	58	—	100	10,1	142	9,1	184	10,9
17	16,2	59	13,4	101	9,6	143	—	185	11,1
18	16,1	60	13,0	102	9,5	144	8,8	186	11,2
19	16,4	61	12,6	103	9,9	145	9,4	187	10,3
20	16,1	62	13,0	104	9,6	146	9,5	188	10,5
21	16,1	63	12,0	105	9,0	147	9,3	189	11,1
22	16,1	64	12,3	106	9,5	148	10,2	190	11,3
23	15,8	65	11,5	107	9,7	149	10,4	191	11,0
24	—	66	10,0	108	9,4	150	9,6	192	11,2
25	15,7	67	10,5	119	8,9	151	9,8	193	11,4
26	15,5	68	10,1	110	9,6	152	9,2	194	10,4
27	—	69	10,2	111	9,5	153	9,8	195	11,3
28	—	70	9,9	112	9,7	154	10,2	196	11,2
29	—	71	9,7	113	9,9	155	10,1	197	11,2
30	—	72	9,0	114	9,8	156	9,6	198	11,1
31	16,3	73	9,8	115	8,6	157	9,9	199	11,3
32	16,0	74	9,5	116	9,6	158	10,2	200	11,0
33	—	75	9,7	117	9,1	159	10,0		
34	—	76	9,3	118	9,3	160	9,5		
35	16,1	77	9,3	129	8,9	167	10,6		
36	16,1	78	9,8	120	9,7	168	10,5		

Приведенные до сихъ поръ примѣры относились къ подзолистой и различнымъ частямъ черноземной зонъ. Какъ распредѣляется влажность въ зонѣ полупустыни, показываютъ наблюденія Чаянова (100) на Темирскомъ опытномъ полѣ Уральской области.

Влажность въ 1910 г.

Глубина	На тяжеломъ суглинкѣ					На столбчатомъ солонцѣ					
въ см.	16/IV.	11/V.	12/VI.	21/VIII.	25/X.	22/IV.	14/V.	12/VI.	22/VII.	21/VIII.	28/IX.
0	1,6	2,1	1,5	1,5	12,1	16,7	1,0	1,4	1,1	0,6	11,8
5	10.9	5,9	4,9	4,5	13,8	17,3	8,4	6,6	8,3	8,1	16,7
10	13,3	8,3	6,1	6,0	8,9	17,0	11,7	11,0	10,7	11,3	11,2
20	14,3	9,7	7,1	7,3	7,3	14,2	11,2	11,2	10,8	10,7	11,0
30	12,6	10,5	9,3	8,3	9,9	9,8	9,6	9,4	9,7	9,8	10,2
40	9,5	9,1	9,0	8,2	9,2	8,8	8,1	8.5	8,9	8,7	9,0
50	8,3	8,7	8,7	8,6	8,5	8,2	7,6	8,2	8,7	8,5	9,0
60	8,5	8.5	8,0	7,7	8,0	8,1	7,6	8,2	8,9	8,3	8,3
70	8,2	7,9	7,9	8,0	7,7	7,9	7,5	7,8	8.5	8,3	8,2
80	8,1	7,0	7,0	7,6	7,2	8,1	7,5	7,2	7,7	7,8	8,0
90	7,3	7,0	6,8	6,5	6,7	8,0	7,9	7,1	8,1	7,2	8,1
100	6,7	5,3	6,8	6.6	6,6	8,3	8,1	7,5	8,5	7,1	8,1
110	6,0	6,5	6,7	6,8	6,1	7,2	7,9	7,9	8,0	7,1	9,0
120	6,8	6,8	6,0	6,5	6,7	7,0	7,8	6,9	6,9	8,0	8,8
130	6,2	6,1	6,7	7,6	6,4	6,4	7,8	6,4	6,8	8,2	7,0
140	6,6	6,2	6,9	7,9	6,5	6,6	7,1	5,5(?)	6,5	7,4	6,3
150	5,0	5,5	5,5	7,2	5,9	—	6,6	5,2(?)	6,5	7,0	6,8
160	4,8	—	—	—	5,5	6,2	—	—	5,7	—	7,6
170	4,9	—	—	—	5,0	5,3	—	—	5,1	—	6,9
180	3,3	—	—	—	4,5	4,4	—	—	5,7	—	8,4(?)
190	3,8	—	—	—	4,4	4,7	—	—	5,4	—	5,7
200	3,6	—	—	—	4,4	4,0	—	—	4.5	—	5,4
210	4,0	—	—	—	3,4(?)	4,0	—	—	4,3	—	4,1
220	3,0	—	—	—	4,1	3,9	—	—	4,1	—	4,1
230	—	—	—	—	4,1	—	—	—	—	—	—

Эти цифры дают представленіе о нѣкоторыхъ индивидуальныхъ особенностяхъ почвъ полупустынной зоны: у столбчатыхъ солонцовъ, гдѣ горизонтъ B отличается наибольшей глинистостью и наименьшей водопроницаемостью, вода напитываетъ замѣтно этотъ горизонтъ (10—20 см.) и лишь очень медленно отдаетъ воду глубже лежащимъ горизонтамъ. У тяжелаго суглинка, гдѣ горизонтъ B выраженъ значительно слабѣе, вода распредѣляется равномѣрнѣе и скорѣе поступаетъ въ болѣе глубокіе горизонты.

Литература.

Происхожденіе почвенной и грунтовой воды.

1. Бараковъ, П. „Почвовѣдѣніе“ 1908, № 3.
2. Близнинъ, Г. Труды Имп. В. Экон. Общ. 1890, № 3.
3. — Метеоролог. Вѣстникъ, 1892, № 7.
4. — Труды Метеоролог. Сѣти юго-зап. Россіи. Одесса, 1896.
5. De-Heen Acad. des Sciences (Belgique), 1904, № 1, p. 63—65.
6. Dobeneck, A. Wollny's-Forschungen, Bd. XV, p. 163—228.
7. Ebermayer. Wollny's-Forschungen, Bd. XIII, p. 1—15.

8. Головкинскій. Наблюденія надъ осадками. Симферополь, 1896.
9. Haedicke. Gesundheits-Ingenieur, 1908.
10. Hann. Zeitschr. d. österreich. Gesellsch. f. Meteorol., Bd. XV, 1880.
11. Heiden. Denkschrift zur Feier des 25 jährig. Bestehens d. agric.-chem. Versuchstat. Pommritz. Hannover, 1883.
12. Heinrich. Grundlagen zur Beurteilung d. Ackerkrume, 1882.
13. Hilgard. Wollny's-Forschungen, Bd. VIII, p. 93—100.
14. Кейльгакъ. Ежегодн. по геол. и минер. Россіи, т. V, в. 4—5, 1902.
15. — Подземныя воды и источники. Перев. подъ ред. П. Отоцкаго. Юрьевъ. 1914.
16. Kohl, E. Ueber den Ursprung der Quellen. Leipzig, 1884; реф. Горн. Журн. 1885.
17. Kohler. Journ. f. prakt. Geologie, XVIII Jahrg., Januar, 1910.
18. Козыревъ, А. Грунтов. воды Кокчетавскаго, Акмолинскаго и Ашбасарскаго у. Акмолин. области. Изд. Отд. Зем. Улучш. Г. У. З. и З, 1907.
19. Костычевъ. Почвы черноземной области Россіи, 1886.
20. Кузнецовъ. Труды Имп. В.-Экон. Общ., 1903, № 1 и 2.
21. Лебедевъ, А. Роль парообразной воды въ режимѣ почвенныхъ и грунтовыхъ водъ. Тр. по С.-Хоз. Метеорол., вып. XII, 1913.
22. Левинъ, К. Вѣстн. Сарат. Отд. Имп. Русск. Технич. Общ., 1910.
23. Liznar. Gaea, Bd. XVII, 1881.
24. Любославскій, Г. Изв. Имп. Лѣсного Институт., вып. XIX, 1909.
25. Mayer, Ad. Die Bodenkunde, 1901; Fühling's landw. Zeitung, 24. Jahrg. 1875.
26. Марченко. Дневникъ XII съѣзда русск. Естеств. и Врач.; № 8.
27. Mezger. Gesundheits-Ingenieure, 1906 u. 1908.
28. Mohr. Gaea, Bd. XIV, 1878.
29. Нестеровъ. Журн. Оп. Агрон., 1910; рефер.
30. Novack. Vom Ursprung der Quelle, 1879.
31. Никитинъ, С. Грунтовыя и артезіанскія воды на русской равнинѣ. СПБ. 1900.
32. Оппоковъ, Е. „Почвовѣдѣніе", 1900, № 4.
33. René d'Andrimont. La science hydrologique, ses méthodes, ses recents progrès, ses applications. Paris et Liege, 1906.
34. Journ. de la Soc. centrale d'agricult. de Belgique, T. XIV, № 9, Juin, 1907.
35. — Ann. de la Soc. géolog. de Belgique, t. XXXI, Mémoires, t. XXXIII, Mémoires.
36. — Bull. de la Soc. belge de Géologie etc. T. XIX, 1905.
37. Schloesing. Comptes rendus. T. XCIX, p. 215.
38. Знбольдъ. „Почвовѣдѣніе", 1904, № 4.
39. Sikorski. Wollny's-Forschungen. Bd. IX, 1886, p. 413 ff.
40. Sonntag, J. u. Jarz, K. Gaea, Bd. XVI, 1880, Bd. XVII, 1881.
41. Сперанскій и Крашенинниковъ. Журн. Оп. Агрон., 1907, кн. 3.
42. Широкихъ, П. Журн. Сельск. Хоз. и Лѣсов., 1893, т. 189.
43. Volger, O. Zeitschr. d. Vereins deutsch. Ingenieure, Bd. XXI, 1877.
44. Wilhelm. Der Boder u. das Wasser, 1861.
45. Wollny. Forschungen, Bd. IV, 1881; Bd. XI, 1888.

Испареніе воды съ земной поверхности.

46. Briggs. U. S. Depart. of Agric. Field operations of the division of soils. Report № 64.
47. Davy, M. Journ. d'agricult. pratique, 1886, I, 857.
48. Eser. Wollny's-Forschungen, Bd. VII, 1884.
49. — Untersuchungen über den Einfluss der physikal. u. chemisch. Eigenschaften d. Bodens auf dessen Verdunstungvermögen. Inaugural.-Diss. Erlangen, 1884.
50. Haberlandt. Zentralbl. für die gesammte Landeskultur, 1866, p. 421.
51. Hellriegel. Grundlagen des Aekerbaues, 1883.
52. Johnson. Ann. Rep. of the Connecticut agricult. experim. station for 1877 and 1878.
53. Кравковъ, С. Матер. по изуч. русскихъ почвъ. Вып. XI, 1898.
54. Лоске, Э. Сельскохозяйственная метеорологія. Юрьевъ, 1908.
55. Mascart. Comptes rendus, T. LXXVI.
56. Masure. Annales agronomiques, 1880, T. VI, p. 441.
57. Meister. Physik. Eigenschaften d. Erdarten, 1857.
58. Nessler. Agronom. Zeitung, 1868, p. 117.
59. Оппоковъ, Е. „Почвовѣдѣніе", 1901, стр. 325—348; 1905, стр. 119—141.
60. Пуховъ. Русское сельское хоз. 1872, т. XI и XII.
61. Risler. Journ. d'agriculture pratique, 1869, t. II, p. 365.
62. Schulze, F. Beobachtungen über die Verdunstung im Sommer 1859. Rostock, 1860.
63. Schumacher. Fühling's neue landw. Zeitung, 1872—73.
64. — Physik des Bodens, 1864.
65. Черникъ. Журн. сельскаго хоз. и лѣсов., 1879, 289—305.
66. Vogel. Sitzungsber. d. kgl. bayer. Akad. d. Wissensch. II Klasse, Bd. X, Abt. 2.
67. Wilhelm. Allgem. land- u. forstwirthsch. Zeitung, 1867, I, p. 31.
68. Власовъ. „Почвовѣдѣніе", 1910, № 2.
69. Wollny. Forschungen, Bd. V, 1882, Bd. XVI, 1893, p. 172, Bd. XVIII, 1895.
70. Zeithammer. Biedermann's Zentralblatt, 1878.

Влагоемкость почвы.

71. Haberlandt. Landw. Versuchstat. Bd. VIII, p. 458.
72. Heinrich. Wollny's-Forschung. Bd. IX, 1886, p. 259.
73. Hilgard. Wollny's-Forschung. Bd. XV, 1892.
74. King. Tenth annual rep. agric. stat. Univ. Wisconsin, 1894.
75. Коссовичъ. Журн. опытн. агр. 1904, кн. 5.
76. Локоть, Т. Влажность почвы въ связи съ культурн. и климатич. условіями. Кіевъ, 1904.
77. Mayer. Landw. Jahrbücher, 1874, III, p. 753.
78. — Wollny's Forschungen. Bd. XIV, 1891, p. 254.
79. Schmidt. Wollny's-Forschungen. Bd. XIV, 1891, p. 267.
80. Treutler. Landw. Versuchstation. 1871, Bd. XIV.
81. Ulrich. Wollny's-Forschungen, Bd. XIX, 1896.
82. Урбановичъ. Мат. по изуч. русскихъ почвъ.
83. Wicke, W. Journ. für Landw., 1862, p. 367.
84. Wollny. Forschungen, Bd. V, 1882, Bd. VIII, 1885, H. 3 u. 4, Bd. IX, 1886, p. 361.

Водоподъемная способность почвы.

85. Edler. Die kapillare Leitung des Wassers in durch den Schöne'schen Schlammapparat abgeschiedenen hydraulischen Werten. Inaug.-Diss. Göttingen, 1882.
86. Klenze. Landw. Jahrbücher, Bd. VI, 1877, p. 33 (литература).
87. Liebenberg. Wollny's-Forschungen, Bd. I, 1872; Inaug.-Diss. Halle, 1872.
88. Wollny. Forschungen, Bd. II, H. 4 u. 5.

Водопроницаемость почвы.

89. Бараковъ, П. Труды Имп. В.-Экон. Общ., 1898; прилож. къ книгѣ II.
90. King. Ninetieht Ann. Rep. U. S. Geol. Survey, 1897—1898, p. 59—294; реф. въ „Почвовѣдѣніи", 1900, стр. 213.
91. Кравковъ, С. Труды Оп. Лѣснич. 1901 г., Деркульское лѣснич.
92. Никитинъ, С. Бассеинъ Днѣпра, 1897.
93. Rabozée. Bull. de la Soc. belge de géologie, II Serie, t. VI, 1902.
94. Seelheim. Archives néerlandaises de sciences exactes et naturelles, T. XIV.
95. Spring. Ann. de la Soc. géolog. de Belgique, t. XXVIII, 1901, t. XXIX 1902.
96. Welitschkowsky. Arch. f. Hygiene, Bd. II, 1884.
97. Wollny. Forschungen, Bd. XIV, 1891.

Влажность почвы.

98. Измаильскій. Влажность почвы и грунтовая вода. Полтава, 1894.
99. Ротмистровъ. Журн. Оп. Агрон., 1904, кн. V.
100. Чаяновъ, С. Отчетъ по Темирскому опытному полю 1907—1908. СПБ. 1910; Журн. Оп. Агроп. 1911, т. XII, кн. 3.

Вліяніе лѣса на водный режимъ почвы.

Поселяясь въ какой-либо мѣстности, лѣсъ несомнѣнно влечетъ за собой нѣкоторыя измѣненія климатическихъ, а главное — гидрологическихъ условій; такое заключеніе долженъ сдѣлать почвовѣдъ, наблюдающій тѣ измѣненія, которыя вызываетъ долговременное существованіе лѣса на степныхъ почвахъ, измѣненія, отражающіяся не только на поверхностныхъ горизонтахъ почвы, но и на болѣе глубокихъ. Гораздо труднѣе отвѣчать на вопросъ, въ чемъ заключаются эти измѣненія климатическихъ факторовъ, такъ какъ изслѣдованіе этого вопроса требуетъ многолѣтнихъ, тщательно и хорошо обдуманныхъ наблюденій. При обсужденіи вопроса о вліяніи лѣса на климатъ страны и, въ частности, на ея обводненіе приходится считаться не только съ явленіями метеорологическими, но и съ явленіями, относящимися къ областямъ растительной физіологіи и геологіи. Сложность явленія и недостаточное вниманіе изслѣдователей къ различнымъ сторонамъ процесса, отражавшееся и на

точности различныхъ наблюденій, послужили причиной того обстоятельства, что послѣ цѣлаго ряда работъ метеорологовъ, лѣсоводовъ, почвовѣдовъ, агрономовъ, вопросъ все же долго не получалъ общаго рѣшенія, и въ литературѣ нерѣдко можно было встрѣтить діаметрально противоположные взгляды по поводу частностей этого вопроса.

Вопросъ о климатической и гидрологической роли лѣса, по выраженію Отоцкаго (53), дитя улицы, и нѣтъ такой профессіи, представители которой не брались бы за рѣшеніе этого вопроса. Это, собственно, и являлось одной изъ главныхъ причинъ, мѣшавшихъ правильной постановкѣ дѣла.

Еще въ шестидесятыхъ и семидесятыхъ годахъ XIX столѣтія отдѣльные изслѣдователи спорили о томъ, каковы отношенія лѣса къ влагѣ. Одни изъ нихъ, какъ Becquerel, Matthieu, Fautrat и Sartiaux признавали за лѣсомъ способность увеличивать количество дождя и повышать влажность почвы, другіе, какъ Vaillant, Ebermayer и пр. отрицали такую способность и скорѣе были склонны приписать лѣсамъ изсушающее вліяніе, третьи, какъ Bühler, занимали промежуточное положевіе между этими крайними воззрѣніями, полагая, что вліяніе лѣса на выпаденіе влаги сводится къ нулю,

Если такъ рѣзко различались взгляды изслѣдователей по вопросу о вліяніи лѣса на выпаденіе и задержаніе влаги, то нѣсколько больше единообразія во взглядахъ было по другимъ вопросамъ, каковы вліяніе лѣса на температуру воздуха и почвы, на абсолютную и относительную влажность воздуха и пр., хотя и здѣсь не обходилось безъ споровъ и несогласій.

При учетѣ количества выпадающихъ атмосферныхъ осадковъ изслѣдователи не всегда обращали вниманіе на абсолютную высоту тѣхъ пунктовъ, гдѣ велись метереологическія наблюденія, не всегда достаточно точно ставили опыты съ дождемѣрами и, наконецъ, не всегда строили заключенія на достаточно продолжительныхъ наблюденіяхъ.

Въ особенности много разногласій вызывалъ вопросъ о вліяніи лѣса на грунтовыя и почвенныя воды, что опять таки понятно, въ виду большой сложности этого вопроса.

Мы начнемъ съ вопроса о температурахъ воздуха и почвы въ лѣсу. Matthieu, сводя результаты наблюденій на трехъ станціяхъ въ окрестностяхъ Нанси за десятилѣтней періодъ (1867—1877 г.), получилъ слѣдующія величины для средней годовой температуры воздуха на высотѣ 1,5 м. отъ поверхности:

На открытомъ мѣстѣ	8,65°
Въ лѣсу	8,19°

Температурныя разницы въ лѣтніе мѣсяцы болѣе значительны, чѣмъ въ зимніе. Амплитуда колебаній въ лѣсу значительно меньше, чѣмъ на открытомъ мѣстѣ.

Fankhauser (17) для трехъ станцій Швейцаріи (Интерлакенъ, Бернъ, Пруntрутъ) за періодъ 1869 — 1880 получилъ такія данныя:

	Интерл.	Бернъ.	Пруntрутъ.
На открытомъ мѣстѣ	9,79°	9,15°	9,26°
Въ лѣсу	8,91	8,31	8,5

Nördlinger (48) пришелъ къ заключенію, что воздухъ въ лѣсу холоднѣе, и пониженіе температуры наиболѣе значительно для хвойнаго лѣса. Въ сосновомъ лѣсу, въ среднемъ, пониженіе температуры (сравнительно съ открытымъ мѣстомъ) достигаетъ 1,3°, а въ буковомъ 0,9°. Въ общемъ разница между температурой воздуха въ лѣсу и въ полѣ можетъ быть выражена величиной въ $^1/_2$°. Воейковъ (63) на цѣломъ рядѣ примѣровъ подтверждалъ то соображеніе, что лѣсъ вліяетъ на пониженіе температуры воздуха не только въ зонѣ умѣреннаго климата, но и въ тропической полосѣ. Müttrich, сводя наблюденія на рядѣ параллельныхъ (въ лѣсу и на открытомъ мѣстѣ) метеорологическихъ станцій Германіи, приходитъ къ слѣдующимъ выводамъ.

1) Дневныя колебанія температуры въ лѣсу во всѣ мѣсяцы меньше, чѣмъ на открытомъ мѣстѣ. Ихъ ходъ въ теченіе года различенъ въ зависимости отъ характера насажденій.

2) Въ сосновомъ и еловомъ лѣсахъ величина дневныхъ колебаній температуры возрастаетъ въ началѣ медленнѣе, затѣмъ быстрѣе, достигаетъ максимума въ іюнѣ или маѣ, относительно сильно падаетъ въ іюлѣ, слабѣе въ августѣ, а въ сентябрѣ и октябрѣ даетъ опять сильное пониженіе, которое ослабѣваетъ въ сосновыхъ лѣсахъ въ ноябрѣ, достигаетъ здѣсь минимума и имѣетъ въ декабрѣ такую же величину. Въ еловомъ лѣсу минимумъ колебаній наступаетъ въ декабрѣ.

3) Дневное колебаніе температуры въ зимніе и весенніе мѣсяцы меньше всего въ буковомъ лѣсу (0,8°), нѣсколько больше въ еловомъ (1,2°) и еще больше въ сосновомъ (2,3°). Лѣтомъ и осенью колебанія достигаютъ въ буковомъ лѣсу 4,1°, въ сосновомъ 3,7°, въ еловомъ 2,8°.

4) Вліяніе лѣса на максимальныя и минимальныя температуры состоитъ въ томъ, что первыя понижаются, а вторыя повышаются; это вліяніе выражается одинаково въ одинаковыхъ лѣсахъ и различно въ различныхъ.

5) На всѣхъ лѣсныхъ станціяхъ минимальныя температуры не падаютъ такъ низко, какъ на открытыхъ мѣстахъ. Помимо характера насажденій, на температуру воздуха вліяетъ и густота послѣднихъ.

Таково же, въ общихъ чертахъ, вліяніе лѣса и на температуру почвы, сказывающееся не только на поверхности, но и на нѣкоторой глубинѣ (Müttrich, Schubert).

Въ прилагаемой таблицѣ сведены результаты наблюденій на глубинахъ въ 60 см. и въ 1,2 м. Изъ нихъ видно, что средняя годовая температура почвы въ лѣсу ниже на 1° съ небольшимъ, но въ тоже время въ лѣсу температура не падаетъ такъ низко, какъ на открытомъ мѣстѣ.

	Январь.	Февраль.	Мартъ.	Апрѣль.	Май.	Іюнь.	Іюль.	Августъ.	Сентябрь.	Октябрь.	Ноябрь.	Декабрь.	Годъ.
Глубина 60 см.													
Поле . .	1,7	1,4	1,9	4,5	9,1	13,0	15,0	14,9	13,1	9,3	5,5	3,0	7,7
Лѣсъ . .	2,1	1,7	2,0	3,7	7,1	10,2	12,0	12,4	11,5	8,6	5,6	3,4	6,7
Глубина 1,2 м.													
Поле . .	3,3	2,7	2,7	4,1	7,3	12,7	12,8	13,8	12,8	10,3	7,2	4,8	7,7
Лѣсъ . .	3,5	2,8	2,7	3,6	5,8	8,4	10,1	11,0	10,8	9,2	6,9	4,9	6,6

Изъ той же таблицы ясно, что максимальныя температуры въ поверхностныхъ горизонтахъ лѣсной почвы нѣсколько запаздываютъ по сравненію съ максимумомъ полевой почвы, и что амплитуда температурныхъ колебаній въ лѣсу замѣтно меньше чѣмъ въ полѣ.

Относительно вліянія лѣса на влажность воздуха имѣются, между прочимъ, данныя Эбермайера (1873 г.), согласно которымъ абсолютная влажность въ лѣсу едва замѣтно больше, чѣмъ на открытомъ мѣстѣ, а относительная больше на 3—9%. Fautrat (1877 г.), опредѣляя относительную влажность воздуха въ лѣсу и на открытомъ мѣстѣ, получилъ слѣдующіе результаты (наблюденія охватываютъ только періодъ одного года):

	Надъ листв. лѣсомъ.	На полѣ.	Надъ хвойн. лѣсомъ.	На полѣ.
Среднее за годъ	71.6%	68,6%	67,1%	60,4%

По даннымъ Müttrich'a (1877 г.), на всѣхъ тридцати германскихъ станціяхъ, сводъ наблюденій которыхъ онъ дѣлалъ, относительная влажность воздуха въ лѣсу больше, чѣмъ на открытомъ мѣстѣ. По наблюденіямъ van Bebber'a (5) лѣсной воздухъ во всѣ времена года влажнѣе, чѣмъ воздухъ открытыхъ мѣстъ.

Такимъ образомъ, всѣ приведенныя наблюденія совершенно опредѣленно говорятъ о вліяніи лѣса на пониженіе температуры почвы и воздуха и увеличеніе относительной влажности послѣдняго.

Вопросъ о вліяніи лѣса на влажность почвы и грунтовыя воды рѣшается, какъ уже говорилось выше, не такъ просто. Въ виду того, что прямыя наблюденія въ этомъ направленіи подвергались, со стороны

защитниковъ благотворнаго вліянія лѣсовъ, критикѣ, мы попробуемъ, прежде чѣмъ говорить о наблюденіяхъ, рѣшить вопросъ теоретически. на основаніи данныхъ о выпаденіи осадковъ въ лѣсу, о ихъ испареніи, просачиваніи и транспираціи при помощи деревьевъ. Этотъ путь позволитъ намъ съ большей или меньшей вѣроятностью отвѣтить на вопросъ, дѣйствительно ли приходъ влаги въ лѣсахъ больше, чѣмъ въ открытыхъ мѣстахъ, и есть ли основаніе думать, что лѣса способны увеличивать влажность почвы и вліять на подъемъ уровня грунтовыхъ водъ.

Въ виду сказаннаго, остановимся прежде всего на данныхъ, касающихся вліянія лѣсовъ на выпаденіе атмосферныхъ осадковъ. По наблюденіямъ Fautrat (1875 г.), съ 1 февраля по 26 декабря 1874 г. выпало осадковъ.

Надъ лѣсомъ.	555 мм.
На открытомъ мѣстѣ	421 „

Его же наблюденія за періодъ съ 1874 по 1878 г. включительно, наблюденія, въ которыхъ регистрировалось количество атмосферныхъ осадковъ, выпадающихъ въ лѣсу надъ кронами деревьевъ и параллельно на открытыхъ мѣстахъ, въ періодъ съ февраля по декабрь, доставили нижеслѣдующія данныя, сопоставленныя въ прилагаемой таблицѣ:

Годы.	Надъ кронами деревьевъ.	На полѣ.	Разница въ пользу лѣса.
	Лиственный лѣсъ.		
1874	464,25 мм.	429,25 мм.	35,00 мм.
1875	644,5 „	635,75 „	8,75 „
1876	654,0 „	626,5 „	27,5 „
1877	918,6 „	892,4 „	26,2 „
	Хвойный лѣсъ.		
1875	557,25 мм.	515,0 мм.	42,25 мм.
1876	607,2 „	546,0 „	61,2 „
1877	836,75 „	769,5 „	67,25 „

Van Bebber приходитъ къ заключенію, что вѣроятность дождя въ лѣсу больше, чѣмъ на открытомъ мѣстѣ. Matthieu также говоритъ о томъ, что въ лѣсныхъ областяхъ выпадаетъ больше дождя, у Воейкова находимъ указанія на увеличеніе количества осадковъ лѣсами, при чемъ это увеличеніе, по автору, сказывается, главнымъ образомъ, въ зимній періодъ. Слѣдуетъ отмѣтить въ той же группѣ работъ статьи Riegler'a Nördlinger'a и трудъ Müttrich'a, который пытался выяснить вопросъ, какое вліяніе оказало на количество осадковъ облѣсеніе Люнебургской равнины, начавшееся съ 1877 г. Въ первые годы облѣсенію подвергалось ежегодно 400—500 гектаровъ, а въ послѣдующіе посадки шли медленнѣе. Распредѣленіе угодій до облѣсенія и послѣ такового различалось такимъ образомъ:

До облѣсѣнія.	Послѣ облѣсѣнія.
12% полей, луговъ.	10% полеи, луговъ, воды.
85% песчанаго пустыря.	10% пустыря.
30% стараго лѣса.	80% лѣса.

Лѣсная метеорологическая станція расположена среди насажденій 10—12 лѣтняго возраста, и наблюденія на ней начались съ 1882 г. Эти наблюденія удостовѣряютъ что количество осадковъ увеличивается вмѣстѣ съ увеличеніемъ площади, подвергающейся облѣсѣнію. Работа Müttrich'a вышла въ свѣтъ равьше изслѣдованія Брикнера [1]), установившаго смѣну влажныхъ и сухихъ періодовъ и потому не могла быть согласована съ выводами послѣдняго. Повидимому, облѣсѣніе Люнебургской равнины какъ разъ совпало съ періодомъ общаго увеличенія осадковъ.

Къ сказанному прибавимъ, что какъ наблюденія Blanford'a въ Индіи, такъ наблюденія на о-вѣ Явѣ, а отчасти и въ Россіи [2]) приводятъ къ признанію за лѣсомъ способности увеличивать количество атмосферныхъ осадковъ [3]).

Къ противоположнымъ выводамъ приводили нѣкоторыя изслѣдованія въ Сѣв. Америкѣ (Henry Gannet), въ Алжирѣ, а отчасти и въ Швеціи (Hamberg). Hornberger высказалъ мнѣніе, что въ теплыхъ климатахъ благотворное вліяніе лѣса на количество выпадающихъ атмосферныхъ осадковъ вѣроятно, что же касается болѣе высокихъ широтъ, то тамъ это вліяніе мало и не всегда благопріятно (ссылка на Швецію).

Въ послѣдніе годы полагаютъ, что лѣсные массивы дѣйствуютъ такъ же, какъ возвышенности, т. е. увеличиваютъ количество осадковъ, но если мы и примемъ это положеніе, какъ доказанное, то конечный вопросъ о вліяніи лѣса на влажность почвы и грунтовыя воды будетъ далеко еще не исчерпанъ.

Необходимо прежде всего принять во вниманіе, что не все то количество осадковъ, которое выпадаетъ надъ лѣсомъ, достигаетъ лѣсной почвы, а часть ихъ остается на листвѣ и вѣтвяхъ деревьевъ и испаряется, не попадая на землю.

Относительно количества осадковъ, задерживаемыхъ кронами деревьевъ, существуетъ цѣлый рядъ наблюденій. Bühler утверждаетъ, что въ густомъ сосновомъ лѣсу 40—80-лѣтняго возраста до почвы достигаетъ только 55—60% воды, выпадающей въ видѣ атмосферныхъ

---

[1]) Brückner. Ed. Klimaschwankungen seit 1700. Wien, 1890.

[2] Клингенъ для Воронежской губ., Кудрицкій для Кіевской, Адамовъ для опытныхъ участковъ особой экспедиціи Лѣсного Д-та.

[3]) См. также статью Анри (3). Литература вопроса у Отоцкаго (53), стр. 268—269, примѣч.

осадковъ, въ буковомъ лѣсу 20-лѣтнято возраста почти все количество осадковъ попадаетъ въ почву, а въ 50—90-лѣтнемъ—только 75—80%. По словамъ Breitenlohner'a, кроны деревьевъ вообще задерживаютъ значительное количество дождя, и дѣйствіе хвойныхъ породъ (сосна и ель) въ этомъ направленіи сильнѣе, ибо онѣ круглый годъ покрыты листвой. Riegler, на основаніи трехмѣсячныхъ наблюденій, даетъ слѣдующія цифры:

Лѣсныя породы.	Количество дожця, попавшаго на кроны деревьевъ.	Черезъ кроны попало въ почву.	Стекло по стволамъ.	Всего попало на почву.	% потери.	% полученный почвой.
	Л И Т Р О В Ъ.					
Букъ	26081	17068	3343	20411	21,8%	78,2%
Дубъ . . .	24273	17873	1387	19260	20,7	79,3
Кленъ. . . .	36901	26384	2198	28582	22,5	77,5
Сосна. . . .	12044	4793	165	4959	58,8	41,2

По словамъ Эбермайера, буковый лѣсъ задерживаетъ въ среднемъ до 20% осадковъ, еловый — отъ 30 до 45% (въ зависимости отъ густоты насажденій), сосновый — около трети всего выпадающаго количества. Разница въ количествѣ осадковъ, падающихъ на лѣсную почву и на почву безлѣснаго пространства, колеблется въ зависимости отъ климата страны, въ особенности же отъ распредѣленія и количества осадковъ. Въ областяхъ съ частыми небольшими осадками, выпадающими періодически, процентная разница осадковъ въ лѣсу и на открытомъ мѣстѣ значительно больше, чѣмъ въ климатахъ съ сильными дождями. Выпадающія на поверхность лѣсной почвы количества дождя различны также въ зависимости отъ степени облиственѣнія породъ, устройства листьевъ, возраста, плотности насажденія, развитія и смыканія кронъ, но во всѣхъ случаяхъ они значительно меньше, чѣмъ на сосѣдней безлѣсной мѣстности. Густая травянистая растительность хотя и способна также задерживать часть осадковъ (по опытамъ Вольни отъ $^1/_4$ до $^1/_3$ падающаго дождя), но въ среднемъ за годъ травы задерживаютъ на своихъ стебляхъ гораздо меньше воды чѣмъ лѣсъ.

Изъ всѣхъ приведенныхъ выше наблюденій очевидно, что лѣсная почва получаетъ далеко не все то количество влаги, которое выпадаетъ надъ кронами деревьевъ, такъ что если принять, какъ это сдѣлано выше, что надъ лѣсами выпадаетъ больше дождя, чѣмъ надъ безлѣсными пространствами, то отсюда еще нельзя сдѣлать вывода, что лѣсная почва, въ конечномъ результатѣ, получитъ больше влаги, чѣмъ полевая. Наоборотъ, съ большимъ правомъ можно полагать, что первой достанется меньше влаги, чѣмъ послѣдней.

Прослѣдимъ теперь дальнѣйшую судьбу влаги, попавшей на поверхность почвы и съ этой цѣлью остановимся надъ вопросомъ объ испареніи въ лѣсу и на открытомъ полѣ. Уже a priori нужно заключить, что испареніе съ поверхности почвы въ лѣсу будетъ меньше чѣмъ на полѣ, такъ какъ лѣсная почва подвергается гораздо меньшей инсоляціи, дѣйствіе вѣтра въ лѣсу также значительно ослабляется, а кромѣ того, роль защитника отъ испаренія въ лѣсахъ можетъ иногда играть лѣсная подстилка. Опыты, впрочемъ, показываютъ, что только свѣжая или мало разложенная лѣсная подстилка легко пропускаетъ сквозь себя воду, а чѣмъ больше она разложена, тѣмъ сильнѣе ея влагоемкость, тѣмъ больше она способна задержать воды. Послѣдняя, такимъ образомъ, не достигши почвы, испаряется обратно въ воздухъ. По словамъ Fautrat, испареніе въ лѣсу равно лишь $^1/_3$ того, что испаряется на полѣ. Цифры Breitenlohner'a нѣсколько иныя, хотя иногда и довольно близки, а именно:

Испарилось въ одно и тоже время.

	На полѣ.	Въ лѣсу.
1.	66,3 мм.	26,5 мм.
2.	59,0 „	18,3 „
3.	51,1 „	23,2 „
4.	61,8 „	30,3 „
5.	61,8 „	37,7 „

По Эбермайеру, испареніе въ лѣсу на 64% меньше, чѣмъ въ открытомъ полѣ. Весьма возможно, что мы будемъ близки къ истинѣ, если предположимъ, что съ лѣсной почвы испаряется, въ зависимости отъ возраста, густоты и индивидуальнаго характера насажденій, отъ $^1/_3$ до $^1/_2$ того, что испаряетъ почва открытыхъ мѣстъ. Данное условіе уже въ пользу лѣса. Лѣсная почва, получивъ извнѣ меньшее количество влаги, чѣмъ полевая, до нѣкоторой степени уравниваетъ это количество, отдавая въ воздухъ меньше путемъ испаренія. Не это еще не все. Почва лишается влаги не столько путемъ непосредственнаго испаренія съ ея поверхности, сколько путемъ транспираціи живущихъ на ней растеній. Насколько удаляющееся путемъ транспираціи количество воды больше непосредственно испаряющагося съ поверхности почвы, можно видѣть изъ слѣдующихъ цифровыхъ данныхъ Вольни:

1875 годъ. Съ 23-го апрѣля по 31-е октября.

Родъ почвы.	Количество дождя въ мм.	Испареніе въ миллим.		Отношеніе испаренія къ количеству осадковъ въ %.	
		Трава.	Голая почва.	Трава.	Голая почва.
Кварц. песокъ . .	—	475,5	183,1	82,7	32,0
Суглинокъ . . .	572,5	517,2	339,9	90,3	59,2
Торфъ	—	556,3	302,9	97,1	52,9

Намъ предстоитъ, слѣдовательно, еще отвѣтить на вопросъ, какая растительность транспирируетъ больше воды: травянистая или древесная.

Необходимо прежде всего имѣть въ виду, что въ данномъ случаѣ важно не относительное, а абсолютное количество транспирируемой влаги. Нѣкоторые опыты (Risler), довольно, впрочемъ, искусственные, показали, что относительно большей транспираціей отличаются луговыя травы, за ними идутъ зерновые хлѣба, затѣмъ лиственныя древесныя породы и, наконецъ, хвойныя. Изъ этихъ опытовъ выводили заключеніе, что наиболѣе способствуютъ изсушевію почвы травянистыя растенія, а хвойныя деревья наиболѣе благопріятствуютъ сохраненію почвенной влаги. На самомъ дѣлѣ такое заключеніе не всегда будетъ правильнымъ: во-первыхъ, результаты опытовъ, произведенныхъ надъ молодыми деревьями, нельзя переносить на старыя, а во-вторыхъ, если принять во вниманіе абсолютныя количества воды, удаляемой путемъ транспираціи, то можетъ оказаться, что, по степени вліянія на изсушеніе почвы, упомянутыя выше растенія придется расположить почти въ обратномъ порядкѣ. Хвойныя деревья, правда, испаряютъ относительно слабѣе, но зато періодъ ихъ транспираціи въ теченіе года значительно больше, чѣмъ лиственныхъ. Обсуждая эти вопросы, Вольни приходитъ къ заключенію, что, при прочихъ равныхъ условіяхъ, вѣчно зеленыя хвойныя деревья вытягиваютъ изъ почвы наибольшее количество воды. Затѣмъ слѣдуютъ, въ нисходящемъ порядкѣ, лиственныя деревья и многолѣтвія травы, тогда какъ на послѣднемъ мѣстѣ стоятъ сельскохозяйственныя растенія.

Не лишнее будетъ привести здѣсь и соображенія, высказываемыя Эбермайеромъ. Большая потребность въ водѣ деревьевъ сравнительно съ многолѣтними луговыми травами и клеверными растеніями легко понимается, если принять въ соображеніе, что первыя производятъ на опредѣленную площадь почвы больше органическаго вещества, чѣмъ травы и культурныя растенія. Съ этой большей работоспособностью лѣсныхъ породъ связана и болѣе высокая потребность ихъ въ водѣ. Отношеніе между произведеннымъ органическимъ веществомъ и транспирированнымъ количествомъ воды можно выразить цифрами. На этомъ зиждется самый простой и точный методъ вычисленія потребности въ водѣ деревьевъ по сравненію съ культурными сельскохозяйственными растеніями. Гельригель въ 1868—1873 гг. опытами въ песчаныхъ культурахъ опредѣлилъ, что средняя относительная величина транспираціи нашихъ важнѣйшихъ культурныхъ растеній, при нормальной силѣ роста, колеблется между 273 и 376, въ среднемъ достигая 324. Такимъ образомъ, клеверное поле, дающее при среднемъ урожаѣ ежегодно около 4500 килогр. сухого вещества на гектаръ (относительная величина транспираціи краснаго клевера опредѣляется числомъ 310), требуетъ отъ почвы 1.395.000 килогр. воды. Буковый лѣсъ (II-й бонитетъ) производитъ ежегодно въ среднемъ 7057 килогр. сухого вещества на гектаръ, и если даже принять для бука такую-же величину транспираціи, какъ

для клевера (на самомъ дѣлѣ она больше), то его ежегодная потребность въ водѣ опредѣлится 2.187.670 килогр. воды.

Всѣ изложенные до сихъ поръ факты и соображенія заставляютъ по меньшей мѣрѣ усумниться въ способности лѣса сберегать подземную влагу.

Корни лѣсныхъ породъ черпаютъ влагу въ болѣе глубокихъ горизонтахъ, чѣмъ корни травянистыхъ растеній и поэтому должны особенно изсушать болѣе глубокіе горизонты почвы, а слѣдовательно мѣшать пополненію грунтовыхъ водъ. Что касается верхнихъ горизонтовъ, то, на основаніи всего вышеизложеннаго, возможно ожидать, что они окажутся влажнѣе соотвѣтственныхъ горизонтовъ открытыхъ пространствъ, не занятыхъ лѣсомъ.

Всѣ эти заключенія подтверждаются многочисленными наблюденіями какъ въ Россіи, такъ и въ западной Европѣ. Не останавливаясь здѣсь на тѣхъ изслѣдованіяхъ, при помощи которыхъ стремились опредѣлить количество влаги, просачивающееся въ почву подъ лѣсами, такъ какъ эти изслѣдованія не отличались особенною точностью, переходимъ къ опредѣленіямъ влажности лѣсной и полевой (степной) почвъ на различныхъ глубинахъ. Такія опредѣленія дѣлались и въ запад. Европѣ и въ нѣкоторыхъ пунктахъ степной полосы Россіи. Въ прилагаемой ниже таблицѣ помѣщены среднія цифры изъ наблюденій Эбермайера, относящихся къ лѣсамъ и безлѣсвымъ пространствамъ Германіи. Изъ этихъ цифръ не трудно усмотрѣть, что наибольшей влажностью характеризуются верхніе горизонты лѣсной почвы и особенно въ весенній періодъ, когда медленно тающій снѣгъ даетъ значительное количество воды, впитывающейся почвой. Почва открытыхъ полей, гдѣ снѣгъ таетъ быстро и гдѣ быстро стекаетъ полученная вода, не успѣваетъ впитать значительнаго количества влаги. Этому процессу мѣшаетъ иногда и то, что почва открытыхъ мѣстъ весной бываетъ мерзлой.

Содержаніе воды въ вѣсовыхъ процентахъ.

1885—1886 гг.	Молодой сосновый лѣсъ (25 лѣтъ).		Сосновый лѣсъ средняго возраста (60 лѣтъ).		Старый сосновый лѣсъ (120 лѣтъ).		Почва безъ растительности.	
	На глубинѣ 0—5 сант.	На глубинѣ 15—80 сант.	На глубинѣ 0—5 сант.	На глубинѣ 15—80 сант.	На глубинѣ 0—5 сант.	На глубинѣ 15—80 сант.	На глубинѣ 0—5 сант.	На глубинѣ 15—80 сант.
Осень	24,05	18,46	21,32	16,37	33,34	19,21	22,32	20,53
Зима	36,52	19,99	30,83	18,57	43,28	20,74	25,36	21,05
Весна	39,36	19,73	42,16	18,17	46,56	19,67	25,58	20,80
Лѣто	15,96	16,52	23,63	16,19	37,84	19,24	16,07	19,47
Общ. среди. .	30,93	18,65	29,48	17,30	40,32	19,71	22,33	20,46

По мнѣнію Эбермайера, различіе между влажностью лѣсной почвы и почвы безлѣсныхъ мѣстъ должно сказываться тѣмъ менѣе, чѣмъ больше снѣга выпадаетъ зимой. Лѣсъ, какъ собиратель снѣга и надежный охранитель его отъ слишкомъ быстраго таянія и безполезнаго стока получающейся воды въ рѣчные бассейны, несомнѣнно имѣетъ большое преимущество передъ безлѣсными пространствами. Отсюда слѣдуетъ, что въ климатахъ съ продолжительными и снѣжными зимами вліяніе лѣса на влажность, по крайней мѣрѣ поверхностныхъ горизонтовъ почвы, будетъ больше, чѣмъ въ климатахъ съ безснѣжными или малоснѣжными зимами.

Изъ таблицы Эбермайера видно также, что въ то время какъ верхніе горизонты лѣсной почвы въ среднемъ за годъ увлажняются больше, чѣмъ тѣ же горизонты безлѣсныхъ мѣстъ, болѣе глубокіе слои лѣсной почвы оказываются, наоборотъ, бѣднѣе влагой, чѣмъ тѣ же слои безлѣсной почвы.

Аналогичныя наблюденія были сдѣланы Высоцкимъ въ Екатеринославской и Морозовымъ — въ Воронежской губ. Высоцкій для своихъ изслѣдованій избралъ четыре пункта, а именно: лѣсъ, цѣлину, поле и паръ и получилъ слѣдующія цифры:

Глубина отъ поверхности въ метрахъ.	Влажность почвы въ %% вѣса сырой навѣски.			
	Лѣсъ.	Цѣлика.	Поле.	Паръ.
Поверхность	13,9	5,6	9,7	3,5
0,1	15,5	11,0	13,2	17,9
0,25	15,6	14,3	15,5	19,5
0,5	15,1	14,9	15,4	19,6
0,75	—	—	15,8	20,0
1,0	12,9	13,6	14,8	19,6
1,5	12,9	14,4	14,6	17,2
2,0	12,4	15,0	15,3	16,3
Запасъ влаги въ милим.	456	473	505	641

Изъ приведенныхъ цифръ ясно видно, что глубокіе горизонты почвы сильнѣе всего изсушаются подъ лѣсомъ; это изсушеніе, какъ показали дальнѣйшія изслѣдованія Высоцкаго, простираются на значительныя глубины даже подъ сравнительно молодымъ 29-лѣтнимъ насажденіемъ. Общій запасъ влаги подъ лѣсомъ, даже весной, оказался значительно ниже, чѣмъ подъ залежью.

Болѣе детальный анализъ воднаго режима почвы въ предѣлахъ Великоанадольскаго лѣсничества, произведенный тѣмъ же изслѣдователемъ (69), позволяетъ притти къ слѣдующимъ выводамъ:

1) Расходъ влаги въ лѣсу значительно больше, чѣмъ въ полѣ съ сел.-хоз. культурами.

2) Лѣсъ потребляетъ весь годовой запасъ влаги, поступающій въ почву изъ атмосферы.

3) Потребленіе происходитъ въ верхнихъ слояхъ промываемаго грунта, обыкновенно не глубже 3 м., вслѣдствіе чего ниже образуется „мертвый горизонтъ“ [1]) съ постоянной и малой влажностью и вода въ грунтовыя воды не поступаетъ.

4) Количество выпиваемой лѣсомъ грунтовой воды поступаетъ со стороны, но, во всякомъ случаѣ, не изъ собственныхъ лѣсныхъ запасовъ влаги.

Изслѣдованія проф. Морозова, произведенныя первоначально въ Хрѣновскомъ бору (супесчаныя и песчаныя почвы), позволили ему формулировать слѣдующія заключенія:

1) Грунтъ подъ лѣсомъ, будучи весной влажнѣе, становится въ теченіе вегетаціоннаго періода суше соотвѣтствующихъ слоевъ безлѣснаго пространства.

2) Верхніе горизонты почвы, будучи весной влажнѣе подъ лѣсомъ, чѣмъ внѣ его, сохраняютъ тотъ же перевѣсъ во влагѣ въ большинствѣ случаевъ; но подъ нѣкоторыми формами насажденія — подъ старыми одноярусными и чистыми сосновыми насажденіями, полнотою 0,5—0,7, на боровой песчаной почвѣ — и она становится раньше или позже, въ зависимости отъ густоты лѣса, суше верхнихъ горизонтовъ почвы сосѣдняго безлѣснаго пространства (лѣсосѣки, поляны, пустыря).

3) Степень весенняго перевѣса подъ лѣсомъ находится въ зависимости, кромѣ другихъ моментовъ, и отъ формы насажденія, состава и степени густоты.

4) При однородныхъ грунтовыхъ условіяхъ, во время вегетаціоннаго періода можно отличить типъ распредѣленія, свойственный безлѣснымъ пространствамъ и покрытымъ лѣсомъ. Первый отличается большей равномѣрностью въ распредѣленіи влаги и отсутствіемъ рѣзкаго минимума въ области распространенія корней.

Въ общемъ тѣ же выводы получились позже Морозовымъ и для дубоваго Шиповаго лѣса, находящагося среди степи на суглинистыхъ породахъ. И здѣсь поверхностные горизонты оказались влажнѣе, чѣмъ въ степи, а глубокіе — суше.

Предыдущія изслѣдованія относятся къ мѣстностямъ съ болѣе или менѣе глубокимъ залеганіемъ грунтовыхъ водъ, но та же картина получается и при условіяхъ близкаго къ поверхности почвы уровня грунтовой воды, какъ это видно изъ наблюденій Димо, относящихся къ долинѣ Вислы въ ближайшихъ окрестностяхъ Ново-Александріи. Наблюденія надъ влажностью почвы велись въ теченіе лѣтняго періода и дали слѣдующія цифры.

[1]) Мы не понимаемъ „мертвый горизонтъ“ въ томъ смыслѣ, что сквозь него не поступаетъ совсѣмъ воды вглубь почвы, а полагаемъ только, что вода передвигается въ немъ медленно и въ небольшихъ количествахъ.

Глубина	Влажность въ %% сырой почвы. Лугъ.	Лѣсъ.
Поверхность .	15,20	22,82
10 см.	20,02	21,98
25 „ . . .	19,72	19,72
50 „	19,08	16,24
80 „	19,41	12,68
110 „	15,94	13,14
140 „	20,35	15,10

Уровень грунтовой воды на лугу держался на глубинѣ около 140 см., подъ лѣсомъ же его на этой глубинѣ не было.

Вопроса о распредѣленіи влаги подъ защитными полосами, лѣсными полянами и пр., какъ болѣе частнаго, мы здѣсь не касаемся [1]).

Переходя къ вліянію лѣса на глубину залеганія грунтовыхъ водъ, остановимся на многочисленныхъ наблюденіяхъ Отоцкаго (53), охватывающихъ десятилѣтній періодъ и относящихся къ различнымъ областямъ Россіи. Изслѣдованія производились въ губ. Воронежской (Павловскій и Бобровскій уу.), Херсонской (Александрійскій и Елисаветградскій уу.), Тульской (Тульскій и Крапивенскій уу.), Новгородской (Старорусскій и Новгородскій уу.) и Петроградской (Петроградскій, Царскосельскій и Лужскій уу.). Не имѣя возможности подробно останавливаться здѣсь на всѣхъ данныхъ, полученныхъ Отоцкимъ, укажемъ лишь на нѣкоторые главнѣйшіе результаты.

Въ предѣлахъ степной полосы изслѣдователь прежде всего остановился на двухъ лѣсахъ: Шиповомъ (Павловскаго у. Воронежской губ.) и Черномъ (Александрійскаго у. Херсонской губ.). Первый лѣсъ, по своимъ физико-географическимъ условіямъ (рельефъ, геологическое строеніе и пр.) типиченъ для юго-восточной части русскихъ степей, второй—содержитъ въ себѣ всѣ типическія черты районовъ юго-запада. Оба лѣса старые, лиственные и занимаютъ, каждый въ отдѣльности, пространство до 100 кв. километровъ. Первоначальное бѣглое обслѣдованіе этихъ лѣсовъ обнаружило, что они менѣе богаты водой, чѣмъ сосѣдняя, ихъ окружающая, степь. Спеціальныя развѣдки подтвердили это наблюденіе. Развѣдки состояли въ заложеніи нѣсколькихъ серій буровыхъ скважинъ, по направленію отъ степи къ лѣсу, въ такихъ пунктахъ, которые имѣли одинаковый рельефъ, геологическое строеніе и пр. Во всѣхъ безъ исключенія случаяхъ, по мѣрѣ приближенія къ лѣсу, изслѣдователь констатировалъ пониженіе уровня грунтовыхъ водъ. Въ нѣкоторыхъ пунктахъ пониженіе уровня подъ лѣсомъ оказалось весьма значительнымъ: такъ, въ Шиповомъ лѣсу, вблизи Ерышевскаго кордона, на протяженіи 190 метр.

[1]) См. Морозовъ (39); объ интересіомъ опытѣ Морозова на полянѣ, очищенной изъ подъ лѣса, см. Отоцкій (53), стр. 249 и слѣд.

уровень грунтовыхъ водъ понижался на 10.96 м., у Лаптевскаго кордона, на протяженіи всего 32 м. наблюдалась разница въ уровняхъ въ 10 м.

Въ Черномъ лѣсу, у Зандровскаго кордона, на протяженіи около 200 м., уровень падалъ на 4.95 м., у Цыбулевскаго кордона, на протяженіи 114 м., паденіе достигало 10,78.

Такого рода факты наиболѣе ясно выступали тамъ, гдѣ лѣса были болѣе старые, въ молодыхъ лѣсахъ явленіе выражалось не столь рѣзко. Однако, даже и въ послѣднихъ случаяхъ водный горизонтъ понижался до 1,57 м. на протяженіи 80 метровъ. Замѣчательно, что во миогихъ случаяхъ пониженіе уровня грунтовыхъ водъ направляется въ сторону, противоположную общему падевію рельефа изслѣдованныхъ районовъ.

Продолжая свои изслѣдованія, Отоцкій перенесъ наблюденія на сѣверъ, въ Петроградскую губернію, гдѣ имъ были обслѣдованы Удѣльный лѣсъ, лѣсъ Павловской обсерваторіи и лѣсъ Дружноселья. Несмотря на иныя физико-географическія и климатическія условія (близость къ поверхности и обиліе грунтовыхъ водъ, влажный и холодный климатъ, проницаемость поверхностныхъ породъ и пр.), въ лѣсахъ сѣверной полосы Россіи авторъ встрѣтилъ то же, что и въ степяхъ: всюду въ изслѣдованныхъ лѣсахъ первый горизонтъ грунтовыхъ водъ находится ниже, чѣмъ въ сосѣднемъ полѣ. Въ Удѣльномъ лѣсу первый горизонтъ грунтовой воды даже совершенно отсутствуетъ. Въ общемъ. однако, по понятнымъ причинамъ, вліяніе сѣверныхъ лѣсовъ на грунтовыя воды болѣе слабое, чѣмъ степныхъ лѣсовъ. Въ лѣсу Дружноселья на протяженіи 86 м. уровень падаетъ на 1,16 м., въ лѣсу Павловской обсерваторіи, на протяженіи въ 42 и 90 м., разница уровней достигала 0,7 и 0,5 м.

Всѣ только что изложенныя наблюденія Отоцкаго были имъ произведены въ лѣтніе періоды, почему и не могли имѣть еще рѣшающаго значенія въ вопросѣ о вліяніи лѣса на грунтовыя воды. Такъ какъ данное обстоятельство давало поводъ къ возраженіямъ, то изслѣдователь организовалъ постоянныя наблюденія за колебаніемъ уровня воды въ губ. Воронежской, Херсонской и Новгородской. Эти наблюденія показали, что указанное выше соотношеніе сохраняется круглый годъ и только въ Новгородской губ., гдѣ воды неглубоки и обильны, въ продолженіе одной-двухъ весеннихъ недѣль уровни подъ лѣсомъ и ввѣ его сглаживаются, но затѣмъ, съ началомъ вегетаціи, уровень подъ лѣсомъ быстро падаетъ и разница достигаетъ 3 и болѣе метровъ[1]).

Результаты, полученные Отоцкимъ, вызвали въ Западной Европѣ интересъ къ разсматриваемому вопросу, лѣсныя опытныя станціи Германіи, Австріи и Швейцаріи выработали проектъ программы для изученія вліянія лѣса на режимъ водъ, а во Франціи были произведены наблюденія проф. Анри, подтвердившія выводы Отоцкаго.

[1]) См. также наблюденія Тольскаго.

Наблюденія были организованы въ казенномъ лѣсу Мондонъ, близь Люневилля (департаментъ Meurthe et Moselle). Лѣсъ расположенъ на древнемъ аллювіи рр. Мёрты и Везузы и занимаетъ площадь около 2000 гектаровъ. Грунтовыя воды держатся на глубинѣ 5 м., на вязкихъ кейперскихъ глинахъ. Климатическія условія опытнаго района таковы: средняя годовая температура +9,4° Ц.; количество атмосферныхъ осадковъ въ 1900 г. — 713 мм., а въ 1901 — 891 мм.

Для наблюденія было изготовлено 4 пары параллельныхъ буровыхъ скважинъ (въ лѣсу и на открытомъ мѣстѣ), уровень воды въ которыхъ опредѣлялся ежемѣсячно съ 4 мая 1900 г. по 24 августа 1902 г. Принимая во вниманіе разницу въ высотѣ устьевъ скважинъ, пониженіе уровня грунтовой воды подъ лѣсомъ выражается слѣдующими цифрами:

Для первой пары скважинъ	.	. .	0,30 м.
„ второй „	. „	. . . .	0,63 „
„ третьей „	„	. . . .	0,42 „
„ четверт. „	„	. . .	0,31 „

Пониженіе уровня, по словамъ Анри, весьма слабо и не заключаетъ въ себѣ ничего тревожнаго, но, конечно, не въ тревогѣ здѣсь дѣло. Важно было доказать, что даже при сбильномъ сравнительно выпаденіи осадковъ и легкомъ ихъ проницаніи (почва Мондонскаго лѣса песчано-гравельная и галечная) лѣсъ способствуетъ пониженію уровня грунтовыхъ водъ. Свои выводы Анри формулируетъ слѣдующимъ образомъ: „Вопросъ, повидимому, слѣдуетъ считать рѣшеннымъ, по крайней мѣрѣ, относительно Европы. И можно утверждать, что въ лѣсахъ равнинъ, гдѣ почва сложена однородными поверхностными образованіями съ горизонтальнымъ напластованіемъ, гдѣ, слѣдовательно, воды неподвижны:

1) Никогда уровень воды въ лѣсу не бываетъ выше, чѣмъ на открытомъ мѣстѣ.

2) Грунтовыя воды всегда были находимы болѣе удаленными отъ поверхности подъ лѣсомъ, чѣмъ внѣ его, принимая въ разсчетъ рельефъ.

3) Понижевіе уровня болѣе рѣзко подъ старымъ лѣсомъ, чѣмъ подъ молодняками.

4) Оно также болѣе рѣзко въ климатахъ сухихъ, чѣмъ влажныхъ.

Выводы эти, какъ видно, вполнѣ согласуются съ заключеніями Отоцкаго. Изсушающая способность лѣса хорошо извѣстна и иллюстрируется примѣрами Гасконскихъ и Солонскихъ ландъ во Франціи. По словамъ Эбермайера, въ Германіи давно извѣстно дренирующее дѣйствіе сосны. Весьма интересный примѣръ дренирующаго дѣйствія лѣсныхъ породъ представляютъ окрестности Рима (Tre Fontana, монастырь траппистовъ). Мѣстность издавна отличалась избыткомъ влаги и извѣстна была въ качествѣ области съ опасными лихорадками. Въ

1868 г. монахи-трапписты насадили здѣсь эвкалиптовъ, отличающихся своей глубоко идущей корневой системой, быстрымъ ростомъ и сильной транспираціей. Теперь можно наблюдать, что въ мѣстахъ, гдѣ раньше грунтовая вода стояла на глубинѣ нѣсколькихъ сантиметровъ отъ поверхности, въ настоящее время она понизилась до 1 метра.

Тѣ выводы, которые были сдѣланы изслѣдователями относительно вліянія лѣсовъ на грунтовыя воды, оказались примѣнимыми не только къ зонѣ умѣреннаго климата, но и къ тропической зонѣ. Въ 1907 г. Пирсономъ (54) для окрестностей Godhra въ Индіи (Distrikt Panch Mahals) получены были, въ общемъ, тѣ же результаты, что и Отоцкимъ, Тольскимъ, Анри и др.

Такимъ образомъ, резюмируя все сказанное до сихъ поръ по поводу вліянія лѣса на климатъ и подземныя воды въ области равнинныхъ[1]) пространствъ, мы должны притти къ слѣдующимъ заключеніямъ:

1) Лѣсъ понижаетъ среднюю годовую температуру воздуха и почвы и увеличиваетъ влажность воздуха.

2) Лѣсъ задерживаетъ таяніе снѣга и стокъ талыхъ водъ по поверхности земли, понижаетъ испареніе съ поверхности и способствуетъ поддержанію большей влажности въ поверхностныхъ горизонтахъ почвы.

3) Въ то же время онъ въ значительной степени изсушаетъ глубокій горизонтъ грунта и понижаетъ уровень грунтовыхъ водъ.

Второй изъ перечисленныхъ выводовъ представляетъ особый интересъ для почвовѣда, такъ какъ даетъ ему ключъ къ пониманію тѣхъ процессовъ, которые ведутъ къ образованію такъ называемыхъ лѣсныхъ суглинковъ черноземной полосы и къ соотвѣтственнымъ измѣненіямъ чернозема подъ вліяніемъ поселившихся на немъ лѣсовъ.

Слѣдуетъ отмѣтить, что грунтовыя воды въ лѣсахъ степной полосы далеко не отличаются той соленостью, какая нерѣдко характеризуетъ воды черноземной степи.

Литература.

1. Адамовъ, Н. Психрометрическія наблюденія въ лѣсу и въ степи. Труды Опытн. Лѣсничествъ, 1902 г., вып. I.
2. Anderlind. Meteorolog. Zeitschrift, 1886, III, p. 471.
3. Анри (Henry). Лѣса равнинъ и грунтовыя воды. „Почвовѣдѣніе", 1903 № 1.
4. — Bull. de la Soc. de Sc. de Nancy, 1900.
5. Bebber, von. Zentralbl. fur das gesammte Forstwesen, 1878, p. 261.
6. Becquerel. Des climats et de l'influence qu'exercent les sols boisés et non boisés. Paris, 1853.
7. Comptes rendus, T. LVII, 1867, T. LXIV.

[1]) Горные лѣса находятся въ иныхъ условіяхъ.

8. Breitenlohner. Zentralbl. für das gesammte Forstwesen, 1877, p. 325, 1878, p. 16 u. 407.
9. Bühler, Ebermayer, Hoppe, Müttrich. Meteorolog. Zeitschr. 1899, H. 10, p. 469 472.
10. Димо, Н. „Почвовѣдѣніе", 1904, № 1.
11. Ebermayer. Die physik. Einwirkungen des Waldes auf Luft u. Boden. Aschaffenburg, 1873.
12. — Wollny's Forschungen. Bd. XII, 1889, p. 147 174.
13. — Physiologische Chemie der Pflanzen. 1882.
14. — Meteorolog. Zeitschr., 1895, 12, p. 169.
15. — Einfluss der Wälder auf die Bodenfeuchtigkeit etc. 1900.
16. Энгельгардтъ, М. Лѣса и климатъ, 1902.
17. Fankhauser. Wollny's Forschungen, Bd. V, 1882, p. 316.
19. Fautrat. Comptes rendus, T. LXXX, 1875, p. 206, 1454, T. LXXXIII, 1877, T. LXXXV, p. 340, 1115.
19. — Observations météorologiques, faites de 1874 à 1878.
20. et Sartiaux. Comptes rendus, T. LXXIX, 1874, p. 409 411.
21. Ferrel. The americ. meteorol. Journ. 1889, Vol. V, p. 433.
22. Гейницъ, Е. Лѣсъ и климатъ. С. хоз. Энциклопедія Девріена, т. V.
23. Gravelius, H. Petermann's Mitteilungen, 1901.
24. Hamberg. Om skogarnes inflytande på Sveriges klimat. Stockholm, 1885; русскій перев. подъ редакціей Квитка. Полтава, 1894.
25. Hann, I. Meteorolog. Zeitschr. 1886, III, p. 412.
26. Hellriegel. Beiträge zu den naturwissenschaft. Grundlagen des Ackerbaues. 1883.
27. Hoehnel. Wollny's Forschungen, Bd. II, H. 4, 1879, p. 398.
28. Hornberger. Forstl. Blätter, 1888, XII, p. 225.
29. Костычевъ, П. Отечеств. Записки, 1876, № 3.
30. Кравчинскій, Д. Вопросъ о вліяніи лѣса на климатъ. Лѣсной журналъ, 1876, № 6.
31. Кудрицкій. Зап., Кіев. Общ. Естеств., т. XI, 1890.
32. Lendenfeld. Petermann's Mitteilungen, 1888, H. 3.
33. Lorenz v. Liburnau, J. Wald, Klima u. Wasser, 1878.
34. u. Eckert. Meteorol. Zeitschr. 1890, VII, H. 10, p. 361.
35. — — Mitt. von förstl. Versuchswes. in Oesterreich, XIII, p. 1—447.
36. Маринъ, Н. Метеорол. Вѣстникъ, 1892, № 1, 4. 5.
37. Matthieu. Météorologie comparée agricole et forestière. Paris, 1878.
38. Морозовъ, Г. „Почвовѣдѣніе", 1899, № 3, 1900, № 2, 1901, № 1 и 3.
39. — Труды Опытн. Лѣснич., 1900 и 1902.
40. Лѣсъ и почва. Энциклопедія Девріена, т. V.
41. — Лѣсопромышленный Вѣстникъ, 1903, № 40.
42. Müttrich. Beobachtungen der Erdtemperat. auf den forstl.-meteorolog. Station. in Preussen und d. Reichslanden, 3. Jahrg. 1877.
43. — Beobacht. d. Erdtemperat. auf den forstl.-meteorol. Stat. in Preussen, Braunschweig u. Elsass-Lothringen. Berlin, 1880.
44. — Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 1890.
45. — Meteorol. Zeitschr., 1900, H. VIII, p. 356.
46. Ney, C. Der Wald und die Quellen. 1894.
47. — Forstwiss Zentralbl. 1901; на русскомъ языкѣ изложено Оппоковымъ въ журн. С. Хоз. и Лѣсов., 1902, май, стр. 63.

48. Nordlinger. Naturforsch. 1886, XIX.
49. Оппоковъ. Лѣсъ и воды. С. хоз. Энциклопедія Девріена, т. V.
50. Отоцкій, П. Труды Имп. Вольн. Экон. Общ., 1896, № 6.
51. — „Почвовѣдѣніе", 1899, № 2, 1900, № 3.
52. Дневникъ X съѣзда Русск. естеств. и врачей, 1901, № 3.
53. Грунтовыя воды, ихъ происхожденіе, жизнь и распредѣленіе. II. Грунтовыя воды и лѣса, преимущ. на равнинахъ среднихъ широтъ. — Труды опытн. лѣснич. 1905 (литература).
54. Pearson, R. S. The Indian Forester. 1907, 57.
55. Riegler. Mitteil. aus dem forstl. Versuchswes. Oesterreichs. Bd. II, H. 2, 1879.
56. Risler. Biedermann's Centralbl. f. Agrikulturchemie, 1872, p. 160.
57. Rüthimeyer, A. Zentralbl. f. das gesammte Forstwesen, 1893.
58. Schubert. Das Wetter, 1891, III, 68.
59. — Meteorol. Zeitschrift, 1895, p. 185 u. 361, 1898, p. 15, 134.
60. — Der jährliche Gang der Luft- u. Bodentemperatur im Freien u. in Waldungen und der Wärmeaustausch im Erdboden.
61. Тольскій. „Почвовѣдѣніе", 1902, № 4.
62. Вейнбергъ, Я. Лѣсъ, значеніе его въ природѣ и мѣры къ его сохраненію. 1884.
63. Воейковъ, А. Климаты земного шара, 1884.
64. Метеорол. Вѣстникъ. 1892, № 2.
65. Wollny. Forschungen, Bd. X, 1887, Bd. XIII, 1890 u. Bd. XVII, 1894.
66. — Vierteljahresschrift d. bayerisch. Landwirtschaftsrathes, 1900, H. 3.
67. Высоцкій, Г. „Почвовѣдѣніе, 1899, № 3, 1901, 1902, 1904.
68. Труды III съѣзда дѣятелей по опытн. дѣлу, 1905.
69. — О взаимныхъ соотношеніяхъ между лѣсной растительностью и влагой, ч. I, 1904.
70. — Труды Опытн. Лѣсничествъ. Маріуп. Лѣснич., 1901.
71. — Степное лѣсоразведеніе. С. хоз. Энциклопедія Девріена.
72. Zschocke. Wollny's Forschungen, 1891, p. 462.

Тепловыя свойства почвъ.

Распредѣленіе тепла въ почвахъ зависитъ отъ поглощенія тепла солнечвыхъ лучей, отъ лучеиспусканія, теплоемкости и теплопроводности почвъ. Первыя опредѣленія теплоемкости почвъ принадлежатъ Шумахеру (42), который работалъ съ весьма несовершеннымъ приборомъ, почему его данныя и не отличались особой точностью. Пфаундлеръ (39) производилъ наблюденіл съ калориметромъ, подобнымъ калориметру Ренью, и получилъ цифры, болѣе или менѣе близкія къ цифрамъ позднѣйшихъ наблюдателей, а именно:

	Почвы высуш. при 100° Ц.	Воздушно-сухія.
Рѣчной песокъ	0,1928	0,1945
Почва гранит.-глато	0,3489	0,3587
Торфъ	0,5069	0,5293

Изъ этихъ данныхъ прежде всего ясно, что почвенныя массы отличаются значительно меньшей теплоемкостью, чѣмъ вода, почему для своего нагрѣванія до опредѣленной температуры требуютъ значительно меньшаго количества тепла. Вліяніе влажности почвенной массы на величину ея теплоемкости также ясно прослѣживается на данныхъ Пфаундлера, если сравнить цифры двухъ вертикальныхъ столбцовъ. Разница во влажности воздушно-сухихъ почвъ и почвъ, высушенныхъ при 100° Ц., въ общемъ не велика, но и эта разница оказываетъ, какъ видно, вліяніе на теплоемкость. У торфа, гдѣ эта разница наиболѣе значительна, болѣе рѣзко различаются и величины теплоемкости. Наконецъ, изъ тѣхъ же данныхъ видно, что минеральные элементы почвы отличаются меньшей теплоемкостью, чѣмъ органическіе. Таковы существенные выводы изъ работы Пфаундлера, выводы, которые были лишь повторены позднѣйшими изслѣдователями (Платтеромъ, Либенбергомъ, отчасти Лангомъ и Ульрихомъ). Всѣ эти экспериментаторы доставили рядъ новыхъ фактическихъ данныхъ и болѣе точныя цифры, новыхъ же обобщеній не дали.

Уже изъ опредѣленій различныхъ изслѣдователей, спеціально не занимавшихся почвами, было извѣстно, что среди минеральныхъ элементовъ почвы наименьшей теплоемкостью отличается кварцъ, глина же обладаетъ большей теплоемкостью.

Песокъ	0,190	(Фишеръ).
Кварцъ	0,1883	(Нейманъ).
„	0,1913	(Ренье).
Бѣлая глина	0,241	(Гадолинъ).

Лангомъ (36) получены изъ главнѣйшихъ составныхъ частей, предполагавшихся въ составѣ почвенныхъ массъ, слѣдующія цифровыя данныя:

Кварц. песокъ (средняя изъ 8 опред.) . . .	0,198
Каолинъ	0,233
Торфъ	0,477

Намъ уже приходилось раньше отмѣчать неправильность, допущенную цѣлымъ рядомъ изслѣдователей по отношенію къ опредѣленію главныхъ составныхъ частей почвы, а именно, отожествленіе каолина съ почвенной глиной и торфа съ гумусомъ; эту неправильность констатируемъ и здѣсь.

Изъ своихъ изслѣдованій Лангъ, кромѣ того, сдѣлалъ выводъ, что величина зерна не оказываетъ вліянія на теплоемкость почвъ, и что теплоемкость объемная (всѣ предыдущія и послѣдующія цифры выражаютъ вѣсовую теплоемкость) даетъ меньшія разницы для различныхъ составныхъ частей почвенныхъ массъ. Наиболѣе точныя и подробныя данныя по отношенію къ различнымъ почвеннымъ минераламъ

и смѣсямъ даетъ Ульрихъ (43). Его наблюденія показали, между прочимъ, что наименьшей теплоемкостью обладаютъ окислы желѣза, а наибольшей — глина, углекислый магній. Сообщаемъ нѣсколько цифръ изъ работы Ульриха:

Желѣзный блескъ	0,1627
Красный желѣзнякъ	0,1678
Апатитъ	0,1833
Авгитъ	0,1931
Ортоклазъ	0,1941
Роговая обманка	0,1952
Хлоритъ	0,2046
Біотитъ	0,2061
Кальцитъ	0,2067
Мусковитъ	0,2030
Вивіанитъ	0,2372

Возможно и вычислять теплоемкость минераловъ и почвъ, если извѣстенъ ихъ химическій составъ и извѣстна теплоемкость отдѣльныхъ химическихъ группъ, опредѣляемыхъ въ составѣ минерала или почвы. Какъ показали Лангъ и Ульрихъ, цифры, полученныя путемъ вычисленія, довольно близко подходятъ къ непосредственно найденнымъ. Слѣдуетъ все-же предпочесть способъ прямого опредѣленія съ помощью калориметровъ.

По отношенію къ различнымъ почвеннымъ типамъ мы можемъ *привести нѣсколько данныхъ изъ работы Сабанина (41).* Теплоемкость опредѣлялась при помощи парового калориметра системы Щукарева. Мы заимствуемъ изъ статьи Сабанина только тѣ опредѣленія, которыя произведены съ почвами, высушенными при 100—105° Ц., такъ какъ цифры, относящіяся къ воздушно-сухимъ почвамъ трудно сравнивать: онѣ очень сильно зависятъ отъ содержанія въ почвѣ гигроскопической влаги.

Почва	Теплоемкость
Лессовый черноземъ 1—4 верш.	0,2300
„ 4—8 „	0,2131
„ 8—11 „	0,2105
„ 12—16 „	0,2087
Сѣроземъ (Бакинск. губ.)	0,2165
Красноземъ о. Кубы	0,2357
„ Чаквы	0,2481

По отношенію къ черноземy видно, что теплоемкость его падаетъ въ глубину, очевидно, въ связи съ паденіемъ количества гумуса. Чѣмъ обусловливается сравнительно высокая теплоемкость красноземовъ, сказать трудно; возможно, что здѣсь оказываетъ вліяніе значительное количество каолина, присутствующаго въ этихъ почвахъ.

При изслѣдованіи теплоемкости почвенныхъ массъ и ихъ отдѣльныхъ элементовъ экспериментаторы пользовались точными методами, почему полученныя ими цифры и сдѣланные выводы заслуживаютъ полнаго вниманія. Къ сожалѣнію, нельзя сказать того же объ опредѣленіи теплопроводности, не смотря на многочисленныя работы въ этой области.

Спеціально теплопроводностью почвъ занимались Габерландтъ (46), фонъ-Литтровъ (49), Поттъ, Вагнеръ (52), а въ Россіи — Мамонтовъ (50) и Петровъ (51). Кромѣ того, мы находимъ указанія на теплопроводность почвъ у Бекмана (45), Ангстрёма (44), Гершеля (48) и Гельмерсена (47).

Всѣ изслѣдователи, спеціально имѣвшіе дѣло съ почвами, устраивали для этой цѣли различные приборы, конструкціи которыхъ хотя и вызывали возраженія, но эти возраженія гораздо менѣе существенны, чѣмъ упреки, которые можно сдѣлать всѣмъ упомянутымъ изслѣдователямъ по поводу самого производства наблюденій. Какъ бы ни былъ построенъ приборъ того или другого изъ изслѣдователей, каждый изъ этихъ приборовъ состоялъ изъ нагрѣвательнаго сосуда и сосуда, заключавшаго почву; послѣдній обыкновенно изолировался отъ наружнаго воздуха плохими проводниками тепла. Въ послѣдній сосудъ вводилось нѣсколько термометровъ, на равныхъ другъ отъ друга разстояніяхъ, и отмѣчалась черезъ опредѣленные промежутки времени температура каждаго изъ термометровъ. Основная ошибка всѣхъ изслѣдователей заключалась въ томъ, что они не доводили термометровъ до постоянной температуры, а при такихъ условіяхъ не только не могло быть рѣчи объ опредѣленіи коэффиціентовъ теплопроводности, но даже и выводы въ болѣе общей формѣ не всегда являлись строго обоснованными.

Съ этой оговоркой мы приводимъ заключенія, сдѣланныя Вагнеромъ изъ его наблюденій. Изъ составныхъ частей почвы лучше всего проводитъ теплоту кварцъ, затѣмъ гидратъ окиси желѣза, каолинъ, углекислая известь и, наконецъ, торфъ. Въ плотномъ состояніи почва проводитъ тепло лучше, чѣмъ въ рыхломъ, а влажныя почвы отличаются лучшей теплопроводностью, чѣмъ сухія. Два послѣдніе вывода легко понимаются: плотная почва содержитъ меньше воздуха, чѣмъ рыхлая, а воздухъ болѣе плохой проводникъ, чѣмъ почва. Влажная почва, напротивъ, содержитъ значительное количество лучшаго проводника (вода) и потому проводитъ тепло лучше сухой почвы.

По отношенію къ поглощенію тепловыхъ лучей слѣдуетъ замѣтить, что максимальнымъ поглощеніемъ отличается гумусъ, благодаря темному цвѣту. Между другими составными частями почвы замѣтныхъ различій не наблюдается. Мелкоземистыя почвы поглощаютъ сильнѣе

крупнозернистыхъ. Заимствуемъ у Лоске (18) слѣдующія цифровыя данныя, характеризующія поглощеніе тепла:

	Абсолютное поглощеніе.	%
Торфяная почва	24,40	100,00
Краснобурый песокъ	22,65	92,78
Желтокрасная глина	21,00	80,07
Свѣтлосѣрая глина	20,00	81,97
Мелкій песокъ	20,75	85,04
Грубый „	20,50	84,02
Луговая известь	19,77	77,90

По вопросу объ изученіи почвъ мы отмѣтимъ работы Ланга (54) и Ара (53), выводы которыхъ не всегда одинаковы. Главнѣйшіе выводы Ара таковы: составныя части почвъ въ безводномъ состояніи обнаруживаютъ нѣкоторую разницу въ величинѣ лучеиспусканія; минеральные элементы почвы излучаютъ лучше чѣмъ органическіе, а изъ минеральныхъ — кварцъ излучаетъ лучше всего. Эти разницы, однако, не велики, и если сравнивать по силѣ излученія различныя природныя почвы, состоящія изъ смѣсей разнообразныхъ соединеній, то разницы еще болѣе скрадываются. Вліяніе механическаго состава сказывается постолько, посколько онъ способенъ вызвать измѣненіе характера поверхности почвы: тонкозернистыя почвы съ гладкой поверхностью излучаютъ меньше, чѣмъ крупнозернистыя съ поверхностью шероховатой.

Вода обладаетъ гораздо большей способностью излученія, чѣмъ элементы почвы, поэтому влажныя почвы будутъ лучеиспускать теплоту сильнѣе сухихъ. Необходимо, однако, сдѣлать оговорку слѣдующаго рода: одна и та же почва какъ въ умѣренно увлажненномъ, такъ и въ насыщенномъ водою состояніяхъ, будетъ излучать одинаково. То же слѣдуетъ сказать и относительно различныхъ почвъ, если онѣ находятся въ болѣе или менѣе увлажненномъ состояніи. Растительный, мертвый и снѣговой покровы защищаютъ почву отъ лучеиспусканія.

Переходя къ вопросу о температурѣ почвы, прослѣдимъ первоначально зависимость степени нагрѣванія поверхностныхъ ея горизонтовъ отъ цвѣта, состава, структуры, положенія по отношенію къ странамъ свѣта, наклонахъ къ горизонту и пр.

Вопросъ о вліяніи цвѣта на нагрѣваніе почвы былъ поставленъ впервые Шюблеромъ (25), который наполнялъ два одинаковыхъ ящика образцами одной и той же почвы, а затѣмъ поверхность одного изъ ящиковъ засыпалъ магнезіей, а другой — сажей. Тѣ же наблюденія производилъ и Гаспаренъ (10), при чемъ оба упомянутые изслѣдователя пришли къ выводу, что нагрѣваніе почвы тѣмъ значительнѣе, чѣмъ она темнѣе. Въ дополненіе къ выводамъ Шюблера и Гаспареиа, Дюроше и Малагути (7) отмѣтили, что нагрѣваніе почвы

въ значительной степени обусловливается ея составомъ, благодаря чему иногда свѣтлыя почвы нагрѣваются сильнѣе темныхъ. Тѣмъ же вопросомъ занимался Вольни (33), опубликовавшій нѣсколько работъ, стоящихъ въ большей или меньшей связи другъ съ другомъ. Съ одной стороны, его изслѣдованія вполнѣ подтвердили наблюденія Шюблера и Гаспарена, указавъ на вліяніе окраски почвъ, съ другой выяснили, что различныя иныя причины, отъ которыхъ зависитъ степень нагрѣванія почвы, маскируютъ иногда въ такой степени вліяніе окраски, что значеніе послѣдняго фактора почти утрачивается.

По отношенію къ окраскѣ Вольни высказалъ слѣдующія заключенія: въ теплый періодъ года воздушно сухая почва съ темноокрашенной поверхностью въ среднемъ теплѣе, чѣмъ почва со свѣтлой поверхностью. Разница въ температурѣ той или другой почвы наиболѣе значительна ко времени дневного максимума и сильно скрадывается ко времени дневного минимума. Амплитуда температурныхъ колебаній въ теченіе дня, очевидно, больше у первой почвы. Пониженіе температуры ночью у темныхъ почвъ происходитъ абсолютно быстрѣе, чѣмъ у свѣтлыхъ, хотя температура у первыхъ не падаетъ ниже, чѣмъ у вторыхъ. По мѣрѣ углубленія, температурныя разницы темныхъ и свѣтлыхъ почвъ становятся меньше, а при ослабленіи инсоляціи, или ночью, дѣлаются совершенно нечувствительными. Цвѣтъ поверхности оказываетъ на нагрѣваніе сухой почвы большое вліяніе въ томъ случаѣ, если характеръ минеральныхъ веществъ двухъ различно окрашенныхъ почвъ приблизительно одинаковъ, а количество гумуса настолько невелико, что отъ его присутствія не измѣняются существенно ни теплоемкость, ни теплопроводность почвы. Если же эта граница для содержанія гумуса перейдена или почвы сильно различаются своимъ составомъ и физическими свойствами, то вліяніе окраски уменьшается и можетъ сдѣлаться почти незамѣтнымъ.

Позже Вольни нѣсколько расширилъ свои выводы, указавъ прежде всего на то, что и въ теплый періодъ температурныя разницы между свѣтлыми и темными почвами могутъ въ значительной степени скрадываться, въ зависимости отъ уменьшенія инсоляціи среди дня (при большей облачности). Кромѣ того имъ было отмѣчено вліяніе почвенной влаги на температуру почвъ различныхъ цвѣтовъ. Это вліяніе оказалось достаточно значительнымъ для того, чтобы, подобно составу и физическимъ свойствамъ, маскировать вліяніе окраски.

По отношенію къ физическому состоянію поверхности почвы Вольни замѣтилъ, что въ теплое время года и при теплой погодѣ плотныя почвы въ общемъ теплѣе, чѣмъ рыхлыя: въ холодное же время года и при пониженіи температуры наблюдаются обратныя отношенія. Величина зерна также оказываетъ вліяніе на нагрѣваніе, но до извѣстныхъ пре-

дѣловъ, т.-е. болѣе грубозернистыя почвы (до извѣстной величины зерна) нагрѣваются сильнѣе мелкозернистыхъ, но при дальнѣйшемъ увеличеніи размѣровъ зерна температура почвы постепенно убываетъ.

Изъ составныхъ частей почвы кварцъ обладаетъ наиболѣе сильной способностью нагрѣваться и охлаждаться, второе мѣсто занимаетъ глина (каолинъ); гумусъ (торфъ) наиболѣе медленно принимаетъ и отдаетъ тепло. Поэтому, при возрастающей и вообще высокой температурѣ (весна и лѣто) кварцевый песокъ нагрѣвается наиболѣе сильно, гумусъ—меньше всего. При падающей и вообще болѣе низкой температурѣ (осень и зима) наблюдаются обратныя отношенія. Известковыя и магнезіальныя почвы обладаютъ существенно меньшей способностью къ нагрѣванію и охлажденію чѣмъ другія, почему и амплитуды температурныхъ колебаній у этихъ почвъ не велики. Окись желѣза оказываетъ относительно небольшое вліяніе на тепловое состояніе почвы.

Наблюденія надъ вліяніемъ положенія и наклона почвы на нагрѣваніе ея производились Кернеромъ (14), Эзеромъ и Вольни. Работы Эзера мы нѣсколько уже касались, хотя и по другому поводу, почему здѣсь остановимся на выводахъ Кернера и Вольни, болѣе или менѣе однородныхъ. При различномъ положеніи склона по отношенію къ странамъ свѣта, южныя направленія склоновъ (Ю, Ю.-З. и Ю.-В.) теплѣе всего, затѣмъ идутъ В. и З., далѣе, С.-В., С.-З. и наконецъ, С. Разница температуръ почвы различныхъ склоновъ тѣмъ больше, чѣмъ значительнѣе протяжевіе склона. Наибольшія амплитуды температурныхъ колебаній замѣчаются при южныхъ положеніяхъ склоновъ, и они тѣмъ меньше, чѣмъ болѣе положеніе склона приближается къ сѣверному. Максимумъ температуры зимой (ноябрь—апрѣль) падаетъ на С.-В. склонъ, лѣтомъ (май — августъ) — на Ю.-З., осенью на Ю. Южный склонъ тѣмъ теплѣе, а сѣверный тѣмъ холоднѣе, чѣмъ болѣе уголъ наклона къ горизонту; также относительно В. и З. Разница температуръ сѣвернаго и южнаго склоновъ больше, чѣмъ восточнаго и западнаго. Температурныя колебанія увеличиваются вмѣстѣ съ угломъ наклона, въ особенности для сѣвернаго и южнаго склоновъ; для восточнаго и западнаго это соотношеніе не столь замѣтно.

Разсмотримъ, наконецъ, вліяніе на температуру почвы различныхъ покрововъ: живого растительнаго, мертваго и снѣгового.

По наблюденіямъ Вольни, почва, покрытая живыми травянистыми растеніями или отмершими растительными остатками, лѣтомъ холоднѣе, а зимой теплѣе, чѣмъ голая почва. Температурная разница больше всего лѣтомъ, а меньше всего весною и осенью. При наступленіи холодныхъ періодовъ лѣтомъ или теплыхъ періодовъ зимой, вліяніе покрова на температуру почвы обратное. Амплитуда температурныхъ колебаній у почвъ съ какимъ-либо покровомъ меньше, чѣмъ у неприкрытыхъ почвъ. Наблю-

денія Эбермайера (8) приводятъ его къ заключенію, что, по способности къ нагрѣванію, ближе всего къ непокрытой почвѣ стоитъ почва съ моховымъ покровомъ: зимой моховой покровъ задерживаетъ излученіе. Луговыя травы лѣтомъ пропускаютъ въ почву почти такое же количество тепла, какъ моховой покровъ, но зимой даютъ гораздо меньшую защиту отъ излученія. Плотныя древесныя насажденія затрудняютъ лѣтомъ нагрѣваніе почвы сильнѣе, чѣмъ всѣ другіе покровы. Такъ, напримѣръ, почва подъ буковымъ лѣсомъ до глубины 30 см. имѣетъ температуру на 3,7° ниже, чѣмъ голая почва [1]).

По вычисленіямъ Любославскаго (19), годовой оборотъ тепла въ слоѣ до 260 см. глубиной выражается цифрами:

для обнаженной почвы . . . . . 1858,8 ман. калор. на 1 см.
„ покрытой „ . . . . . 1301,8 „ „ „ „

Относительно вліянія снѣжнаго покрова Вольни были сдѣланы слѣдующія заключенія: 1) въ морозную погоду почва, покрытая снѣгомъ, теплѣе чѣмъ голая; 2) при внезапномъ поднятіи температуры воздуха выше 0° почва безъ снѣга нагрѣвается скорѣе, чѣмъ подъ снѣгомъ; 3) въ послѣдней температурныя колебанія меньше чѣмъ въ голой; уже подъ очень умѣреннымъ снѣжнымъ покровомъ почвенная температура сохраняется равномѣрной и рѣдко падаетъ особенно низко. Послѣднее положеніе было подтверждено и Апостоловымъ (4), наблюдавшимъ, что, при толщинѣ снѣгового покрова въ 27 см., температура на поверхности земли была—29,1° Ц., а подъ снѣгомъ только—4,5° Ц. Необходимо, однако, отмѣтить, что теплопроводность снѣга, очень малая при рыхломъ его состояніи, значительно возрастаетъ по мѣрѣ его уплотненія. По даннымъ Абельса между плотностью снѣга и коэффиціентомъ его теплопроводности существуютъ слѣдующія соотношенія:

Плотность снѣга	Коэффиц. теплопров. (въ калор., сантим., минут.)
0,05	0,0010
0,20	0,0162
0,40	0,0650
0,50	0,1015
0,90	0,3289

Интересны наблюденія Хомена (13) въ Финляндіи надъ тепловыми свойствами гранитной, песчаной и луговоболотной почвы. Оказалось, что на гранитѣ температура постоянно выше, чѣмъ въ воздухѣ, песчаная почва имѣетъ болѣе высокую температуру только въ поверхностныхъ горизонтахъ, въ болотной же почвѣ средняя дневная температура равна таковой же воздуха. Наступленіе дневныхъ максимумовъ и минимумовъ въ этихъ почвахъ и въ воздухѣ происходитъ въ слѣдующіе часы:

[1]) О наблюденіяхъ Мюттриха и Шуберта см. стр. 251.

	Гранитъ.	Песчан. почва.	Болотн. почва.	Воздухъ.
		На поверхности.		
Максимумъ	2 ч. по пол.	1 ч. 7 м.	1 ч. 28 м.	3 ч.
Минимумъ	4 ч. утра.	4 ч. 7 м.	4 ч. 43 м.	4 ч. 33 м.

Чтобы дать представленіе о тѣхъ различіяхъ въ тепловомъ режимѣ, которыя существуютъ въ различныхъ почвенныхъ зонахъ, мы приведемъ результаты измѣреній почвенной температуры въ лѣсной (подзолистой), черноземной и полупустынной зонахъ. Мы не могли, къ сожалѣнію, во всѣхъ зонахъ взять тѣ наблюденія, которыя относятся къ оголеннымъ почвамъ, и для черноземной зоны пользуемся данными, относящимися къ покрытой почвѣ.

Для подзолистой зоны мы воспользуемся данными для почвы Лѣсного Института, опубликованными въ работѣ Любославскаго (19).

Среднія за 15 лѣтъ температуры обнаженной почвы.

	Глубина въ метрахъ					
	0,0	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6
			градусовъ			
Январь . . .	—8,03	—7,34	—6,08	—4,18	—1,19	2,25
Февраль . .	—8,81	—8,00	—6,93	—5,19	—2,32	1,35
Мартъ . . .	—4,73	—4,46	—3,72	—2,93	—1,57	0,87
Апрѣль . . .	3,81	2,96	2,23	1,00	0,21	0,86
Май	14,04	12,11	11,17	9,06	6,17	4,09
Іюнь	20,46	17,76	17,12	15,29	12,17	8,32
Іюль	20,85	19,23	19,00	17,51	14,87	10,76
Августъ . .	15,11	15,07	15,30	14,82	13,87	11,36
Сентябрь . .	8,82	8,95	9,31	9,69	10,02	10,12
Октябрь . .	3,89	4,83	4,91	5,72	6,85	8,02
Ноябрь . . .	—1,57	—0,63	0,59	1,97	3,78	5,96
Декабрь . .	—6,51	—5,59	—3,97	—1,87	0,90	3,91
Годъ	4,78	4,57	4,91	5,07	5,31	5,66

Для черноземной зоны приведемъ данныя наблюденій на Орловской метеорологической станціи (опытное поле Воронежскаго земства).

	0,0	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2
Январь	— 7,1	—0,7	0,0	+1,1	2,2	4,3	6,7
Февраль . . .	—10,9	—1,9	—1,4	0,3	1,6	3,5	5,9
Мартъ	— 0,2	—0,7	0,5	0,5	1,2	2,8	5,2
Апрѣль	14,8	10,6	9,7	7,8	6,1	4,4	4,8
Май	17,4	12,9	12,3	11,0	9,4	7,3	5,8
Іюнь	21,8	17,3	16,5	14,9	12,9	10,0	7,2
Іюль	23,3	20,2	19,4	17,7	15,4	12,2	8,7
Августъ . . .	25,6	21,9	21,2	19,7	17,6	14,3	10,3
Сентябрь . . .	17,2	16,0	16,6	16,5	16,3	14,8	11,5
Октябрь . . .	5,9	6,1	7,2	8,8	10,6	12,2	11,6
Ноябрь . . .	2,9	3,8	4,7	6,0	7,6	9,0	10,4
Декабрь . . .	— 2,3	0,3	1,2	2,7	4,5	7,3	9,1
Годъ	9,0	8,9	9,0	8,9	8,8	8,5	7,9

Наконецъ, для полупустыни воспользуемся наблюденіями Чаянова (29) на Темирскомъ опытномъ полѣ:

Температура почвы въ 1908 г.

	Глубина въ метрахъ.						
	0,0	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2
Январь	—16,4	—11,6	—10,7	—8,4	—5,6	—0,5	5,8
Февраль . . .	—17,2	— 8,6	— 7,8	—6,3	—4,5	—1,2	4,2
Мартъ	—11,9	— 7,7	— 7,3	—6,2	—4,8	—1,6	3,2
Апрѣль . . .	— 0,5	— 0,9	— 1,3	— 1,8	—2,1	—0,8	2,4
Май	15,4	13,4	12,0	10,0	7,1	3,2	2,5
Іюнь	26,6	21,6	19,9	17,5	14,1	9,0	4,6
Іюль	29,2	24,0	22,5	21,1	18,7	14,0	7,5
Августъ . . .	25,7	22,2	21,1	20,4	18,9	15,5	9,7
Сентябрь . . .	18,7	16,6	16,7	17,2	17,1	15,5	11,1
Октябрь . . .	3,2	3,0	4,4	6,6	9,0	11,7	11,4
Ноябрь	— 3,6	— 3,3	— 2,0	— 0,1	2,5	6,5	10,0
Декабрь . . .	—12,4	— 4,4	— 2,9	— 1,4	0,4	3,6	8,0
Годъ	4,7	5,4	5,4	5,7	5,9	6,3	6,7

Къ сожалѣнію, мы не располагали данными для болѣе западныхъ частей полупустыни, которыя дали бы, вѣроятно, нѣсколько иные результаты. Опредѣленно выраженный континентальный типъ климата азіатскихъ полупустынь наложилъ свою печать и на тепловой режимъ почвы, обусловивъ очень низкія температуры зимы и очень высокія температуры лѣта.

Не только почвы, далеко отстоящія другъ отъ друга, но и почвы одной и той же зоны, лежащія рядомъ, могутъ и даже должны имѣть неодинаковый тепловой режимъ въ зависимости отъ ихъ свойствъ и особенно въ зависимости отъ содержанія въ нихъ влаги. Наблюденія Келлера (15) въ окрестностяхъ Сарепты дали слѣдующіе результаты:

Почва.	Глубина наблюд.	Температура въ 4 ч. дня.
Корково-столбч. солонецъ	32—36 см.	20,3°
Солонцеватый бурый суглинокъ . .	31,5—35,5 см.	19,2°
Темноцвѣтная почва западинъ . . .	31,2—35,2 см.	16,3°

На солончаковыхъ почвахъ тамъ-же Келлеромъ получены слѣдующіе результаты:

	Глубина.	Темпер. въ 1 ч. дня.
Мокрый солонч., менѣе влажный	31,2—35,2 см.	17,9°
„ „ болѣе влажный	31,8—35,8 см.	16,3°
„ „ наиболѣе влажный	31,2—35,2 см.	16,0°

Литература.

Температура почвы, ея дневной и годичный ходъ, зависимость отъ цвѣта, строенія, положенія наклона и покрова.

1. Адамовъ. Температура чернозема. „Почвовѣдѣніе", 1900, №№ 1 и 2 1901, № 2.
2. — Факторы плодородія русскаго чернозема. Спб. 1904.
3. André et Raulin. Comptes rendus. CXII, p. 256—258.
4. Апостоловъ, Л. Метеор. Вѣстн., 1893, № 6.
5. Bezold, W. v. Sitzungsber. Berliner Akad., 1892, p. 1139.
6. Bühler. Mitteil. der schweizer Zentralbl. für das förstl. Versuchswes. Bd. IV.
7. Durocher et Malaguti. Comptes rendus. T. XXXVIII. p. 785.
8. Ebermayer. Wollny's Forschungen, Bd. XIV, 1891, p. 195 u. 379.
9. Fritsch. Zeitschr. d. österreich. Gesellsch. für Meteorol. Bd. VI, № 9, 1871.
10. Gasparin. Cours d'agriculture.
11. Hann. Lehrbuch der Meteorologie, 1901.
12. Henne. Mitteil. d. schweiz. Zentralanst. für das förstl. Versuchswes. Bd. III.
13. Homen. Der tägliche Wärmeumsatz im Boden etc. Leipzig, 1897; Метеорологич. Вѣстн., 1898, т. VIII, 429.
14. Kerner. Zeitschr. d. österreich. Ges. für Meteorol. Bd. VI, № 5, 1871; Meteorolog. Zeitschr. 1893, H. 7.
15. Келлеръ. Тр. Тифлисск. Ботан. Сада. Вып. XII, кн. 2, 1913.
16. Лейстъ. Метеоролог. Сборн., т. I, № 7, 1891.
17. Liebenberg, von. Untersuchungen über Bodenwärme. Habilidationsschrift. Halle, 1875.
18. Лоске. Сельскохоз. метеорологія. Юрьевъ, 1908.
19. Любославскій, Г. Изв. Импер. Лѣсн. Инст. Вып. XIX, 1909.
20. Masure, F. Annales agronomiques, 1883, T. IX, №№ 4, 5 et 7.
21. Müttrich Erdbodentemperatur auf d. förstl. meteorol. Stationen. Berlin, 1880.
22. Pott, E. Landw. Versuchst. 1877, Bd. XX, H. 4 u. 5, p. 273—355.
23. Schubert. Der jährliche Gang der Luft- u. Bodentemperatur im Freien und in Waldungen und der Wärmeaustausch im Erdboden. Berlin, 1900.
24. — Der Wärmeaustausch im festen Erdboden, in Gewässern und in der Atmosphäre. Berlin, 1904.
25. Schübler. Grundsätze der Agrikulturchemie, 1830, Bd. I.
26. Singer. Beobachtungen der meteorolog. Stationen in Königreich Bayern. Jahrg. 1889.
27. Штейнъ. Матер. по изуч. русскихъ почвъ. Вып. V, 1889.
28. Тольскій. Журн. Оп. Агрон., 1900, кн. 3.
29. Чаяновъ, С. Отчетъ по Темирскому Опытному полю. СПб., 1910.
30. Wild, H. Ueber die Bodentemperatur in St. Petersburg, 1878; по русски: Метеоролог. Сборн. 1879, 5, VI.
31. — Ueber die Differenzen der Bodentemperaturen mit und ohne Vegetation resp. Schneedecke. Mém. de l'Acad. Imp. des Sc. de St. Pétersbourg, VIII série, I, V. № 8, 1897.
32. Wollny. Landw. Jahrbücher, 1876, H. 3, p. 441, 468.

33. — Forschungen, Bd. I, 1878, p. 43; Bd. II, 1879, p. 133; Bd. III, 1880, p. 325; Bd. IV, 1881, p. 327; Bd. V, 1882, p. 1: Bd. VI, 1883, p. 196; Bd. X, 1887 p. 1 u. 345; Bd. XIX, 1896, p. 305; Bd. XX, 1897, p. 133.
34. — Zeitschr. d. landw. Vereins für Bayern. 1879, 83.
35. Воейковъ, А. Снѣжный покровъ, его вліяніе на почву, климатъ и погоду. Спб. 1889.

Теплоемкость почвы.

36. Lang. Wollny's Forschungen, Bd. I, 1878, p. 109.
37. Meister. Programm der Jahresber. 1857—58 d. konigl. landw. Zentralschule zu Weyhenstephan, p. 1.
38. Oemler, P. Deutsche Monatsschr. f. Landwirtsch. 1874, H. 3—5, p. 67, 101, 131.
39. Pfaundler. Pogg. Annalen, CXXIX, 1866.
40. Platter. Annal. d. Landw. in Preussen. Monatsblatt, 1870.
41. Сабанинъ. „Почвовѣдѣніе", 1908, № 4.
42. Schumacher. Die Physik des Bodens in ihren theoretisch. u. praktisch. Beziehungen zur Landwirtschaft. 1864.
43. Ulrich. Wollny's Forschungen, Bd. XVII, 1894.

Теплопроводность почвы.

44. Angstrom. Poggend. Annalen, CXIV, CXVIII, CXXIII, CXXIX.
45. Bockmann. Versuche über die Wärmeleitungsfähigkeit verschiedener Korper, 1812.
46. Haberlandt. Wissenschaftlich-praktische Untersuchung auf d. Gebiete d. Pflanzenbaues. 1875.
47. Helmersen. Poggend. Annalen, LXXXVIII.
48. Herschel. Nature, Vol. VIII, May, October 1873.
49. Littrow, A. von. Sitzungsber. d. kaiserl. Akad. d. Wissensch. II. Abt. Januarheft, 1875, Bd. LXXI.
50. Мамонтовъ. Матер. по изуч. русск. почвъ. Вып. III, 1887.
51. Петровъ. Матер. по изуч. русск. почвъ. Вып. VIII, 1893.
52. Wagner. Wollny's Forschungen, Bd. VI, p. 1.

Поглощеніе и излученіе тепла.

53. Ahr. Wollny's Forschungen, Bd. XVII, 1895, p. 397.
4. Lang. Wollny's Forschungen. Bd. I, 1878.
55. Magnus. Fortschritte d. Physik, Bd. XX.
56. Tate. Philosop. Magaz. XXIII and XXV.

ГЛАВА VI.

Поглотительная способность почвы.

Способность почвы задерживать въ себѣ растворенныя вещества или части ихъ, а также приходящіе въ соприкосновеніе съ ней газы, извѣстна уже давно. Лордъ Бэконъ еще въ XVI—XVII столѣтіяхъ процѣживалъ морскую воду черезъ рядъ сосудовъ, наполненныхъ землей, и пришелъ къ заключенію, что послѣдовательное процѣживаніе черезъ 20 сосудовъ совершенно опрѣсняетъ воду. Въ 1739 г. на способность каменныхъ цистернъ опрѣснять прошедшую сквозь нихъ морскую воду указывалъ St. Hales [1]). Въ 1819 г. Гаццери наблюдалъ обезцвѣченіе навозной жижи, прошедшей черезъ слой почвы, въ 1836 г. на тоже явленіе обратилъ вниманіе Броннеръ. Въ работѣ Томсона (1845 г.) сообщаются болѣе обстоятельныя свѣдѣнія о явленіяхъ поглощенія по отношенію къ амміачнымъ солямъ; Томсонъ замѣтилъ, что почвы поглощаютъ изъ названныхъ солей основанія, взамѣнъ которыхъ въ растворѣ, прошедшемъ сквозь почву, опредѣляется известь. Изслѣдованіе Гекстебля, появившееся вслѣдъ за работой Томсона, отмѣчаетъ, что, при просачиваніи навозной жижи сквозь почву, послѣдняя задерживаетъ не только красящее начало, но и нѣкоторыя количества амміака и другихъ солей, содержащихся въ жижѣ.

Первой попыткой истолковать факты, наблюдаемые при поглощеніи являются работы Уэ (Way). Изучая дѣйствіе на почвы растворовъ различныхъ солей, онъ пришелъ къ заключенію, что здѣсь происходитъ обмѣнъ основаній, и притомъ въ эквивалентныхъ количествахъ [2]). Отсюда слѣдовалъ выводъ, что поглощеніе почвой есть реакція обмѣннаго разложенія, т. е. явленіе химическаго порядка. Оставалось только рѣшить вопросъ, какія изъ составныхъ частей почвы участвуютъ въ этой реакціи. Испытавъ поглотительную способность каолина и найдя ее ничтожной, Уэ заключилъ, что не въ почвенной глинѣ вужно искать поглотителей, а въ иныхъ веществахъ, которыя къ ней примѣшаны и, надо полагать, принадлежатъ къ группѣ водныхъ силикатовъ. Чтобы

---

[1]) См. Соколовскій, А. (39).

[2]) Въ работахъ автора нѣтъ, въ сущности, строгихъ доказательствъ этого положенія.

подтвердить свои соображенія, Уэ приготовилъ искусственно изъ растворовъ глинозема, кремнезема и щелочей аморфные водные алюмосиликаты и произвелъ съ ними опыты замѣщенія однихъ основаній другими. Убѣдившись, что реакціи замѣщенія идутъ у этихъ искусственныхъ соединеній очень энергично, Уэ окончательно утвердился въ мысли, что и въ почвахъ поглотителями являются аналогичныя соединенія. Этотъ выводъ былъ принятъ впослѣдствіи и цѣлымъ рядомъ другихъ изслѣдователей.

Либихъ, присоединившись отчасти къ заключеніямъ Уэ, высказался однако въ томъ смыслѣ, что цѣлый рядъ фактовъ не позволяетъ разсматривать явленія поглощенія почвой, какъ чисто химическія, что на ряду съ химическими реакціями здѣсь совершается и физическій процессъ, аналогичный тому, который наблюдается въ углѣ, способномъ, какъ извѣстно, задерживать въ своихъ порахъ различныя вещества.

Появившаяся въ 1858 г. работа Геннеберга и Штомана не установила никакихъ новыхъ толкованій сущности явленій; авторы, въ этомъ отношеніи, всецѣло присоединились къ выводамъ Либиха, но въ то же время сдѣлали попытку выяснить вопросъ о вліяніи концентраціи растворовъ и ихъ объемовъ на интенсивность поглощенія. Опыты ставились исключительно съ амміачными солями и привели изслѣдователей къ заключенію, что слабые растворы дѣйствуютъ относительно энергичнѣе. Продолжительность соприкосновенія раствора съ почвой не оказываетъ почти никакого вліянія на величину поглощенія. По отношенію къ объемамъ реагирующихъ растворовъ оказалось, что изъ большихъ объемовъ поглощается и большее количество амміака.

Данными только что упомянутыхъ изслѣдователей воспользовался Бедекеръ для вывода своего правила, по которому количества дѣйствующаго въ растворѣ вещества относятся, какъ квадраты ихъ дѣйствій. Это нужно понимать такимъ образомъ, что если почва получаетъ 1 ф. амміака въ видѣ хлористаго аммонія и изъ этого количества поглощается n лотовъ, то таже почва, получивъ 2, 10, 20 ф. амміака, поглотитъ не 2 n, 10 n, 20 n лотовъ, а $n\sqrt{2}$, $n\sqrt{10}$, $n\sqrt{20}$ лотовъ. Сопоставляя вычисленныя, на основаніи своего правила, величины съ непосредственно найденными, Бедекеръ отмѣтилъ довольно близкое совпаденіе этихъ двухъ рядовъ цифръ. Это правило, однако, не было подтверждено другими изслѣдованіями, въ томъ числѣ и работами Петерса.

Изслѣдуя поглощеніе различныхъ солей калія, Петерсъ пришелъ къ заключенію, что онѣ не одинаково энергично поглощаются почвой: maximum поглощенія падаетъ на фосфорнокислую соль а за ней идутъ по порядку: ѣдкое кали, K_2CO_3, KNO_3, K_2SO_4 и, наконецъ, KCl. Объясняя явленія поглощенія, Петерсъ, подобно Либиху, отказывается видѣть въ нихъ чисто химическій процессъ, такъ какъ, по его опытамъ, не только почва, но и очищенный уголь способенъ поглощать калійныя

соли; въ этомъ послѣднемъ случаѣ поглощается не только основаніе, но и кислота соли. Въ доказательство того, что поглощеніе почвой должно разсматриваться отчасти, какъ физическое явленіе, Петерсъ сопоставляетъ величины поглотительной способности почвъ, содержащихъ различное количество мелкозема, и замѣчаетъ, что поглотительная способность тѣмъ выше, чѣмъ больше въ почвѣ мелкозема, которому онъ былъ склоненъ приписать физическое дѣйствіе. Однако, на самомъ дѣлѣ, какъ мы уже знаемъ, почвенный мелкоземъ представляетъ весьма сложный аггрегатъ и можетъ заключать въ себѣ достаточное количество такихъ группъ, которыя способны вступать и въ химическую реакцію, при чемъ химическое дѣйствіе мелкозема должно быть энергичнѣе, чѣмъ дѣйствіе грубыхъ частицъ, уже потому, что здѣсь реагирующіе растворы встрѣчаютъ большую поверхность соприкосновенія. Такимъ образомъ факты, наблюденные Петерсомъ, говорятъ столько же въ пользу физической, какъ и химической теоріи поглощенія. Отмѣтимъ тутъ-же, что параллелизмъ между количествомъ мелкозема и величиной поглощенія далеко не всегда наблюдается, какъ это казалось Петерсу.

Раутенбергъ пробовалъ связать энергію поглощенія съ содержаніемъ въ почвахъ Al_2O_3 и Fe_2O_3; на основаніи своихъ наблюденій онъ вывелъ даже формулу: $b' = \frac{ba'}{a}$, гдѣ a — содержаніе $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ въ изслѣдованной почвѣ, a_1 — содержаніе тѣхъ же веществъ въ почвѣ, поглотительную способность которой желательно опредѣлить, b — поглотительная способность изслѣдованной почвы и b_1 — искомая поглотительная способность. Раутенбергъ не связывалъ, однако, явленій поглощенія съ присутствіемъ въ почвахъ свободныхъ окисловъ Al_2O_3 и Fe_2O_3 или съ глинами, въ составъ которыхъ они входятъ, а полагалъ, что здѣсь играютъ роль цеолитообразные силикаты, содержащіе Al_2O_3 и Fe_2O_3, иначе говоря, онъ цѣликомъ становился на точку зрѣнія Уэ. На той-же точкѣ зрѣнія стоялъ и Гейденъ, признававшій, впрочемъ, что гумусъ можетъ поглощать и физически.

Кнопъ, подобно Раутенбергу, изслѣдовалъ поглотительную способность не только почвъ, но и отдѣльныхъ группъ соединеній, которыя могутъ находиться въ составѣ почвъ (гидраты Al_2O_3 и Fe_2O_3, алюминаты основаній, водные силикаты, фосфорнокислый алюминій, аморфный кремнеземъ, гуминовыя вещества и пр.). Всѣ эти соединенія могутъ въ большей или меньшей степени поглощать основанія, и даже гидраты глинозема и окиси желѣза должны быть причислены къ группѣ поглотителей. Въ своихъ послѣднихъ работахъ Кнопъ указываетъ на параллелизмъ между величиной поглотительной способности и связанными основаніями (aufgeschlossene Basen) почвы, которыя, по представленію изслѣдователя, принадлежатъ двойнымъ воднымъ силикатамъ. Отъ этого

параллелизма уклоняется, однако, образецъ рейнскаго лёсса, содержащій много связанныхъ основаній, выщелачиваемыхъ соляной кислотой, но обладающій въ тоже время невысокой поглотительной способностью. Физическое поглощеніе также признавалось Кнопомъ.

Мы не останавливаемся на длинной серіи другихъ работъ, ничего существеннаго не внесшихъ въ рѣшеніе вопроса о поглотительной способности, изъ всего-же сказаннаго до сихъ поръ видно, что мысль изслѣдователей первой, а частью и второй половины XIX столѣтія вращалась вокругъ двухъ возможныхъ толкованій явленій поглощенія: химическаго и физическаго. Одни изъ нихъ отдавали преимущество химическому, другіе физическому, третьи признавали въ одинаковой мѣрѣ и то, и другое.

Большинство изслѣдователей, считавшихъ поглощеніе химическимъ процессомъ, связывали этотъ послѣдній съ проблематическими цеолитами, что повлекло за собой рядъ изслѣдованій реакцій обмѣна въ природныхъ цеолитахъ (работы Эйхгорна, Лемберга и др.). Особенно интересны изслѣдованія Лемберга, доказавшаго, между прочимъ, что къ реакціямъ обмѣна способны не только цеолиты, но и другіе силикаты и алюмосиликаты.

Всѣ попытки изслѣдователей установить какую-либо связь между энергіей поглощенія и составомъ почвы какъ механическимъ, такъ и химическимъ, должны быть признаны неудачными, что и понятно, такъ какъ если почва поглощаетъ не только химически, но и физически, то учесть для каждой почвы то, что падаетъ на долю одного и что на долю другого изъ названныхъ процессовъ,—невозможно, а слѣдовательно невозможно и установвть связь между энергіей поглощенія и какимъ либо однимъ изъ факторовъ этого процесса.

Работы фанъ Беммелена, давшія толчокъ къ изученію коллоидовъ, направили въ новое русло и вопросъ о поглотительной способности. Самъ фанъ Беммеленъ какъ уже мы говорили въ главѣ о гумусѣ (стр. 41) принималъ, что коллоиды, поглощая изъ растворовъ тѣ или другія составныя ихъ части, даютъ не постоянныя химическія соединенія, а такъ называемыя поглотительныя соединенія (Absorptionsverbindungen). Съ этого времени нѣкоторые изслѣдователи начинаютъ расчленять явленія поглощенія на явлевія чисто химическія, чисто физическія (адсорбція) и явленія, стоящія между тѣми и другими. Послѣднія явленія, происходящія между растворами и коллоидами, получаютъ названіе абсорбціи, при чемъ предполагается, что абсорбція есть процессъ, аналогичный образованію твердыхъ растворовъ, т. е. процессъ равномѣрнаго проникновенія всей массы коллоида соприкасающимся съ нимъ растворомъ.

Остановимся нѣсколько подробнѣе на явленіяхъ адсорбціи, которыя одинаково свойственны какъ колоидальвымъ, такъ и не коллои-

дальнымъ веществамъ. Еще Земятченскій показалъ, что каолины адсорбируютъ неодинаково въ зависимости отъ тонкости ихъ частицъ, и что тонкій кварцевый порошекъ способенъ адсорбировать. Способность къ адсорбціи тонко измолотаго кварца была испытана также Бриггсомъ (8), который вмѣстѣ съ тѣмъ отмѣтилъ, что аморфная кремнекислота адсорбируетъ гораздо энергичнѣе, чѣмъ кристаллическій кварцъ. Это и повятно, такъ какъ величина адсорбціи должна быть связана съ величиной поверхности тѣхъ частицъ, которыя принимаютъ участіе въ этомъ явленіи. Несомнѣнно, что у аморфной кремнекислоты сумма поверхностей всѣхъ слагающихъ ее частицъ больше, чѣмъ у тонко измолотаго кварца, а потому она и адсорбируетъ энергичнѣе.

Лагергренъ полагаетъ, что явленіе адсорбціи обусловливается тѣмъ, что слой воды, окружающій частицы твердаго тѣла, находится въ сжатомъ состояніи, отвѣчающимъ давленію до 6000 атмосферъ; такъ какъ растворимость большинства солей увеличивается вмѣстѣ съ давленіемъ, то растворъ такихъ солей будетъ концентрироваться вокругъ твердыхъ частицъ, и такое явленіе будетъ называться положительной адсорбціей. Тѣ соли, которыя понижаютъ растворимость при увеличеніи давленія, понижаютъ и концентрацію своихъ растворовъ вокругъ твердыхъ частицъ. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ говорятъ объ отрицательной адсорбціи.

Въ послѣднее время Гедройцъ (18) приходитъ къ заключенію, что явленія поглощенія должны разсматриваться, какъ адсорбція или абсорбція и это заключеніе онъ обосновываетъ на скорости реакціи обмѣна между почвой и соприкасающимся съ ней солянымъ растворомъ. При химическихъ реакціяхъ требуется извѣстное время для установленія равновѣсія между реагирующими тѣлами, тогда какъ реакція между растворомъ и почвой протекаетъ почти моментально.

Въ одномъ изъ своихъ опытовъ Гедройцъ взбалтывалъ 100 гр. суглинистаго чернозема съ 500 куб. см. 1,0 нормальнаго раствора хлористаго натра и получилъ слѣдующіе результаты:

Количество CaO, вытѣсненное изъ 100 гр. почвы.

1)	5 секундное встряхиваніе и намедленная фильтрація	0,1223 гр.
2)	1,5 минутное „ „	0,1222 „
3)	5 „ „ „	0,1210 „
4)	3 „ „ и фильтрація черезъ 1 часъ	0,1238 „
5)	3 „ „ „ „ сутки	0,1220 „
6)	3 дневное стояніе, каждый деиь 3 минутное встряхив.	0,1234 „
7)	7 „ „ „ „ „	0,1218 „
8)	1,5 мѣсячн. стояніе и почти ежедневн. 3 минутн. встрях.	0,1239 „
9)	3 „ „ „ „ „ „	0,1251 „
10)	14 „ „ „ „ „ „	0,1263 „

Предѣлъ ошибки опредѣленъ изслѣдователемъ въ $\pm$ 0,00024.

Приведенныл данныя даютъ ему основаніе заключить, что реакція вытѣсненія извести изъ почвы натріемъ протекаетъ моментально. Въ другомъ опытѣ, гдѣ растворомъ NH_4Cl известь вытѣснялась изъ почвы, предварительно насыщенной кальціемъ посредствомъ 20-кратной послѣдовательной обработки ея 1,0 нормальнымъ растворомъ $CaCl_2$ съ послѣдующимъ удаленіемъ хлора діализомъ, равновѣсіе установилось только черезъ три минуты, при чемъ было вытѣснено 0,3408 гр. CaO.

Такимъ образомъ вытѣсненіе большаго количества извести потребовало и значительно большаго количества времени. Отсюда какъ будто можно заключить, что въ первомъ случаѣ равновѣсіе устанавливается скоро потому, что невелики количества реагирующихъ веществъ. Изъ работы Гедройца не видно также, какъ производилась фильтрація и сколько времени она продолжалась. Если во время фильтраціи вся или даже часть навѣски почвы находилась въ соприкосновеніи съ растворомъ, то реакція могла продолжаться и въ теченіе всего періода фильтраціи, и въ этомъ случаѣ едва ли можно утверждать, что равновѣсіе установилось по истеченіи 5 секундъ или 3 минутъ. Но если бы и можно было это утверждать, то и тогда едва ли были бы прочныя основанія вполнѣ отрицать здѣсь наличность химической реакціи. Возможно, что часть кальція перешла въ растворъ, какъ результатъ химическаго обмѣна, а другая часть,—какъ результатъ адсорбціи.

Примѣръ химической реакціи, избранный Гедройцемъ, какъ доказательство того положенія, что для установленія равновѣсія при химическомъ взаимодѣйствіи требуется время, едва ли можно считать удачнымъ. Онъ взбалтывалъ порошокъ углекислой извести съ растворомъ однонатріеваго фосфата, при чемъ оказалось, что равновѣсіе наступило лишь черезъ 18 сутокъ, когда перешло въ нерастворимое состояніе свыше 2,5 гр. P_2O_5. Образованіе нерастворимой соли и было въ данномъ случаѣ причиной того, что такъ замедлилось установленіе равновѣсія.

Наконецъ, къ сказанному нужно добавить что опытами Лагергрена [1]) установлено, что и явленія адсорбціи не всегда протекаютъ моментально, а какъ и химическія реакціи, требуютъ времени. Этотъ выводъ, повидимому, не встрѣчаетъ возраженій со стороны химиковъ.

---

[1]) См. Freundlich. Kapillarchemie. Leipzig, 1909, p. 172. Тотъ же авторъ, на стр. 173 упомянутаго труда говоритъ слѣдующее: „Явленіе, которое по б. ч. ставятъ въ связь съ химическимъ вліяніемъ пограничной поверхности, выражается въ томъ, что послѣ перваго быстраго измѣненія содержанія раствора наступаетъ небольшое, неправильное измѣненіе, если растворъ взбалтывается дальше съ абсорбентомъ". Ниже авторъ отмѣчаетъ, что такъ какъ такое явленіе особенно обнаруживаютъ весьма способныя къ реакціямъ вещества, то можно думать, что здѣсь играютъ роль химическіе процессы.

Изъ всего сказаннаго вытекаютъ слѣдующія заключенія: на поглотительную способность почвы можно смотрѣть, во-первыхъ, какъ на явленіе химическаго порядка, а во-вторыхъ, какъ на явленія чисто физическія (адсорбція). Всякая почва можетъ поглощать и химически, и физически, при чемъ въ химическихъ реакціяхъ могутъ принимать участіе какъ органическія, такъ и минеральныя вещества почвы. О роли цеолитовъ въ химическихъ реакціяхъ почвы, пожалуй, теперь можно и не говорить, такъ какъ нѣтъ ни одного довода въ пользу возможности образованія въ почвахъ цеолитовъ и есть много соображеній противъ такой возможности. Что касается физическаго поглощенія (адсорбціи), то таковое совершаютъ не только коллоиды почвы, но и ея тонкія суспензіи кристаллическаго характера (тонкій илъ, состоящій изъ различныхъ силикатовъ, алюмосиликатовъ и даже кварца).

Почвы, какъ уже было отмѣчено выше, способны поглощать и газы. Первыя наблюденія въ этой области, относящіяся къ 1777 году, принадлежатъ Фонтана и Шееле, но подробнѣе штудировалъ этотъ вопросъ Соссюръ, показавшій, что поглощеніе газовъ въ значительной степени зависитъ отъ температуры и давленія: повышеніе температуры ослабляетъ поглощеніе, а повышеніе давленія усиливаетъ его, и что различные газы поглощаются, при одинаковыхъ условіяхъ, въ различныхъ количествахъ. Опыты Соссюра относятся, впрочемъ, не къ почвамъ, а къ древесному углю, морской пѣнкѣ, сланцу, кварцу и гипсу. Съ углемъ оперировали также Stenhouse, Смитъ и Гентеръ.

Изслѣдованія поглотительной способности собственно почвъ по отношенію къ газамъ начались съ 60-хъ годовъ XIX столѣтія. Деберихъ, напримѣръ, ставилъ опыты какъ съ различными веществами, входящими въ составъ почвы, такъ и съ самими почвами, и пришелъ къ заключенію, что наиболѣе сильнымъ поглотителемъ является гидратъ окиси желѣза, что сильной поглотительной способностью къ газамъ отличается и гидратъ глинозема, что изъ газовъ сильнѣе другихъ поглощается углекислота, которую гидраты Al_2O_3 и Fe_2O_3 способны поглощать и изъ воздуха, и что поглощеніе газовъ почвами идетъ въ общемъ пропорціонально содержанію полуторныхъ окисловъ, что особенно ясно для песчаныхъ почвъ.

О поглотительной способности гидратовъ окиси желѣза говоритъ и Шеермессеръ, прибавляя къ этому, что окислы желѣза, поглотивъ углекислоту, способствуютъ переводу въ растворъ углекислой извести.

Наиболѣе подробныя изслѣдованія о поглощеніи газовъ принадлежатъ Аммону и фонъ Доббенеку. Первый изъ нихъ изслѣдовалъ кремнеземъ, глину (каолинъ), гидраты окиси желѣза, углекислую известь, гипсъ и гумусъ (торфъ) въ чистомъ и сухомъ видѣ относительно различныхъ газовъ и при различныхъ условіяхъ, а кромѣ того подвергалъ изслѣдованію кварцевый песокъ различной крупности зерна, суглинокъ

и почву. По Аммону, поглощеніе газовъ тѣмъ больше, чѣмъ тоньше частицы почвы, что, какъ мы видѣли, одинаково справедливо и по отношенію къ растворамъ, а потому поглощеніе у суглинка значительно выше чѣмъ у песка. Повышеніе температуры ослабляетъ поглощеніе газовъ, maximum котораго лежитъ между 0° и 10°Ц., для однихъ газовъ ближе къ 0° (амміакъ), для другихъ ближе къ 10° (водяной паръ). Наибольшей способностью поглощать газы (углекислоту, азотъ, амміакъ) отличается гидратъ окиси желѣза, а за нимъ идутъ гумусъ, гипсъ, каолинъ и углекислая известь, минимальное же поглощеніе принадлежитъ кремнезему (кварцу). При поглощеніи составными частями почвы амміака происходитъ образованіе нѣкотораго количества азотвой кислоты, тоже наблюдается и при поглощеніи окислами желѣза азота. Сѣроводородъ, поглощаясь, разлагается съ выдѣленіемъ сѣры, а въ присутствіи окисловъ желѣза выдѣляется и односѣрнистое желѣзо. Поглощеніе кислорода, въ сравненіи съ другими газами, не велико.

Въ результатѣ и Аммонъ, и фонъ-Доббенекъ приходятъ къ заключенію, что поглощеніе газовъ не всегда можетъ разсматриваться, какъ чисто физическое явлевіе, и что поглощеніе гидратами окиси желѣза и гумусомъ должно разсматриваться отчасти, какъ химическій процессъ: относительно же различія въ интенсивности поглощенія различныхъ газовъ они высказываются въ томъ смыслѣ, что газы, легко сжижаемые и легко разлагающіеся, поглощаются легче другихъ. Это положеніе подтверждается и послѣдующими изслѣдованіями.

Такъ какъ поглощеніе газовъ уменьшается съ повышеніемъ температуры, то по принципу фан'т-Гоффа и Ле-Шателье [1]) слѣдуетъ ожидать, что оно сопровождается выдѣленіемъ тепла, что на самомъ дѣлѣ и наблюдается. Такія наблюденія были сдѣланы уже Соссюромъ, а затѣмъ Митчерлихомъ Фавромъ, Шаппюи и др.

Здѣсь же кстати можно отмѣтить, что выдѣленіемъ тепла сопровождается и соприкосновеніе пористыхъ и порошкообразныхъ тѣлъ съ жидкостями, въ частности съ водой. Это есть не что иное, какъ теплота адсорбціи паровъ при ихъ упругости насыщенія. Количественныя опредѣленія были впервые сдѣланы Пуйе (62). По отношенію къ почвамъ опыты Штельваага (65) показали, что повышеніе температуры отъ прибавленія къ почвѣ воды тѣмъ больше, чѣмъ суше была почва, чѣмъ мелкозернистѣе ея частицы и чѣмъ ниже внѣшняя температура: оно весьма значительно отъ прибавленія воды къ совершенно сухой почвѣ и для гумуса и гидратовъ окиси желѣза несравненно выше, чѣмъ для другихъ ингредіентовъ почвы, въ особенности для кварца.

По опытамъ Шаппюи (48) 1 гр. древеснаго угля при соприкосновеніи съ водой выдѣляетъ 7,4 кал., 1 гр. глинозема — 2,8 кал. тепла.

[1]) См. Freundlich (53).

Опыты Parks'a привели къ заключенію, что количество выдѣляемаго тепла пропорціонально величинѣ пограничной поверхности, откуда слѣдуетъ, что по количеству тепла, выдѣляемаго при соприкосновеніи почвы съ водой можно составить представленіе о величинѣ внѣшней поверхности массы почвенныхъ частицъ.

Опыты Мюнца и Годешонъ (58) устанавливаютъ слѣдующую зависимость между количествами выдѣляемаго тепла и $^0/_0$-нымъ содержаніемъ глины въ почвѣ:

Глины въ %	1,9	8,3	12,3	18,1	30,2	36,8
Калоріи на 1 килогр. почвы .	0,9	1,9	2,4	3,9	4,9	6,6

Связь между количествомъ выдѣляемаго почвами тепла и количествомъ поглощенной воды выражается слѣдующими данными:

	Песчан. почва.	Суглинистая.	Глинист. наносъ.	Глина.	Глина.
Калоріи на 1 килогр. .	0,95	3,28	4,84	6,84	15,20
% воды, взятой изъ влажн. воздуха . . .	1,22	3,23	4,90	12,12	17,90

Литература.

Поглощеніе изъ растворовъ.

1. Armsby. Landw. Versuchst. 1877, Bd. XXI; Americ. Journ., 14, 28.
2. Bemmelen, van. Landw. Versuchst. Bd. XXI, 1877; Bd. XXIII, 1879: Bd. XXXV, 1888.
3. — Zeitschr. f. anorgan. Chemie, Bd. 13, 18, 20, 23, 30, 36, 42, 49, 62, 66.
4. — Сборникъ „Die Absorption". Dresden, 1910.
5. Biedermann. Landw. Versuchst., Bd. XI, 1869.
6. Bödecker. Journ. f. Landw., 1859.
7. Bretschneider. Der schlesische Landwirth, 1866.
8. Briggs, L. J. Journ. of phys. Chemie (9), 1905.
9. Brustlein. Ann. de chimie et de phys. T. 2, VI.
10. Detmer. Die naturwissensch. Grundlagen der allgemein. landwirthsch. Bodenkunde, 1876.
11. Dumont. Comptes rendus, 1906, I, 142, 345.
12. — Landw. Versuchst. Bd. XIV, 1871.
13. Eichhorn. Zeitschr. d. k. höheren landw. Lehranst. zu Poppelsdorf, 1859.
14. — Landw. Versuchst., Bd. XVIII, 1875.
15. Fiedler. Landw. Versuchst., Bd. XXVI.
16. Frey. Landw. Versuchst., Bd. XVIII, 1875.
17. Гедройцъ, К. Журн. Оп. Агрон.. 1906, кн. 5.
18. — Изъ Бюро по Землед. и Почвовѣд. Учен. Комит. Г. У. З. и З., Сообщеніе XV, 1914.
19. Heiden. Düngerlehre, 1879.
20. — Annal. d. Landwirtsch., Bd. 49.
21. Henneberg und Stomann. Ann. d. Chemie u. pharm. Bd. CVII.
22. Kellner. Landw. Versuchst., Bd. XXXIII, 1886.
23. Knop. Kreislauf. d. Stoffes. Leipzig, 1868.

24. — Die Bonitierung der Ackererde. Leipzig, 1871 u. Nachtrag, 1872.
25. — Landw. Versuchst., 1872.
26. — Zeitschr. f. analyt. Chemie, 1876.
27. Kolmann u. Böcker. Landw. Versuchst., Bd. XXI, 1876.
28. König. Landw. Jahrbücher, XI, p. 1—56.
29. Lagergren. Fortschr. d. Physik, Bd. 55, I, p. 648.
30. Lemberg. Zeitsch. d. deutsch. geolog. Gesellsch., 1876.
31. Liebig. Ann. d. Chemie u. Pharm. Bd. XCIV, 1855; Bd. CV, 1858.
32. Mayer. Lehrbuch der Agrikulturchemie, Bd. II, 1871, p. 72.
33. Orth, A. u. Sestini, F. Landw. Versuchst. Bd., XVI, 1873.
34. Patten, H. E. and Waggaman, W. H. U. S. Depart. of Agric. Bureau of Soils, Bullet. 52.
35. Salomon, Landw. Versuchst., 1867.
36. Schumacher. Ann. d. Landw. Bd. 49.
37. Schultz. Agriculturchem. Zentralbl., 1873.
38. Земятченскій. Каолинитовыя образованія южн. Россіи. СПБ., 1896.
39. Соколовскій. Журн. Оп. Агрон. 1914, кн. 2.
40. Strahl. Landw. Versuchst., Bd. XVII, 1874.
41. Теодоровичъ. Тр. Имп. В.-Экон. Общ., 1876, т. III, 1877, т. I.
42. Treutler. Landw. Versuchst., Bd. XII, 1869; Bd. XV, 1872.
43. Ullik. Landw. Versuchst., Bd. XXIII, 1878.
44. Warrington. Journ. f. prakt. Chemie, Bd. 104. p. 316.
45. Way. Journ. of the agricult. soc. of England, Vol. XI, 1850, Vol. XIII, 1852 Vol. XV, 1854.

Поглощеніе газовъ.

46. Ammon. Wollny's-Forschung. Bd. II, H. 1, 1878.
47. Bitter. Uber die Erwärmung von Textilfasern in Gasen. Dissert. Würzburg, 1906.
48. Chappuis. Wiedem. Ann. **8**, 1, 1879; **19**, 21, 1883.
49. Dewar. Proceed. Roy. Soc. **74**, 122 and 127, 1904.
50. Dobeneck, von. Wollny's-Forschung. Bd. XV, H. 3 u. 4, 1892.
51. Döbrich und Reichardt, E. Ann. der Landw. in Preussen, Bd. 52, 1868 p. 181.
52. Favre. Ann. d. chimie et de phys. (5), 1, 209, 1874.
53. Freundlich, H. Kapillarchemie. Leipzig, 1909.
54. Joulin. Ann. de chimie et de phys. (5), **22**, 397, 1881.
55. Kayser. Wiedem. Ann. **12**, 256, 1881, **14**, 450, 1881.
56. Милеантъ. Изв. Петровск. Акад. 1884, VII, 1.
57. Mitscherlich. Ann. de chimie et de phys. (3) **7**, 18, 1843.
58. Müntz, A. et. Gaudechon, H. Comptes rendus, 1909, CXLVII, p. 377—391.
59. Ostwald. Lehrb. d. allgem. Chemie, 1. Aufl. I, p. 778.
60. Parks. Philos. Magaz. (6), 4, 240, 1902.
61. Patten, H. E. and Gallagher, F. E. U. S. Depart. of Agric., Bureau of Soils, Bull. № 51.
62. Pouillet. Gilb. Ann. **73**, 356, 1823.
63. Saussure, de. Gilb. Ann. **47**, 113, 1814.
64. Scheermesser. Inaugur.-Dissert. Jena, 1871.
65. Stellwaag. Wollny's-Forschung. 1882.
66. Vageler. Fühlings Landw. Zeitung, 61, 1912.

ГЛАВА VII.

Почвенный воздухъ.

Первыя свѣдѣнія о составѣ почвеннаго воздуха были даны въ 1824 г. Буссенго. Въ 1853 г. Буссенго и Левн (1) установили слѣдующіе предѣлы колебаній въ составѣ почвеннаго воздуха:

O	10,35—20,03
N	78,8 —80,24
CO_2	0,74— 9,74

Факты, добытые Буссенго и Левн, были почти забыты къ тому времени, когда вопросомъ о составѣ почвеннаго воздуха заинтересовался Петтенкоферъ, въ 1871 году (15) опубликовавшій свои изслѣдованія надъ составомъ почвеннаго воздуха Мюнхена. Петтенкоферъ вновь подтверждаетъ фактъ большого содержанія углекислоты въ воздухѣ почвы и приходитъ къ заключенію, что количество этого газа возрастаетъ съ углубленіемъ и что источникомъ ея въ почвѣ являются разлагающіяся органическія вещества. Нѣсколько позже послѣднія соображенія Петтенкофера были подтверждены Флекомъ (3), который высказывался въ томъ смыслѣ, что количество углекислоты почвеннаго воздуха зависитъ отъ количества находящихся въ почвѣ органическихъ веществъ.

Работами Фодора (5) была установлена связь между количествомъ углекислоты и проницаемостью почвы: богатыя органическими веществами почвы, но легко проницаемыя, могутъ содержать меньшее количество углекислоты, чѣмъ плохо проницаемыя и относительно бѣдныя органическими остатками.

Тому же изслѣдователю мы обязаны выясненіемъ закономѣрности, съ какой увеличивается и убываетъ количество углекислоты по временамъ года. Приведемъ нѣсколько цифровыхъ данныхъ, представляющихъ среднія величины за трехлѣтній періодъ.

		1 метръ глубины.	2 метра глубины.	4 метра глубины.
Яиварь	min.	6,5	12,6	25,0
Февраль	„	6,8	12,2	24,8
Мартъ	„	7,0	12,8	24,7
Апрѣль	„	9,9	14,9	27,2
Май	„	11,5	16,1	27,2
Іюнь	„	14,5	21,5	29,2
Іюль	max.	15,8	22,8	35,9
Августъ	„	12,8	20,7	32,6
Сентябрь	„	10,9	19,3	31,4
Октябрь	„	9,8	15,0	29,4
Ноябрь	„	8,4	13,8	26,5
Декабрь	„	8,1	12,6	25,8

Вліяніе почвенной температуры въ наблюденіяхъ Ф о д о р а сказывалось весьма наглядно: кривыя температуры почвенной поверхности и кривыя содержанія углекислоты обнаруживаютъ одинаковыя колебанія. Въ томъ случаѣ, когда значительно повышается кривая температуры, столь же значительно поднимается и кривая углекислоты. Такой же параллелизмъ наблюдается между влажностью почвы и количествомъ углекислоты почвеннаго воздуха.

Кромѣ годичныхъ колебаній, наблюдаются еще дневныя, имѣющія весьма сложную зависимость отъ различныхъ факторовъ, между прочимъ, и отъ дождей. Послѣдніе вліяютъ не только потому, что повышаютъ энергію разложенія органическихъ остатковъ, но и потому, что, закупоривая на время поры верхнихъ слоевъ почвы, затрудняютъ ея вентиляцію. Вліяніе дождей было отмѣчено также изслѣдованіями L e w i s и C u n n i n g h a m'a (13) въ Индіи (окрестности Калькутты); оказалось, что количество углекислоты въ почвенномъ воздухѣ и тамъ увеличивается въ дождливое время и падаетъ въ сухое.

Согласно даннымъ В о л ь н и (29), количество углекислоты въ почвѣ зависитъ и отъ угла наклона почвы къ горизонту, отъ положенія почвы относительно странъ свѣта, отъ окраски почвы, отъ характера ея покрова.

Изъ данныхъ К о с с о в и ч а (10) и С т о к л а з ы (22—23) явствуетъ, что почвенный воздухъ обогащается углекислотой не только на счетъ работы микроорганизмовъ, но и на счетъ выдѣленій корневой системы высшихъ растеній. По вычисленіямъ С т о к л а з ы корни пшеницы выдѣляютъ на гектаръ въ теченіе вегетаціоннаго періода 6000 кило углекислоты (400 пуд. на десятину). По даннымъ К о с с о в и ч а, корни горчицы выдѣляютъ 2250 кило на гектаръ.

Э б е р м а й е р ъ (2) нашелъ, что въ лѣсныхъ почвахъ воздухъ много бѣднѣе углекислотой, чѣмъ на сосѣднихъ удобренныхъ и богатыхъ гумусомъ почвахъ и что, при прочихъ равныхъ условіяхъ, подъ буковыми насажденіями почвенный воздухъ, по крайней мѣрѣ, въ два раза

бѣднѣе углекислотой, чѣмъ подъ дубовыми, что онъ приписываетъ бо́льшему рыхленію почвы корневой системой бука.

Ланъ (11) указывалъ, что поле съ растеніями богаче углекислотой, чѣмъ безъ растеній, особенно въ области корней.

По даннымъ Фагелера (24), количество углекислоты въ различныхъ разностяхъ болотныхъ почвъ колеблется довольно значительно, какъ непостоянно въ нихъ и количество кислорода. Содержаніе послѣдняго колеблется между 16,8 и 20,63%. Всѣ эти данныя позволяютъ думать, что составъ почвеннаго воздуха долженъ быть неодинаковъ въ различныхъ почвенныхъ типахъ.

Всѣ наблюдатели согласно отмѣчаютъ, что количество углекислоты въ почвенномъ воздухѣ возрастаетъ съ глубиной, а нѣкоторые отмѣчаютъ при этомъ, что при увеличеніи содержанія углекислоты падаетъ содержаніе кислорода. По даинымъ Фодора, на глубинѣ 4 м. почвенный воздухъ содержитъ 17,3% кислорода, а по даннымъ Флекка (3, 4), на глубинѣ 6 м. только 15% кислорода.

Какъ и воздухъ атмосферный, почвенный воздухъ не остается въ покоѣ, а передвигается, что согласно Фохту (25), находится въ зависимости отъ давленія атмосферы. Гензеле (9) показалъ, что на содержаніе углекислоты оказываетъ вліяніе сила вѣтра и его направленіе относительно поверхности почвы. Въ его опытахъ содержаніе углекислоты измѣнялось слѣдующимъ образомъ, если за 100 принять количество углекислоты въ тихую погоду:

Скорость и уголъ направленія вѣтра относительно поверхности почвы.	Кварцевый песокъ съ конск. навоз. Влажность.		Известков. песокъ съ конск. навоз. Влажность.	
	8%	16%	8%	16%
Горизонтально.				
12 м. въ сек.	80,2%	84,4%	60,8%	79,6%
9 „ „	85,3	88,0	70,0	84,6
6 „ „	90,1	92,6	76,0	89,0
3 „ „	92,0	96,0	84,2	91,3
Подъ угломъ въ 30°				
12 м. въ сек.	76,6%	78,6%	56,6%	74,2%
9 „ „	80,0	82,0	60,2	80,4
6 „ „	85,4	85,0	68,4	84,33
3 „ „	90,5	93,0	80,2	88,0

Отмѣтимъ, наконецъ, работу Ганнена (8), касающуюся вопроса о диффузіи углекислоты изъ почвы въ воздухъ. Наблюденія привели автора работы къ слѣдующимъ заключеніямъ:

1) Диффузія углекислоты изъ почвы при постоянной температурѣ зависитъ, главнымъ образомъ, отъ суммы почвенныхъ поръ. Вслѣдствіе этого абсолютное количество диффундировавшаго газа тѣмъ больше, чѣмъ больше общій объемъ поръ и обратно.

2) Каждое уменьшеніе объема поръ, происходитъ ли оно благодаря уплотненію почвы, или благодаря болѣе или менѣе высокому содержанію влажности, влечетъ за собой и уменьшеніе выдѣляющагося газа. Отдача углекислоты почвеннаго воздуха въ атмосферу съ помощью диффузіи въ силу этого тѣмъ меньше, чѣмъ тонкозернистѣе почва, чѣмъ плотнѣе прилегаютъ другъ къ другу ея частички и чѣмъ больше ея влажность.

3) Диффундировавшее количество углекислоты уменьшается тѣмъ въ большей степени, чѣмъ мощнѣе слой почвы, но не пропорціонально его мощности, а нѣсколько въ меньшемъ отношеніи.

4) Въ почвахъ, которыя насыщаются водой и въ которыя вообще осадки проникаютъ медленно, диффузія углекислоты болѣе или менѣе значительно понижается.

Какъ видно изъ всего изложеннаго, главное вниманіе изслѣдователей при изученіи состава почвеннаго воздуха направлено было на углекислоту, рѣже затрогивался вопросъ о кислородѣ и азотѣ, другія же составныя части почвеннаго воздуха изучались мало. Правда, въ работахъ Ф о д о р а мы находимъ указанія на амміакъ и сѣроводородъ. . Ш л е з и н г ъ (20) отмѣчаетъ бѣдность почвеннаго воздуха, по сравненію съ атмосфернымъ, аргономъ. Изъ знакомства съ микробіологическими процессами мы знаемъ, что иногда въ почвенномъ воздухѣ можно найти водородъ, метанъ, окислы азота, но изученіе всѣхъ этихъ составныхъ частей — дѣло будущаго.

Чтобы закончить съ почвеннымъ воздухомъ, скажемъ еще нѣсколько словъ о его радіоактивности. Вопросъ этотъ изуччлся цѣлымъ рядомъ изслѣдователей, изъ коихъ отмѣтимъ E b e r t ' a, E l s t e r и G e i t e l ' я, D a d o u r i a n ' a (32), B l a n c (30), E v e (35), G o c k e l ' я B o r d a s (31), J o l y (37) и S a n d e r s o n ' a (38). Бланкъ, изслѣдуя почву Рима, пришелъ къ заключенію, что въ ней находятся по крайней мѣрѣ $1{,}45 \cdot 10^{-5}$ гр. чистаго торія въ 1 куб. см.

По даннымъ S a n d e r s o n ' a, 1 куб. см. почвеннаго воздуха содержитъ количество радіевой эманаціи $= 2{,}4 \cdot 10^{-13}$ радія, находящагося съ ней въ равновѣсіи. Это количество соотвѣтствуетъ производству радіевой эманаціи, находящейся въ равновѣсіи съ $8{,}9 \cdot 10^{-14}$гр. радія въ каждомъ куб. см. земли. На 1 куб. см. количество торіевой эманаціи, эквивалентно тому, которое обнаруживаетъ $1{,}35 \cdot 10^{-6}$ гр. торія при нормальныхъ условіяхъ. Изслѣдователь приходитъ къ заключенію, что въ почвѣ больше матеріала для торіевой эманаціи, чѣмъ въ подстилающихъ почву породахъ и что торій въ почвѣ находится въ видѣ соединеній, легко дающихъ эманацію. G o c k e l нашелъ, что колебанія въ содержаніи радіоактивной эманаціи въ почвѣ зависитъ отъ проницаемости почвы и измѣненія атмосфернаго давленія. Дожди, а особенно замерзаніе, уменьшаютъ проницаемость почвы и слѣдовательно увелнчиваютъ содержаніе радіоактивной эманаціи.

Литература.

1. Boussingault et Levy. Ann. de chimie et phys. (3), T. 37, 1853.
2. Ebermayer. Wollny's-Forschung., Bd. XIII, H. 1 u. 2, 1890.
3. Fleck. Zweiter Jahresber. d. chem. Zentralstelle in Dresden, 1876.
4. — Vierter u. fünfter Jahresber. d. chem. Zentralstelle in Dresden, 1876
5. Fodor, I, Hygienische Untersuch. über Luft, Boden und Wasser, 1882.
6. — Vierteljahresschr. f. öff. Gesundheitspflege. Bd. VII, 1875.
7. Жуковъ, Г. Хозяйство, № 2, 1911.
8. Hannen. Wallny's Forschung. Bd. X, 1892.
9. Hensele. Ibidem, Bd. XVI, p. 338.
10. Коссовичъ. Журн. Оп. Агр. 1904.
11. Lan, E. Inangur.-Dissert. Rostock, 1906.
12. — Landw. Annal. des mecklenburg. Verein, 1907. H. 49.
13. Lewis and Cunningham. Vierteljahresschr. f. öff. Gesundheitspflege, Bd, VIII, 1876, рефер.
14. Möller. Mitteil. d. kais.-königl. förstl. Versuchsleit. für Österreich. Bd. II.
15. Pettenkoffer. Zeitschr. f. Biologie, Bd. VII, 1871; Bd. IX, 1873; Bd. XI, 1875; Bd. XII, 1876.
16. — Dritter Jahresber. d. chem. Zentralstelle in Dresden, 1874.
17. Ripley, Nichols. On the composition of the ground atmosph. Boston, 1875.
18. — Observation of the composition of the ground atmosph. (Report of the Sewerage-Comission. Boston, 1876.
19. Schloesing. Ann. de chimie et de physique (6), XXIII, 1891.
20. — Comptes rendus, CXXI, 1895.
21. Smolensky. Zeitschr. f. Biologie, Bd. XIII, 1877.
22. Stoklasa, I. Biederm. Zentralbl. f. Agrikulturchemie, 1906, 76—78.
23. — und Ernest, A. Jahrbücher f. Botanik, 1908.
24. Vageler. Mitteil. d. k. Bayer. Moorkulturanst. München, 1907, 1.
25. Vogt. Trinkwasser und Bodengase. Basel, 1874.
26. Вернадскій. Опытъ описат. минералогіи, т. I, вып. 4, 1912.
27. Wolfhügel. Zeitschr. f. Biologie, Bd. XV, 1879.
28. Wollny. Landw. Versuchst. Bd. XXV, 1880.
29. — Forschungen, Bd. III, 1880; Bd. IV, 1881; Bd. IX, 1886; Bd. XII, 1889.

Радіоактивность почвеннаго воздуха.

30. Blanc. Physik. Zeitschr. **9**, 294, 1908.
31. Bordas. Comptes rendus, 1908, CXLVII, 924—925.
32. Dadourian. Sillim. Journ. (4), **19**, 16, 1905.
33. Ebert. Physik. Zeitschr. **4**, 162, 1903.
34. Elster, J. u. Geitel, H. Physik. Zeitschr. 1904, **5**.
35. Eve. Philosoph. Magaz. (6), **16**, 622, 1908.
36. Gockel, A. Phys. Zeitschr. 1908, **9**, 304.
37. Joly. Philos. Magaz. (6), **18**, 140, 1909.
38. Sanderson, J. C. Sillim. Journ. (4), **32**, 169—184, 1911; Phys. Zeitschr. **13**, 1912.

ГЛАВА VIII.

Почвенные растворы.

Всѣ попытки вытѣснить изъ почвы содержащійся въ ней растворъ съ сохраненіемъ концентраціи послѣдняго были неудачны (Гедройцъ, 6), а потому и до послѣдняго времени о характерѣ почвенныхъ растворовъ получаютъ представленіе при помощи водныхъ вытяжекъ. Вода, приходя въ соприкосновеніе съ почвенной массой, растворяетъ не только азотнокислыя, хлористыя, сѣрнокислыя. углекислыя и фосфорнокислыя соли, но, какъ мы уже знаемъ, производитъ разложеніе и болѣе прочныхъ соединеній, каковы силикаты и алюмосиликаты почвы, степень разложимости которыхъ въ значительной мѣрѣ зависитъ отъ количества воды (Захаровъ, 9). На ряду съ минеральными веществами въ водныхъ вытяжкахъ всегда содержатся и органическія вещества, а потому извѣстную долю переходящихъ въ растворъ основаній можно считать связанной съ органическими веществами. Кромѣ основаній, съ ними могутъ быть свизаны Al, Fe и Si.

Послѣ обильныхъ дождей въ сильно увлажненныхъ горизонтахъ почвы получается та же водная вытяжка. Благодаря сложности условій передвиженія влаги въ почвенной массѣ, не всегда все то, что вода выщелочила изъ верхнихъ горизонтовъ почвы, уходитъ далеко въ глубину. Временами происходитъ отложеніе растворенныхъ солей въ болѣе глубокихъ горизонтахъ самой почвы, временами почвенная вода, поднимаись по капиллярамъ, вновь несетъ къ поверхности соли, которыя здѣсь иногда и кристаллизуются.

Различное количество влаги, поступающее въ одну и ту же почву въ различныя времена года, неодинаковая температура почвенной воды, неодинаковое количество углекислоты въ почвенномъ воздухѣ и другихъ продуктовъ разложенія въ почвенной массѣ — все это причины, вліяющія на химическій составъ почвенныхъ растворовъ. На этотъ составъ вліяетъ далѣе поглотительная способность. Наконецъ, въ періодъ вегетаціи и корни растеній, используя почвенные растворы, также могутъ въ значительной степени измѣнять концентрацію послѣднихъ и даже ихъ относительное богатство различными соединеніями. Поэтому можно быть увѣреннымъ, что растворъ одной и той же почвы долженъ быть различенъ въ различныя времена года, что и наблюдается на самомъ дѣлѣ.

Слѣдовательно, если желательно характеризовать почву вполнѣ, желательно слѣдить за жизнью этой почвы, необходимо чаще знакомиться съ составомъ ея растворовъ.

Насколько значительно могутъ разниться количества растворимыхъ веществъ одной и той же почвы, показываютъ нижеслѣдующія данныя Сазанова (10), касающіяся содержанія азотной кислоты въ суглинистомъ черноземѣ, остававшемся безъ растительности.

Время взятія образца.	1904 г. N нитратовъ въ част. на миллигр. сухой почвы.	1905 г. Слой 0—8 вершк. Время взятія образца.	Слой отъ 8—16 вершк. N нитратовъ въ част. на милл. сух. почвы.
Апрѣль 21	2,7	Май 16 7,6	4,7
Май 1	1,9	„ 24 10,8	6,1
„ 8	5,3	Іюнь 4 14,3	5,3
„ 22	6,6	„ 14 19,3	6,3
„ 29	8,0	„ 24 19,5	7,4
Іюнь 1	6,7	Іюль 4 22,6	7,1
„ 12	4,8	„ 14 24,2	5,6
„ 25	13,2	„ 23 27,2	5,2
Іюль 1	11,8	Авг. 4 28,5	7,0
„ 8	30,4	„ 16 29,1	9,1
„ 16	19,0	„ 26 21,1	7,4
„ 23	19,1	Сент. 15 17,4	9,0
„ 30	26,4		
Авг. 7	19,2		
„ 21	24,6		
Окт. 4	30,2		

Изъ приведенныхъ данныхъ видно, что ранней весной содержаніе нитратовъ въ почвѣ не велико, къ лѣту оно начинаетъ возрастать, а къ осени опять падаетъ.

Болѣе полныя данныя о колебаніи состава водной вытяжки заимствуемъ изъ работы Кинга (8). Эти данныя относятся къ верхнимъ горизонтамъ тяжелаго суглинка изъ опытной станціи Goldsboro (типъ почвы неизвѣстенъ).

(въ част. на милл. сухой почв.).

Мѣсяцъ.	Влажн. въ %	NO_3	HPO_4	SO_4	HCO_3	Cl
Апрѣль	14,7	41,15	12,72	144,98	30,80	52,44
Май	10,5	22,70	6,67	62,84	12,03	17,40
Іюнь	7,5	24,10	12,50	79,01	5,94	36,06
Іюль	10,3	19,80	9,08	62,10	8,13	28,36
Августъ	13,3	47,65	6,26	106,47	8,47	44,06
Сентябръ	9,2	110,00	4,48	122,78	16,07	35,14

Отмѣтимъ, наконецъ, изслѣдованія Гедройца (6), относящіяся къ черноземy безъ растительности Чернскаго уѣзда Тульской губ.

Время взятія образца.		Общее колич. минеральн. вещ.	Общее колич. органич. вещ.
1904.	6 февраля	0,0425%	0,0342%
	2 апрѣля	0,0657	0,0354
	1 іюня	0,0386	0,0298
	1 ноября	0,0761	0,0572
1905.	1 января	0,0598	0,0449
	1 февраля	0,0484	0,0281
	1 марта	0,0592	0,0280
	1 мая	0,0318	0,0400
	1 іюля	0,0383	0,0376
	1 августа	0,0501	0,0380
	1 октября	0,0465	0,0300
	1 ноября	0,0411	0,0282

Литература.

1. Cameron, F. K. Depart. of Agric., Bureau of Soils, Bull. № 17.
2. — and Hurst, L. A. Journ. Amer. Chem. Soc. 26, 1904.
3. Cossa. Landw. Versuchst. Bd. VIII.
4. Eichhorn. Landw. Versuchstat. Bd. II.
5. Fraas. Ergebn. landwirth. u. agrikulturchem. Versuche in der Station des Generalkomitées d. bayer. landw. Vereins, H. 2 u. 3.
6. Гедройцъ, К. Журн. Оп. Агр. 1900, т. I, 1906, кн. 5 (литература).
7. Hoffmann. Landw. Versuchst., Bd. V.
8. King. U. S. Depart. of Agric., Bureau of Soils. Bull. № 26, 1905.
9. Захаровъ, С. Журн. Оп. Агр. 1906 (литерат.), 1909, кн. 1.
10. Сазановъ. Вѣстн. Сельскаго Хоз., 1906, № 27.
11. Schloesing. Comptes rendus, T. LXIII, 1866, 1870, 1871.
12. — (fils). Ann. de la science agron., 1899, t. I.
13. Schreiner, O. and Failyer. U. S. Depart. of Agric., Bureau of Soils. Bull. № 31, 1906.
14. Schulze. Landw. Versuchst. Bd. VI.
15. Whitney, M. and Cameron, F. K. U. S. Depart. of Agric., Bureau of Soils, Bull. № 22, 1903.
16. — and Means. Ibidem. Bull. № 18.

Часть III.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЕННЫХЪ ТИПОВЪ и ГЕОГРАФІЯ ПОЧВЪ.

ГЛАВА I.

Почвенныя классификаціи.

Прежде чѣмъ мы приступимъ къ характеристикѣ почвенныхъ типовъ и разностей, постараемся дать общую схему, которая позволила бы въ краткой формѣ охватить всю совокупность нашихъ знаній о почвенныхъ типахъ. Задача почвенной классификаціи достаточно трудная и сложная, но мы не можемъ отказаться отъ мысли привести въ порядокъ существующія знанія о почвахъ. Какъ бы ни были до сихъ поръ недостаточны эти знанія, это не есть еще серьезная причина невозможности построенія научной классификаціи: конечно, мы должны имѣть въ виду, что наша классификація есть лишь временная постройка, которая не только можетъ, но и должна подвергаться измѣненіямъ и переработкамъ, по мѣрѣ роста нашихъ фактическихъ знаній. Достиженіе совершенства въ этомъ отношеніи, какъ замѣтилъ еще Амперъ, было бы возможно лишь тогда, если бы человѣкъ могъ познать все относящееся къ классифицируемымъ предметамъ. Изъ этого слѣдуетъ, что ни одна изъ естественно-историческихъ классификацій не можетъ считаться окончательной формой постройки, тѣмъ не менѣе такія классификаціи существуютъ и являются необходимыми.

Раньше чѣмъ перейти къ обсужденію тѣхъ основъ, на которыхъ должна быть построена естественно-научная классификація почвъ, познакомимся съ тѣмъ, какъ смотритъ на задачи и принципы построенія научныхъ классификацій логика.

„Общая задача классификацій," читаемъ у Дж. Ст. Милля, „можетъ быть установлена такъ: заставить думать о вещахъ въ такихъ группахъ, а объ этихъ группахъ въ такомъ порядкѣ, который всего скорѣе позволилъ бы намъ припомнить и всего лучше утвердилъ бы въ нашемъ умѣ ихъ законы." „Всего болѣе соотвѣтствуетъ цѣлямъ научной классификаціи, когда предметы соединяются въ такія группы, относительно которыхъ возможно высказать наибольшее число общихъ предложеній и притомъ предложеній болѣе важныхъ, чѣмъ какія можно утверждать относительно всѣхъ другихъ группъ, по которымъ можно было бы распредѣлить эти предметы. Такимъ образомъ предметы слѣдовало

бы классифицировать, по возможности, на основаніи такихъ свойствъ, которыя служатъ причинами многихъ другихъ или, по крайней мѣрѣ, составляютъ ихъ вѣрные признаки. Изъ этихъ послѣднихъ надо выбирать такіе, которые были бы самыми надежными и наиболѣе непосредственными признаками, и въ то же время сами представляли ли бы собой такія свойства, на которыхъ бы намъ было всего полезнѣе сосредоточить наше вниманіе. Но, къ сожалѣнію, свойства, служащія причинами главныхъ отличительныхъ признаковъ классовъ лишь рѣдко бываютъ въ то же время способны служить для узнаванія этого класса. И, вмѣсто причинъ, намъ, по большей части, приходится выбирать тѣ или другія изъ наиболѣе бросающихся въ глаза слѣдствій, такія слѣдствія, которыя могутъ служить признаками какъ другихъ слѣдствій, такъ и самой причины. Построенная такимъ образомъ классификація будетъ дѣйствительно научной или философской".

Посмотримъ, теперь, насколько удовлетворяютъ этимъ требованіямъ различные типы почвенныхъ классификацій. Мы имѣемъ въ виду только типы, такъ какъ разсмотрѣніе всѣхъ классификацій, появившихся въ разное время, потребовало бы слишкомъ много времени и мѣста. По этой причинѣ мы остановимся на обсужденіи классификацій Тэера, Фаллу, Кнопа, Рихтгофена, Докучаева, Сибирцева и, частью, Коссовича.

Тэеромъ въ различное время было дано нѣсколько классификацій, изъ коихъ приведемъ параллельно двѣ: одну, такъ называемую, обыкновенную, другую — оцѣночную. Въ первой классификаціи Тэеръ выдѣляетъ 20 разновидностей почвъ, называя ихъ: глинистая почва, вязкая гумусовая почва (2 разности), богатая рухляковая, рыхлая гумусовая, песчано-гумусовая, богатая глинистая, рухляковая, глинистая, суглинистая (4 разности), суглинисто-песчаная (2 разности), песчано-глинистая (2 разности), песчаная (3 разности). Во второй классификаціи Тэеръ (19) устанавливаетъ 6 родовъ почвъ, подраздѣляя каждый родъ на классы, а именно:

1 родъ. Глинистыя почвы.

1 классъ. Черная глинистая почва; жирная пшеничная почва; маршевая, польдеровая почва.
2 классъ. Сильная пшеничная почва; бѣлая пшеничная почва.
3 классъ. Слабая пшеничная почва, вязкая суглинистая, вялая холодная суглинистая почва.
4 классъ. Тощая пшеничная, если суха; въ противномъ случаѣ холодная овсяная; шлуфовая почва; горная почва, грубая (rober) суглинистая почва.

2 родъ. Суглинистыя почвы.

1 классъ.
2 классъ. } Различаются по продуктивности.
3 классъ.

3 родъ. Песчанисто-суглинистыя или суглинисто-песчаныя почвы, слабыя ячменныя и сухія овсяныя почвы.

1 классъ. Песчанистые суглинки.
2 классъ. Тоже съ менѣе благопріятными свойствами.
3 классъ. Суглинисто-песчаныя почвы.
4 классъ. Тоже съ менѣе благопріятными свойствами.

4 родъ. Песчаныя почвы.

1 классъ.
2 классъ. } Различаются по продуктивности.
3 классъ.

5 родъ. Гумусныя почвы.

Сюда относятся почвы, у которыхъ ихъ основные минеральные элементы теряютъ свои свойства, т. е. глина утрачиваетъ связность, а песокъ рыхлость, разсыпчатость. Если же почва содержитъ и много гумуса, но свойства ея минеральныхъ элементовъ этимъ не нарушаются, то почву называютъ богатой гумусомъ глинистой или песчаной почвой. Гумусныя почвы находятся только на такихъ мѣстахъ, которыя завѣдомо или вѣроятно были раньше подъ водой, или представлялись болотами и топкими мѣстами, гдѣ гумусъ произошелъ отъ гніенія водныхъ или болотныхъ растеній и которыя, только благодаря осушенію, стали годными къ обработкѣ.

Этотъ почвенный родъ Тэеръ подраздѣляетъ на слѣдующіе классы:

1 классъ. Мягкія черныя ячменныя почвы. Низинныя луговыя почвы (Aue — Boden).
2 классъ. Черныя низинныя ржаныя почвы или черныя овсяныя почвы.
3 классъ. Кислыя низинныя почвы.
4 классъ. Болотныя почвы.

6 родъ. Известковыя почвы.

Классификація Тэера, если не касаться хозяйственно-экономической ея стороны, представляетъ въ своей основѣ преимущественно физическую классификацію. Если въ ея составъ и входятъ гумусныя почвы, то только потому, что присутствіе большого количества гумуса въ составѣ почвенной массы рѣзко измѣняетъ физическія свойства минеральной ея основы. Въ обсужденіе свойствъ известковыхъ почвъ Тэеръ не входитъ, такъ какъ, по его личнымъ признаніямъ, у него нѣтъ достаточнаго количества собственныхъ наблюденій подъ свойствами этихъ почвъ.

Можемъ ли мы данную классификацію считать удовлетворяющей тѣмъ требованіямъ, о которыхъ говорилось выше? Конечно, нѣтъ. Какія общія и важныя предложенія могутъ быть высказаны относительно глинистыхъ почвъ, какъ природныхъ тѣлъ? Очевидно, мы можемъ сказать лишь, что онѣ отличаются отъ другихъ бо́льшимъ количествомъ мелкоземистыхъ частицъ, и только. Можемъ ли мы, разсматривая данную

классификацію, сдѣлать заключенія о законахъ происхожденія и образованія почвъ? Опять-таки нѣтъ. Мы можемъ только говорить, что одна группа образовалась на глинистыхъ породахъ, другая — на песчаныхъ, третья на известковыхъ, да и то не всегда, такъ какъ глинистыя почвы могутъ формироваться и на другихъ породахъ. Только по отношенію къ роду гумусовыхъ почвъ мы могли бы утверждать нѣсколько больше того, что утверждается относительно другихъ группъ, такъ какъ для этой послѣдней группы указываются условія ея происхожденія — избыточная влага, — отъ которой, какъ мы знаемъ, зависятъ многія важнѣйшія свойства почвъ. Изъ сказаннаго ясно, что группы классификаціи Тэера являются еще и неравноцѣнными.

Другой типъ представляетъ классификація Фр. Альб. Фаллу (8), въ своемъ полномъ видѣ имѣющая слѣдующее построеніе:

1 классъ. Первичныя или коренныя почвы.

1 родъ. Почвы кварцевыхъ породъ.	1. Кварцитовыя и кремнисто-сланцевыя почвы. 2. Почвы кварцево-конгломератовыхъ породъ. 3. Почвы кварцевыхъ песчаниковъ, куда относятся: почвы квадероваго песчаника, граувакковаго песчаника, кейперскаго песчаника, пестраго песчаника и рета.
2 родъ. Почвы глинистыхъ породъ.	1. Глинисто-каменныя и порфирно-туфовыя. 2. Почвы глинистыхъ сланцевъ. 3. „ грауваккovыхъ „ 4 „ глинисто-мергельныхъ сланцевъ.
3 родъ. Почвы слюдяныхъ породъ.	1. Слюдяно-сланцевыя почвы. 2. Гнейсовыя. 3. Известково-слюдано-сланцевыя почвы. 4. Хлоритово-сланцевыя почвы.
4 родъ. Почвы полево-шпатовыхъ породъ.	1. Гранитныя почвы. 2. Гранулитовыя (разновидность фельзитовогнейсовыя). 3. Сіенитовыя. 4. Порфировыя. 5. Трахитовыя. 6. Фонолитовыя.
5 родъ. Почвы известковыя и известково-магнезіальныя.	1. Почвы юрскія и почвы раковистаго известняка съ разностями: известково-конгломератныя, мѣловыя и пленеровыя известковыя почвы. 2. Юрскія доломитовыя почвы съ разностью: цементно-доломитовыя почвы.
6 родъ. Почвы авгитовыхъ и роговообманковыхъ породъ.	1. Базальтовыя почвы съ разностями: базальтово-конгломератныя, базальтово-лавовыя и долеритовыя почвы. 2. Зеленокаменныя почвы (Grünstein). 3. Серпентиновыя „

2 классъ. Наносныя почвы.

1 родъ. Кремнистыя почвы.	1. Силикатныя или чисто-кременеземистыя. 2. Силикатныя или обыкновенныя кремнеземистыя почвы: a) наносные обыкновенные кремнеземистые пески съ разностями: гравельно-песчаные, раковисто-песчаные, галечно-песчаные. b) связныя песчаныя почвы съ разностями: гравельныя или кремнистыя почвы.
2 родъ. Мергелистыя почвы.	1. Известково-мергелистыя почвы. 2. Глинисто-мергелистыя „ 3. Песчано-мергелистыя съ разностью: гравельно-мергелистыя. 4. Известково или лессово-мергелистыя.
3 родъ. Суглинистыя почвы.	1. Обыкновенные суглинки съ разностями, глинистые суглинки, слюдяные суглинки. 2. Саонсто-суглинистыя (Knick).
4 родъ. Болотныя почвы.	1. Глинисто-болотныя почвы. 2. Прѣсноводно-болотныя (Brackmoorböden). 3. Известково-болотныя почвы. 4. Песчано-болотныя.

Особый отдѣлъ: случайныя прибавленія къ почвѣ. 1. рыхлыя, и разсыпчатыя: a) вулканическій шлаковый песокъ и пепелъ; b) валуны и ихъ скопленія, ледниковый наносъ; c) рѣчные валуны и ихъ отложенія. 2. Органическія: торфяныя болота и ихъ спутники, торфъ Schollerde, верещатникъ, трепелъ.

Приведенная классификація относится обычно къ типу петрографическихъ, хотя, какъ и въ предыдущей, классификаціонный принципъ здѣсь строго не выдержанъ. Тѣ же болотныя почвы замѣшиваются въ петрографическую группировку, нарушая равноцѣнность классификаціонныхъ группъ.

Основное подраздѣленіе почвъ на первичныя и наносныя ни въ коемъ случаѣ не можетъ быть принято, ибо наносными могутъ быть только материнскія породы, а не почвы. Послѣднія, какъ мы приняли выше, могутъ сохранять всѣ свои характерныя черты только до тѣхъ поръ, пока онѣ остаются на мѣстѣ своего образованія. Если даже терминологію Фалл у измѣнить такимъ образомъ, чтобы говорить не о первичныхъ и наносныхъ почвахъ, а о почвахъ, образовавшихся на коренныхъ и на наносныхъ породахъ, то и тогда, конечно, остается еще много возраженій противъ его классификаціи. Вѣдь одинъ и тотъ-же типъ почвообразованія можетъ получаться на гранитѣ и на суглинкѣ. Мы знаемъ типичные черноземы на гранитѣ, вулканической лавѣ, лессѣ и моренной глинѣ, при чемъ у всѣхъ такихъ черноземовъ мы найдемъ цѣлый рядъ важнѣйшихъ общихъ признаковъ: одина-

ковое строеніе, структуру, одинаковыя свойства гумуса, однородные комплексы вторичныхъ образованій и пр. Несомнѣнно, слѣдовательно, что мы можемъ высказать гораздо больше общихъ положеній относительно почвъ черноземныхъ, развившихся на какихъ угодно породахъ, чѣмъ относительно почвъ гранитныхъ, ибо о послѣднихъ мы можемъ утверждать только одно то, что оѣ произошли изъ гранита. Достаточно сравнить, напримѣръ, подзолъ, получившійся изъ гранита въ Шварцвальдѣ или Якутской области[1]) съ латеритомъ, получившимся изъ такого же гранита подъ тропиками, чтобы убѣдиться, что между этими почвами нѣтъ ничего общаго. Между тѣмъ подзолъ того-же Шварцвальда и подзолъ Псковской губ., получившійся изъ моренной глины, однородвы по цѣлому ряду признаковъ.

Классификація Фаллу, выросшая на изученіи почвъ, главнымъ образомъ, Саксоніи, была принята его послѣдователями съ тѣми или другими видоизмѣненіями въ деталяхъ и фигурировала уже въ качествѣ научной классификаціи вообще. Принципы этой классификаціи были, напримѣръ, примѣнены Феска при описаніи и характеристикѣ почвъ всей Японіи, благодаря чему мы и до сихъ поръ въ точности не знаемъ, какіе типы почвообразованія развиты въ этой странѣ.

Переходимъ теперь къ третьему типу классификацій, а именно химическому. Образцомъ этого типа намъ послужитъ классификація Кнопа (10), которая дѣлитъ почвы на три группы:

1. Почвы силикатныя.	1.	Глиноземно-силикатныя.
	2.	Желѣзно-силикатныя.
	3.	Одноокисно-силикатныя.
	4.	Песчаныя или кремнеземныя почвы.
2. Почвы карбоватныя.	1.	Известковыя.
	2.	Доломитовыя.
3. Почвы сульфатныя.	1.	Гипсовыя.
	2.	Ангидритовыя.

Очевидно, и здѣсь мы должны сдѣлать тѣ же замѣчанія, которыя были сдѣланы по поводу предыдущихъ классификацій. Химическій составъ почвы въ томъ видѣ, какъ онъ представленъ у Кнопа, даетъ весьма недостаточное понятіе о классифицируемыхъ предметахъ и во всякомъ случаѣ ничуть не большее, чѣмъ петрографическій характеръ почвы и ея механическій составъ.

Для насъ въ настоящее время до очевидности ясно, что наиболѣе надежнымъ руководителемъ въ дѣлѣ характеристики и классификаціи почвъ является способъ ихъ происхожденія, что матеріалъ, изъ котораго образовались почвы, въ большинствѣ случаевъ, имѣетъ гораздо меньшее

[1]) См. подзолистыя почвы.

значеніе, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ его значеніе можетъ быть сведено даже къ нулю, по сравненію съ тѣмъ мощнымъ вліяніемъ, которое оказываютъ въ процессахъ почвообразованія факторы климата и растительная формація.

Это впервые было сознано Докучаевымъ (4, 5), который въ 1879 году далъ первую генетическую классификацію почвъ Европейской Россіи. Хотя еще въ 1877 г. Берендтъ (2) протестовалъ противъ тѣхъ опредѣлевій понятія „почва", которыя давались почвовѣдами и агрономами и, главнымъ образомъ, противъ смѣшенія почвы съ различными рыхлыми наносами, однако этотъ протестъ почти не произвелъ впечатлѣвія на западно-европейское почвовѣдѣвіе; обобщенія же Докучаева въ Россіи создали школу почвовѣдовъ, которая развила и дополнила тѣ основныя положенія, кои были выработаны Докучаевымъ.

Докучаеву же принадлежитъ починъ включенія климата въ число факторовъ, опредѣляющихъ закономѣрное размѣщеніе почвъ въ пространствѣ. Мы не хотимъ, конечно, сказать этимъ, что Докучаевъ первый поднялъ вопросъ о климатѣ, какъ почвообразователѣ, такъ какъ и самъ онъ, при оцѣнкѣ значенія климата, ссылался на работы другихъ изслѣдователей. Указанія на роль климата въ процессахъ вывѣтриванія и накопленія органическихъ веществъ дѣлались издавна, но всѣ они такъ и оставались отдѣльными указаніями, на которыя никто изъ классификаторовъ почвъ до Докучаева не обращалъ вниманія.

Опубликованная въ 1879 году классификація Докучаева имѣла такой видъ:

A. Почвы нормальныя.
(Т. е. неизмѣненныя другими динамическими процессами).

1 классъ. Сухопутно-растительныя почвы.
- a. Почвы сѣрыя сѣверныя.
- b. „ черноземныя.
- c. „ каштановыя.
- d. „ красныя солончаковыя.

2 классъ. Сухопутно-болотныя почвы.

B. Почвы анормальныя.

3 классъ. Перемытыя почвы.

4 классъ. Наносныя почвы.

Въ 1886 году классификація Докучаева появилась въ новой переработкѣ и получила такой видъ:

A. Почвы нормальныя.

1 классъ. Почвы сухопутно-растительныя.
- a. Свѣтло-сѣрыя сѣверныя почвы.
- b. Сѣрыя переходныя (лѣсныя почвы).
- c. Черноземныя.
- d. Каштановыя переходныя.
- e. Бурыя солонцовыя.

2 классъ. Почвы сухопутно-болотныя.
3 классъ. Типичныя болотныя почвы.

B. Переходныя почвы.
4 классъ. Почвы перемытыя.
5 классъ. Почвы наземно-наносныя.

C. Анормальныя почвы.
6 классъ. Почвы наносныя.

Давая эту классификацію, Докучаевъ оговаривается, что послѣдняя группа почвъ, въ сущности, не типичныя почвы и столько же принадлежатъ геологіи, какъ и почвовѣдѣнію, но что со временемъ и онѣ могутъ стать настоящими почвами.

Классификація Докучаева, въ томъ или иномъ ея видоизмѣненіи, выгодно отличается отъ всѣхъ разсмотрѣнныхъ нами выше классификацій именно потому, что въ ея основу положены типы почвообразованія[1]), а не физическія, химическія или петрографическія тѣла. Ясно, что относительно каждой изъ группъ сухопутно-растительныхъ почвъ мы можемъ высказать цѣлый рядъ весьма важныхъ предложеній, говорящихъ намъ, между прочимъ, и о законахъ образованія почвъ. Говоря, напримѣръ, о черноземѣ, мы представляемъ мысленно ту внѣшнюю обстановку, при которой этотъ типъ произошелъ (характеръ климата, растительная формація), и цѣлый рядъ разнообразныхъ признаковъ, свойственныхъ чернозему въ силу условій его образованія, независимо отъ характера материнской породы. Перемѣна послѣдней вноситъ уже второстепенныя измѣненія. То же самое въ одинаковой степени относится и къ другимъ типамъ сухопутно-растительныхъ почвъ.

Будучи основана на совокупности важнѣйшихъ признаковъ, присущихъ классифицируемымъ предметамъ, классификація Докучаева является естественной или философской. Тѣмъ не менѣе и она не свободна отъ возраженій, на которыхъ мы теперь и остановимся.

Во-первыхъ, выдѣленіе въ особую группу почвъ переходныхъ, конечно, не цѣлесообразно, такъ какъ черноземъ нетронутый и черноземъ, верхніе горизонты котораго нѣсколько перемыты или нѣсколько намыты, но не оторваны отъ всей остальной толщи коры вывѣтриванія, сформировавшейся въ тотъ же періодъ, что и верхніе горизонты, не столь существенно различаются между собой, чтобы раздѣлять ихъ въ особыя группы. Иное дѣло, если верхніе горизонты черноземной почвы совершенно оторваны отъ остальныхъ, перемѣшаны и перенесены въ другое мѣсто, гдѣ и отложены въ совершенно иной обстановкѣ; тогда уже это не будетъ черноземомъ, не будетъ даже почвой, а механическимъ наносомъ. Это совершенно подобно тому, какъ если поддонная морена размыта водой и вы-

[1]) О типахъ вывѣтриванія см. van Bemmelen (1).

мытыи части отложены въ рѣчной долинѣ. Новый осадокъ не будетъ мореной, хотя и слагается матеріаломъ, заимствованнымъ изъ послѣдней, а будетъ аллювіемъ.

По той же причинѣ не слѣдовало включать въ классификацію и анормальныхъ почвъ, относительно которыхъ авторъ самъ сдѣлалъ оговорку, что онѣ, въ сущности, къ почвамъ не принадлежатъ. Кромѣ сказаннаго отмѣтимъ еще и возражевіе Сибирцева, что термины: нормальныя и анормальныя звучатъ нѣсколько странно въ примѣненіи къ природнымъ тѣламъ.

Къ числу несомнѣнныхъ достоинствъ классификаціи Докучаева относится ея способность къ дальнѣйшему развитію и усовершенствованію, чего далеко нельзя сказать про всѣ разсмотрѣнныя выше и имъ подобныя классификаціи. Хотя классификація Докучаева и не заключала въ себѣ ряда почвенныхъ типовъ, которые стали намъ ближе извѣстны за послѣднее время, однако эти типы легко можно было бы включить въ нее безъ всякаго ущерба для самобытности почвеннаго типа и для принциповъ самой классификаціи. Такъ, къ группѣ сухопутно-растительныхъ почвъ мы могли бы присоединить латериты, красноземы и пр., но тѣ же почвенные типы мы никакъ не могли бы вставить ни въ одну изъ предыдущихъ классификацій безъ того, чтобы эти почвы не утратили своихъ типическихъ чертъ. Въ самомъ дѣлѣ, куда бы мы помѣстили латериты въ классификаціи Фаллу? По условіямъ происхожденія это почвы первичныя, но, какъ мы знаемъ, онѣ могутъ образоваться и изъ гранитовъ, и изъ діабазовъ, и изъ сланцевъ, слѣдовательно намъ пришлось бы въ одномъ случаѣ называть латеритъ — гранитной почвой, въ другомъ — сланцевой и т. д., при чемъ отъ латерита, какъ типа почвообразованія, не осталось бы ничего.

Въ томъ же 1886 году, когда появилась вторая переработка классификаціи Докучаева, опубликована была и классификація барона Рихтгофена (13), имѣвшая слѣдующій видъ:

А. Типы элювіальныхъ почвъ.

1. Распавшіяся породы:
   a. Неперемѣщенные обломки породъ.
   b. Обломки горныхъ обваловъ.
   c. Щебневые наносы горныхъ склоновъ.
2. Глубоко разложенныя породы.
3. Элювіальныя почвы равнинныхъ странъ.
4. Суглинки склоновъ.
5. Латеритъ.
6. Растительныя почвы: гумусъ, болото и торфъ.
7. Остатки отъ растворенія.

B. Типы наносныхъ почвъ.

8. Грубые осадки материковыхъ водъ:
   a. Конусы накопленія горныхъ ручьевъ.
   b. Щебневики террассовые по рѣкамъ.
   „ озерные
   „ береговые
   „ и хрящъ пустынь.
   c. Песокъ.
9. Тонкозернистые осадки материковыхъ водъ.
10. Химическіе осадки прѣсныхъ водъ (известковые туфы).
11. Морскіе почвенные типы.
12. Ледниковая щебенка.
13. Вулканическія почвы.
14. Лессъ и эоловые наносы вообще:
    a. Лессъ.
    b. Лессовидные почвенные типы.
    c. Черноземъ, регуръ и имъ подобные почвенные типы.

Какъ видно, и у Рихтгофена основа классификаціи осталась та же, что и у Фаллу, т. е. онъ различаетъ первичныя или элювіальныя и вторичныя или наносныя почвы. И здѣсь исчезаетъ всякое различіе между почвой и другими поверхностными материковыми образованіями: аллювіемъ, мореной, эоловымъ наносомъ, морскимъ и даже химическимъ осадкомъ. Баронъ Рихтгофенъ принималъ, что почвы могутъ быть и не элювіальными, тогда какъ, по воззрѣніямъ Докучаева и русской школы вообще, только и существуютъ элювіальныя почвы, все же другое относится къ группѣ наносовъ. Русская школа, конечно, допускаетъ, что и на морскомъ наносѣ, и на лессѣ могутъ формироваться и формируются почвы, но самые наносы къ почвамъ не причисляетъ.

Мы не будемъ останавливаться здѣсь на другихъ западно-европейскихъ и американскихъ классификаціяхъ, отмѣтимъ лишь, что къ воззрѣніямъ Докучаева изъ западныхъ авторовъ ближе всего стояли Гильгардъ (9), Вольтманъ (20), и что въ послѣдніе годы эти воззрѣнія завоевываютъ все большій и большій кругъ приверженцевъ [1]).

Прежде чѣмъ перейти къ классификаціи Сибирцева, напомнимъ, что, на ряду съ почвенной классификаціей, баронъ Рихтгофенъ выдѣлилъ на земной поверхности особыя области почвообразованія, которыя классифицируются слѣдующимъ образомъ:

---

[1]) Мы имѣемъ въ виду работы Раманна, особенно 3-е изданіе его „Почвовѣдѣнія“, работы Трейтца (Comptes rendus de la première conference agrogéolog. Budapest, 1909), Мургочи (тамъ-же), работы, производимыя подъ руководствомъ Вольтмана, а также работы Фростеруса.

1. Области почвообразованія на мѣстѣ, благодаря кумулятивному разложенію породъ (элювіальныя области).

Здѣсь имѣются въ виду тѣ пространства суши, гдѣ агенты переноса слишкомъ слабы для того, чтобы мѣшать накопленію образовавшейся почвы. Сюда относятся:

a. Области латеритообразованія.

Влажныя холмистыя и лѣсистыя страны тропиковъ по преимуществу.

b. Области кумулятивнаго суглинистаго разложенія.

Охватываютъ, главнымъ образомъ, влажныя холмистыя и лѣсистыя области умѣренной зовы.

c. Области кумулятивной горной щебенки.

Послѣдняя получается при дѣйствіи мороза въ гористыхъ странахъ высокихъ широтъ и на высокихъ горахъ умѣренныхъ и тропическихъ широтъ; къ другому типу принадлежатъ щебневые наносы степныхъ горъ.

d. Области равниннаго элювія.

Здѣсь разложеніе породъ ограничивается поверхностнымъ покровомъ небольшой мощности. Въ странахъ, покрытыхъ растительностью, факторы переноса отличаются небольшой силой; въ пустыняхъ вѣтеръ играетъ значительную роль, въ качествѣ фактора коррозіи и переноса, однако, часто онъ бываетъ недостаточенъ для удаленія покрова.

2. Области равновѣсія между разрушеніемъ и удаленіемъ разрушеннаго матеріала.

Всюду, гдѣ продукты разрушенія въ короткій срокъ удаляются, общіе размѣры денудаціи наиболѣе значительны, ибо дѣйствію агентовъ такового послѣдовательно подвергаются все новыя и новыя поверхности. Эти условія въ болѣе теплыхъ странахъ наиболѣе совершенно выражены тамъ, гдѣ оказываются налицо: богатство дождей, умѣренно крутое паденіе склона и умѣренная растительность.

3. Области преобладающей денудаціи.

Гдѣ агенты переноса дѣйствуютъ такъ сильно, что факторы почвообразованія не въ силахъ за ними слѣдовать, вслѣдствіе чего не можетъ происходить накопленія рыхлой земли, тамъ обнажаются голыя породы. Въ качествѣ типовъ могутъ быть приведены:

a. Области ледниковой денудаціи.
b. Области эоловой (вѣтровой) денудаціи.
c. Области рѣчной денудаціи.
d. Области абразіи.

4. Области преобладающаго накопленія.

Куда относятся:

a. Области морскихъ наносовъ.
b. Области аллювіальныхъ почвъ рѣкъ и озеръ.
c. Области ледниковыхъ наносовъ.
d. Области подвижныхъ песковъ.
e. Области тонкозернистыхъ эоловыхъ наносовъ.

Здѣсь можно различать степи безъ истоковъ (соляныя степи) и степи, имѣющія стоки, какъ большинство саваннъ, прерій, черноземныхъ и регуровыхъ степей.

f. Области вулканическаго накопленія.

5. Области эродированныхъ эоловыхъ наносовъ.

Если глубоко лежащая степная почва прорѣзана эрозіонными каналами, то работа въ послѣднихъ направлена на то, чтобы совершенно удалить почву. Промежуточныя стадіи представляютъ особый типъ лессовыхъ районовъ. Процессъ можетъ достигнуть весьма большихъ успѣховъ, какъ въ большинствѣ европейскихъ лессовыхъ странъ, или меньшихъ, какъ въ странахъ, ограничивающихъ центральную Азію съ запада, юга и востока.

Эту схему, которая была намѣчена бар. Рихтгофеномъ еще въ 1882 г. (13), онъ пробовалъ примѣнить, между прочимъ, и къ Россіи. Въ послѣдней, по его словамъ, весь сѣверъ занимаютъ ледниковые наносы, средину — элювій равнинъ, и южную часть — эоловый черноземъ, прорѣзанный глубокими рѣчными долинами.

Чрезвычайно интересная въ геологическомъ отношеніи схема барона Рихтгофена, въ сущности, очень мало затрогиваетъ области или зоны почвообразованія, въ частности же, по отношенію къ Россіи, вызываетъ рядъ возраженій. Во-первыхъ, никакой особой области элювіальнаго вывѣтриванія въ средней Россіи не существуетъ. Правда, мѣстами, въ промежуткѣ между двумя языками ледниковыхъ наносовъ Европейской Россіи, найдутся участки, гдѣ почвы формировались на различныхъ коренныхъ породахъ, но такіе же участки намъ извѣстны на востокѣ Россіи, на юго-востокѣ — въ области степей, на сѣверѣ — въ области ледниковыхъ наносовъ и, наконецъ, на крайнемъ западѣ — въ области гранитныхъ породъ, и въ Царствѣ Польскомъ. Все это отдѣльные участки, разбросанные по всей Россіи, а не сплошная полоса, пріуроченная къ ея центру. Затѣмъ русскіе почвовѣды и въ то время, когда публиковалась означенная схема, не считали возможнымъ дѣлить Россію по характеру почвъ такимъ образомъ, какъ это сдѣлалъ бар. Рихтгофенъ, ибо имъ было извѣстно, что на моренныхъ наносахъ въ Россіи

существуютъ и подзолистыя почвы, и черноземъ, что какъ первыя, такъ и второй, образуются здѣсь и изъ другихъ породъ, что относить черноземъ къ эоловымъ образованіямъ нельзя, а терминъ этотъ можетъ быть приложенъ къ распространенной материнской породѣ чернозема — лессу, что названіе элювіальвыхъ почвъ можетъ быть съ одинаковымъ правомъ усвоено какъ почвамъ сѣвера, такъ центра и юга Россіи, что, наконецъ, къ югу отъ чернозема въ Россіи находятся и другіе почвенные типы.

Не считая почвами бо́льшую часть тѣхъ поверхностныхъ образованій, которыя внесены бар. Рихтгофеномъ въ его классификацію и географическую схему, мы не можемъ также считать „почвенной“ ту карту, которая была составлена въ 1892 году Рорбахомъ (15), полъзовавшимся схемой Рихтгофена. На этой картѣ почвы фигурируютъ ва ряду не только съ наносами и материнскими породами, во и съ территоріальными единицами; тутъ нанесены: латериты, лессы, степныя почвы, —гдѣ одной краской закрашены черноземы Россіи, полупустыввыя почвы Средней Азіи и часть Сахары, —равновѣсіе между вывѣтриваніемъ и денудаціей, ледниковый наносъ, глаціальвая девудація и „преобладающій суглинокъ“, охватывающій почти всю Сибирь съ весьма разнообразными почвами и рядъ другихъ территорій, почвы которыхъ не имѣютъ ничего общаго съ почвами Сибири.

Переходимъ теперь къ изложевію взглядовъ Сибирцева, который одновременно далъ и новую переработку почвенной классификаціи, и формулировку ученія о зональности почвенныхъ типовъ.

„Со словомъ почва“, писалъ Сибирцевъ, „мы условились соединять понятіе о поверхностныхъ горизонтахъ горныхъ породъ, въ которыхъ общіе динамическіе процессы необходимо сочетываются съ біологическими. Разнообразіе почвъ опредѣляется, во-первыхъ, материнскими породами, т. е. ихъ физико-химическими свойствами и положеніемъ въ пространствѣ, во-вторыхъ, организмами, т. е. ихъ качествомъ, количествомъ, дѣятельвостью и химическими превращеніями и, въ-третьихъ, физико-географическими условіями страны въ ихъ измѣнчивости за время почвообразовательнаго процесса и въ ихъ современномъ цѣльномъ типѣ. Наиболѣе общее значеніе изъ этихъ послѣднихъ условій и принадлежитъ условіямъ климата“.

Къ сказанному необходимо прибавить еще, что изъ климатическихъ условій Сибирцевъ ставилъ на первомъ мѣстѣ влажность. По поводу этого вопроса онъ писалъ слѣдующее:... „но еще важнѣе (чѣмъ температура) значеніе влажности климата. О первенствующей и разнообразной роли воды или влаги въ процессахъ какъ механическаго, такъ и химическаго вывѣтриванія достаточно говорилось въ своемъ мѣстѣ; совершенно ясно, что въ одномъ и томъ же тепловомъ поясѣ, не говоря уже о раз-

ныхъ, вывѣтриваніе пойдетъ иначе (какъ количественно, такъ и качественно) при различныхъ степеняхъ влажности и сухости атмосферы и самихъ горныхъ породъ". Въ дальнѣйшемъ изложеніи Сибирцевъ указываетъ на значеніе влажности въ процессахъ передвиженія солей въ болѣе глубокихъ горизонтахъ продуктовъ вывѣтриванія. Въ другой работѣ онъ писалъ, между прочимъ: „условія влажности американскаго климата (рѣчь идетъ о С. Америкѣ) измѣняются по совершенно иному направленію: убыль влаги идетъ не отъ сѣверо-запада къ юго-востоку (какъ въ южной половинѣ Европейской Россіи), а отъ востока къ западу. Восточные штаты влажны: атмосферныхъ осадковъ въ нихъ выпадаетъ примѣрно вдвое больше, чѣмъ въ нашихъ южныхъ губерніяхъ; западные, напротивъ, очень сухи и извѣстны у самихъ американцевъ подъ мало обѣщающимъ названіемъ „aride region" (сухая, безводная область). Соотвѣтственно этому распредѣляются и почвы".

Признавая важное значеніе влажности, Сибирцевъ, конечно, не могъ отрицать и значенія температуры въ вопросахъ географическаго распредѣленія почвенныхъ типовъ, такъ какъ ему было извѣстно, что если русско-сибирскій черноземъ образуетъ одну болѣе или менѣе сплошную полосу (зону), то происходитъ это не потому, что эта зона на всемъ протяженіи характеризуется одинаковымъ количествомъ осадковъ, а потому, что въ ея предѣлахъ, по мѣрѣ движенія съ юго-запада къ сѣверо-востоку (изъ Европейской Россіи въ Азіатскую), наблюдается опредѣленная закономѣрность въ измѣненіи температуры и влаги, при чемъ, параллельно съ постепенной убылью къ востоку количества атмосферныхъ осадковъ, понижается въ то же время и температура. Поэтому-то, характеризуя климатическія условія черноземныхъ областей, онъ писалъ (17): „не слѣдуетъ, впрочемъ, полагать, что во всѣхъ черноземныхъ районахъ количество атмосферныхъ осадковъ должно быть непремѣнно одно и то же. Необходимо имѣть въ виду, во-первыхъ, что если климатъ теплѣе, то и испаряемость влаги больше".

Не останавливаясь на деталяхъ классификаціи Сибирцева и отсылая за ними читателя къ статьѣ покойнаго: „Краткій обзоръ главнѣйшихъ почвенныхъ типовъ Россіи" (18), мы приведемъ лишь схему, данную авторомъ во второмъ изданіи курса „Почвовѣдѣніе" (ч. III, стр. 28).

Классъ или отдѣлъ А. *Почвы зональныя мелкоземисто-перегнойныя, полныя.*

Типы: I. Латеритныя почвы.
II. Атмосферно-пылевыя.
III. Пустынно-степныя или почвы сухихъ степей.
IV. Черноземныя.
V. Сѣрыя лѣсныя.
VI. Дерново- (или раменно-) подзолистыя.
VII. Тундровыя.

Классъ В. Почвы интразональныя.

VIII. Солонцовыя.
IX. Болотныя.
X. Перегнойно-карбонатныя.

Классъ С. Почвы азональныя, неполныя.

Подклассъ: Внѣпойменныя.

XI. Скелетныя.
XII. Грубыя.

Подклассъ: Аллювіальныя.

XIII. Пойменныя.

Почвы перваго класса, писалъ Сибирцевъ, „представляютъ въ общемъ зональное или полосчатое распредѣленіе на поверхности материковъ, отвѣчающее физико-географическимъ территоріальнымъ зонамъ этихъ послѣднихъ. Въ схемѣ наиболѣе экваторіальное положеніе занимаютъ латеритныя почвы, соотвѣтствующія прерывистой, изрѣзанной морями, полосѣ материковыхъ тропическихъ областей. За ними къ сѣверу, а отчасти и къ югу, въ области континентальныхъ плоскогорій и замкнутыхъ или полузамкнутыхъ равнинъ, располагаются лессовыя и пустынно-степныя почвы, затѣмъ слѣдуютъ, по открытымъ травянымъ равнинамъ, почвы черноземной группы, преемственно смѣняющіяся лѣсными, подзолистыми и, наконецъ, тундровыми“.

„Наиболѣе типичными материками являются въ этомъ отношеніи материки европейско-азіатскій и отчасти сѣверо-американскій. Само собой разумѣется, что полосчатость или зональность почвъ должна быть понимаема только, какъ общая, грубая схема. Въ дѣйствительности, ни одинъ почвенный типъ не облекаетъ материковой поверхности въ видѣ слошного пояса: всѣ они залегаютъ прерывистыми лентами, то расплываясь на огромную ширину, то суживаясь, то перемѣшиваясь между собой въ пограничныхъ областяхъ, то, наконецъ, забрасываясь островками довольно далеко отъ главныхъ зонъ. Полнота и строгая географическая послѣдовательность почвенныхъ типовъ часто нарушается вмѣшательствомъ различныхъ мѣстныхъ оро-гидрографическихъ и геологическихъ особенностей, препятствующихъ развитію извѣстныхъ почвъ, или отодвигающихъ ихъ въ сторону“.

Устанавливая зависимость между распредѣленіемъ климатическихъ факторовъ и почвенныхъ типовъ, Сибирцевъ оговаривается также, что и правильность климатической схемы нарушается во многихъ случаяхъ воздушными и морскими теченіями, частными особенностями рельефа и конфигураціи материковъ и тому подобными причинами.

Интразональныя почвы, согласно воззрѣніямъ Сибирцева, получаются тамъ, гдѣ различные частные и мѣстные почвообразователи обособляются и доминируютъ надъ общими зональными.

Азональныя почвы, неполныя или недоразвитыя, стоятъ на рубежѣ между собственно почвами и горными породами и не пріурочиваются къ опредѣленнымъ зонамъ.

Сравненіе классификацій бар. Рихтгофена и Сибирцева и ученій: перваго—о почвенныхъ областяхъ и второго— о почвенныхъ зонахъ приводитъ къ слѣдующимъ выводамъ: въ то время какъ въ первой классификаціи почвы не различаются строго отъ другихъ генетическихъ типовъ поверхностныхъ материковыхъ и даже водныхъ отложеній, вторая разсматриваетъ только почвы, т. е. строго опредѣленный типъ образованій. То же самое отражается и въ ученіи о зонахъ: у Сибирцева оно выражено болѣе опредѣленно, чѣмъ ученіе объ областяхъ у Рихтгофена, такъ какъ области послѣдняго также не являются чисто почвенными.

Переходимъ теперь къ болѣе детальному обсужденію схемы Сибирцева. Со стороны основныхъ требованій, которыя могутъ быть предъявлены ко всякой научной классификаціи, мы не видимъ какихъ-либо серьезныхъ возраженій противъ группировокъ Сибирцева. Называя черноземъ или латеритъ почвой зональной, мы дѣйствительно вмѣстѣ съ тѣмъ создаемъ въ нашемъ умѣ представленіе, что эти почвы залегаютъ въ видѣ болѣе или менѣе обширныхъ полосъ, характеризующихся какимъ-то опредѣленнымъ комплексомъ почвообразователей, домивирующимъ въ данной полосѣ или зонѣ на всемъ ея протяженіи. Припоминая эти условія, мы въ то же время „утверждаемъ въ нашемъ умѣ“ (Дж. Ст. Милль) законы образованія чернозема или латерита.

Наиболѣе серьезнымъ общаго характера возраженіемъ было бы то, что группировка, предложенная Сибирцевымъ, недостаточно удовлетворяетъ такъ называемому „золотому правилу“ научной классификаціи, согласно которому, „изъ различныхъ группировокъ сходныхъ вещей предпочтеніе надо отдать той, которая основана на наибольшемъ числѣ общихъ признаковъ“ (Минто).

Объединяя латериты, черноземы, пустынно-степныя, подзолистыя и пр. почвы въ одной группѣ, мы руководимся, въ сущности, однимъ признакомъ, общимъ всѣмъ перечисленнымъ почвеннымъ типамъ, это ихъ свойствомъ залегать цѣлыми полосами или зонами, что, правда, накладываетъ печать на почвенный типъ, но въ каждомъ частномъ случаѣ особую.

Если бы намъ удалось тѣ же самые почвенные типы сгруппировать иначе и именно такъ, чтобы отнесенные къ одной группѣ почвы имѣли бы большее число общихъ признаковъ, то такая группировка явилась бы болѣе желательной, но пока таковой никто не предлагалъ.

Помимо только что сдѣланнаго возраженія, мы могли бы высказать и еще нѣкоторыя замѣчанія. Прежде всего намъ кажется, что термины: зональныя и интразональныя не совсѣмъ удачны.

Соглашаясь удержать эту терминологію для обозначевія почвенныхъ типовъ и разностей въ предѣлахъ ограниченныхъ районовъ, принадлежащихъ одной какой-нибудь преобладающей зонѣ, т. е. оставляя эти термины въ качествѣ географическихъ, мы отказываемся, однако, признать за ними классификаціонное значеніе на основаніяхъ, которыя ниже излагаемъ [1]).

Если понимать, согласно Сибирцеву, подъ почвами интразональными тѣ, которыя появляются въ той или другой зонѣ въ силу преобладавія какихъ-либо мѣстныхъ факторовъ надъ общими зональными, то намъ пришлось бы относить къ числу интразональныхъ почвъ и тѣ отдѣльные островки чернозема, подзола, лѣсного суглинка и пр., которые встрѣчаются не въ своихъ, а въ сосѣднихъ зонахъ, ибо они встрѣчаются здѣсь именно потому, что какіе-нибудь частные факторы взяли перевѣсъ надъ факторами зональными. Такимъ образомъ, одинъ и тотъ же почвенный типъ пришлось бы въ однихъ случаяхъ признавать зональнымъ, а въ другихъ — интразональнымъ. Пока мы находимся въ области географіи почвъ, данное обстоятельство не вноситъ никакой путаницы, но когда мы переходимъ въ область вопросовъ классификаціи, то должны съ этимъ серьезно считаться.

По отношенію къ группѣ азональныхъ почвъ слѣдуетъ сдѣлать также рядъ замѣчаній. Такъ, напримѣръ, мы не видимъ надобности выдѣлять въ группу азональныхъ аллювіальныя почвы на томъ основавіи, что при формированіи ихъ къ процессу почвообразованія присоединяются другіе динамическіе процессы. Такихъ почвъ вообще не мало въ природѣ, и, кромѣ аллювіальныхъ, въ ту же группу пришлось бы зачислить делювіальныя, эоловыя и прочія почвы. На почвахъ рѣчныхъ долинъ мы наблюдаемъ ясво или морфологическіе признаки болотвыхъ и полуболотныхъ почвъ, или подзолистыхъ, или сѣрыхъ лѣсныхъ, или солонцовыхъ и т. д., слѣдовательно, и должны ихъ относить къ соотвѣтственнымъ типамъ и разностямъ, съ оговоркой, что мы въ данномъ случаѣ имѣемъ въ виду полуболотную аллювіальную, подзолистую аллювіальную почву. Если же аллювіальные процессы настолько берутъ перевѣсъ надъ процессами почвообразованія, что совершенно маскируютъ послѣдніе, то лучше не говорить о почвѣ, а называть образованіе аллювіемъ, относя его, такимъ образомъ, къ механическимъ осадкамъ.

По той же причинѣ мы не находимъ возможнымъ выдѣлять въ особую классификаціонную группу грубыя почвы, куда, согласно Сибирцеву, относятся почвы, лишенныя, благодаря смыванію или выдуванію, значительной части мелкоземисто-перегнойнаго горизонта. Несо-

[1]) Этимъ мы, конечно, не отрицаемъ ученія зональности въ той осторожной формѣ, въ какой оно было формулировано покойнымъ проф. Сибирцевымъ.

мнѣнно, что такія почвы будутъ далеко не одинаковы въ зависимости отъ того, произошли ли онѣ изъ подзолистыхъ, черноземныхъ или какихъ-либо иныхъ почвъ. Если на нихъ сохранились еще слѣды почвообразовательныхъ процессовъ, то ихъ можво называть: размытымъ подзолистымъ суглинкомъ, развѣяннымъ черноземомъ и т. д., если же слѣдовъ почвообразованія не сохранилось, то это, конечно, не почвы, а горныя породы.

Всѣ высказанныя соображенія приводятъ насъ къ необходимости сдѣлать новую попытку въ области почвенной классификаціи, но раньше чѣмъ перейти къ этой задачѣ, остановимся нѣсколько на разсмотрѣніи дальнѣйшихъ стадій развитія почвовѣдѣнія, поскольку онѣ стоятъ въ связи съ классификаціонными вопросами.

Хотя Докучаевъ и Сибирцевъ и опредѣлялн почву въ качествѣ продукта вывѣтриванія современной земной поверхности, и считали необходимымъ изучать и свойства материнскихъ породъ на значительныхъ глубинахъ, однако къ почвамъ, въ строгомъ смыслѣ, относили главнымъ образомъ гумусовые горизонты, а глубже лежащіе, хотя бы и ясно затронутые процессами почвообразованія, слои называли уже подпочвами, грунтами. При этомъ въ описаніяхъ какъ Докучаева и Сибирцева, такъ и другихъ русскихъ почвовѣдовъ, давались обычно указанія на тѣ измѣненія материнской породы, которыя можно было поставить въ связь съ процессами почвообразованія. Такъ, напримѣръ, Георгіевскій, описывая строеніе лѣсныхъ суглинковъ Полтавскаго у., указывалъ ниже гумусовыхъ горизонтовъ еще слѣдующіе: красно-бурый суглинокъ, не вскипающій съ кислотами, мощностью 1—2 арш., и за нимъ буроватый сильно известковистый суглинокъ, покрытый грубыми большими примазками углекислой извести. Оба послѣдніе горизонта Георгіевскій ставитъ въ связь съ процессами почвообразованія и указываетъ на лучшее увлажненіе верхнихъ горизонтовъ почвы подъ лѣсами, какъ на причину, повліявшую на выносъ углесолей изъ болѣе высокихъ горизонтовъ въ болѣе глубокій.

Несмотря на эти и имъ подобныя наблюденія, изслѣдователи 80-хъ и 90-хъ годовъ все же гораздо больше вниманія обращали на гумусовые горизонты, строеніе и структура которыхъ изслѣдовались наиболѣе тщательно. Эти же горизонты болѣе основательно штудировались и со стороны ихъ химическаго состава и физическихъ свойствъ. Отчасти это, быть можетъ, объясняется тѣмъ, что работы 80-хъ и частью 90-хъ годовъ (въ Нижегородской и Полтавской губ.) производились для опредѣленныхъ практическихъ цѣлей, оцѣнки земель, а отчасти и тѣмъ, что средства, которыми располагали русскіе изслѣдователи этого періода на аналитическія работы, были очень ограниченны.

Въ концѣ 90-хъ годовъ появляется рядъ новыхъ фактовъ относительно строенія глубокихъ горизонтовъ вывѣтриванія какъ въ черноземной, такъ и въ лѣсной областяхъ Россіи. На необходимость болѣе внимательнаго изученія глубокихъ горизонтовъ вывѣтриванія и на различіе этихъ горизонтовъ въ степной и лѣсной областяхъ Европейской Россіи обратилъ вниманіе русскихъ почвовѣдовъ Богословскій (3), высказавшій въ то же время пожеланіе, чтобы при классификаціонныхъ попыткахъ предметомъ классификацій служила кора вывѣтриванія въ полномъ ея объемѣ.

Высоцкій (21) сдѣлалъ первую попытку классифицировать глубокіе горизонты русской коры вывѣтриванія по химическимъ признакамъ. „Преобладающія въ наносахъ и другихъ отложеніяхъ растворимыя вещества, говоритъ авторъ, могутъ быть расчленены на три категоріи по ихъ растворимости: 1) весьма мало растворимыя, и то лишь въ водѣ, насыщенной углекислотой — карбонаты щелочныхъ земель, преимущественно $CaCO_3$, 2) слабо растворимыя въ простой водѣ, преимущественно гипсъ, 3) легко растворимыя — главнымъ образомъ, поваренная соль и ея спутники KCl, Na_2SO_4, Na_2CO_3 и пр.)“.

Въ схемѣ, по Высоцкому, грунты должны располагаться поясами, идущими съ NNW на SSE, такимъ образомъ:

1) Грунты совершенно выщелоченные, лишенные всѣхъ перечисленныхъ растворимыхъ солей.

2) Грунты, въ которыхъ съ нѣкоторой глубины замѣчается присутствіе солей первой категоріи, преимущественно углекислой извести, и нѣтъ или почти нѣтъ другихъ.

3) Грунты, въ которыхъ съ нѣкоторой глубины, кромѣ $CaCO_3$, встрѣчается и гипсъ.

4) Грунты, пропитанные всѣми перечисленными выше веществами.

Въ особой таблицѣ Высоцкій сопоставляетъ отмѣченные имъ типы грунтовъ съ почвенными зонами и типами растительности Россіи.

Грунты.	Почвы по зонамъ Сибирцева.	Растительность.
1. Выщелоченные.	Подзолистыя.	Смѣшанные сплошные лѣса.
2. Присутствуетъ $CaCO_3$	Лѣсныя сѣрыя.	Дубравы (темнолиственные лѣса съ господствомъ на глинистыхъ почвахъ дуба).
3. $CaCO_3$ и гипсъ.	Черноземъ.	Степи; лѣса лишь въ болѣе выщелоченныхъ балкахъ (боракахъ), лощинахъ и впадинахъ.
4. $CaCO_3$, гипсъ и NaCl со спутниками.	Почвы сухихъ припустынныхъ степей и солончаковъ.	Припустынно-степныя формаціи.

Высоцкій оговаривается, что это только схема, и какъ таковая она, конечно, можетъ быть принята, несмотря на то, что, какъ и другія подобныя схемы, строго не выдерживается. На основаніи того, что намъ извѣстно о почвахъ Сибири и сѣверной Маньчжуріи, мы вправѣ распространить съ нѣкоторыми ограниченіями ту же схему и на значительную часть Азіи. Ограниченія необходимо сдѣлать въ виду того, что въ Западной Сибири, а мѣстами и въ Восточной, грунты представляются насыщенными солями въ прежніе геологическіе періоды, благодаря чему мы находимъ тамъ, иногда даже въ грунтахъ лѣсостепной полосы, такія соли, которыя типичны для районовъ значительно болѣе южныхъ. Эти соли, правда, тамъ нерѣдко выщелочены на большую глубину, но въ болѣе глубокихъ горизонтахъ онѣ могутъ быть найдевы.

Схема Высоцкаго лишній разъ подтверждаетъ тотъ фактъ, что характеръ болѣе глубокихъ горизонтовъ вывѣтриванія находится въ соотвѣтствіи съ характеромъ поверхностныхъ гумусовыхъ горизонтовъ. Изъ этого сопоставленія ясно, что называя почву черноземомъ, мы имѣемъ право относить это названіе не только къ гумусовымъ ея горизонтамъ, но и ко всей корѣ вывѣтриванія, такъ или иначе измѣнившейся въ періодъ формированія гумусовыхъ горизонтовъ. Въ нашемъ представленіи рисуется прежде всего мощная, темноокрашенная веществами гумуса, поверхностная часть коры вывѣтриванія, а затѣмъ и богатая углесолями, а частью и гипсомъ, ея нижняя часть. Тѣ же причины, которыя способствовали накопленію гумуса, вызвали и обогащеніе солями, а эти причины—умѣренное увлажненіе.

Такимъ образомъ изъ схемы Высоцкаго совершенно ясно, какое громадное вліяніе на строеніе коры вывѣтриванія оказываетъ влага. Выше мы уже указывали, что значеніе влаги въ процессахъ почвообразованія подчеркивалось и Сибирцевымъ. На это же обстоятельство обращалъ въ свое время вниманіе и Костычевъ (12), тотъ же выводъ можно сдѣлать и изъ изслѣдованій Гильгарда (9), который, въ своихъ работахъ, почвы сухихъ областей С. Амервки противопоставлялъ почвамъ влажныхъ штатовъ и этимъ самымъ подчеркивалъ громадное значеніе влажности. Можно было бы привести и другія литературныя справки по тому же вопросу, но и сказаннаго достаточно для того, чтобы считать степень увлажненія почвы чрезвычайно существеннымъ условіемъ почвообразованія. Необходимо, однако, прибавить, что какъ бы наглядно ни отражалось вліяніе степени увлажненія на строеніи почвы во всемъ ея объемѣ, что дѣлаетъ весьма удобнымъ принятіе этого условія за существенный классификаціонный признакъ, самое увлажненіе есть результатъ разнообразныхъ вліяній. Степевь увлажевія той или другой почвы зависитъ не только отъ количества атмосферныхъ осадковъ, но и отъ температуры, влажности воздуха, отъ рельефа, характера материнской

породы и растительнаго покрова. Отрицать вліяніе температуры на образованіе почвенныхъ типовъ и на ихъ закономѣрное распредѣленіе по лику земли мы не имѣемъ никакого права. Дѣйствіе температуры сказывается прежде всего на величинѣ испаренія выпавшей влаги, а слѣдовательно и на всѣхъ процессахъ, связанныхъ съ испареніемъ, каковы, напримѣръ, процессы капиллярнаго поднятія растворовъ и кристаллизаціи солей. Дѣйствіе температуры сказывается затѣмъ на энергіи распада органическихъ остатковъ почвы и на интенсивности процесса вывѣтриванія. Въ областяхъ сильно нагрѣваемыхъ температура отзывается на окраскѣ почвенныхъ образованій, въ чемъ насъ убѣждаетъ изслѣдованіе латеритовъ, красноземовъ и субтропическихъ полупустынныхъ почвъ, гдѣ обезвоженіе гидратовъ окиси желѣза и переходъ ихъ въ маловодный гидратъ типа турьита находится въ зависимости отъ температуры.

Наконецъ, зональное распредѣленіе почвенныхъ типовъ Евразіи только и можетъ быть объяснено при условіи, что въ этомъ распредѣленіи играли роль не только атмосферные осадки, но и температура, такъ какъ ни одна изъ почвенныхъ зонъ этого материка не получаетъ на всемъ своемъ протяженіи одинаковаго количества атмосферныхъ осадковъ. По мѣрѣ приближенія къ Азіи, количество осадковъ въ предѣлахъ одной и той же почвенной зоны постепенно уменьшается, и почвенныя зоны вмѣстѣ съ тѣмъ постепенно поднимаются къ сѣверу, попадая въ области съ болѣе низкой температурой, которая, компенсируя силу испаренія, устанавливаетъ одну и ту же или близкую степень увлажненія поверхностныхъ горизонтовъ земной коры. Мало того, въ предѣлахъ Европейской Россіи мы найдемъ, несомнѣнно, не только отдѣльные пункты, но и цѣлые районы съ одинаковымъ количествомъ осадковъ, но съ разной температурой, а потому и съ разными почвами.

Такимъ образомъ, признавая степень увлажненія важнымъ классификаціоннымъ признакомъ, мы, во-первыхъ, ничуть не претендуемъ на оригинальность своихъ воззрѣній, а пользуемся лишь выводами и наблюденіями какъ русскихъ (Костычевъ, Сибирцевъ), такъ и западныхъ изслѣдователей, а во-вторыхъ, не упускаемъ изъ виду и температуры, вліяніе которой хотя и не меньше, чѣмъ влаги, но, въ большинствѣ случаевъ, не сказывается столь наглядно на строеніи почвъ.

Классифицируемымъ типамъ почвъ мы хотя и даемъ зачастую тѣ же названія, какія приняты были Докучаевымъ и Сибирцевымъ, но понимаемъ эти типы въ болѣе широкомъ смыслѣ, т. е. не только въ качествѣ гумусовыхъ горизонтовъ, но и въ качествѣ коры вывѣтриванія современной земной поверхности въ полномъ ея объемѣ. Поэтому въ дальнѣйшемъ описаніи мы будемъ характеризовать почвы во всю ихъ глубину въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ для такой характеристики мы обладаемъ достаточнымъ количествомъ фактическихъ данныхъ.

Принимая, что факторы климата и вообще внѣшніе почвообразователи играютъ весьма важную роль въ процессахъ почвообразованія, мы тѣмъ не менѣе должны признать, что вліяніе этихъ факторовъ сказывается въ различныхъ случаяхъ далеко не съ одинаковой интенсивностью. Порой химическій составъ или физическое строеніе материнской породы мѣшаютъ опредѣленно развиться тому почвенному типу, который долженъ бы былъ развиться при данныхъ внѣшнихъ условіяхъ. Наиболѣе рѣзкимъ примѣромъ такого вмѣшательства свойствъ материнской породы служатъ перегнойно-карбонатныя почвы, которыя, залегая среди подзолистыхъ почвъ, болѣе или менѣе рѣзко уклоняются, по своимъ свойствамъ, отъ типа подзоловъ.

Подобные примѣры заставляютъ насъ выдѣлить въ особую группу тѣ почвы, на строеніи и свойствахъ которыхъ въ рѣзкой формѣ сказывается вліяніе внутреннихъ условій почвообразованія (свойства материнской породы). Эту группу мы предлагаемъ называть эндодинамоморфными почвами, въ отличіе отъ эктодинамоморфныхъ, гдѣ болѣе рѣзко и опредѣленно выражено вліяніе внѣшнихъ факторовъ почвообразованія.

Относя къ эндодинамоморфнымъ почвамъ, между прочимъ, скелетныя почвы, мы должны, однако, оговориться, что имѣемъ въ виду лишь такія скелетныя почвы, на строеніи которыхъ не сказались еще опредѣленно внѣшнія условія, при которыхъ эти почвы формируются Само собой разумѣется, что если почва, лежащая на гранитѣ, обладаетъ явными свойствами чернозема, или почва, залегающая на глинистомъ сланцѣ, несетъ ясные слѣды подзолообразовательныхъ процессовъ, то таковыя почвы будутъ зачислены въ соотвѣтственныя группы эктодинамоморфныхъ почвъ.

Уже изъ сказаннаго можно видѣть, что эндодинамоморфныя почвы являются какъ бы временными, переходными образованіями. Правда, и эктодинаморфныя почвы также образованія временныя, и при измѣненіи внѣшиихъ (преимущественно климатическихъ) условій одинъ типъ можетъ переходить въ другой, что мы видимъ на примѣрѣ чернозема, который при продолжительномъ существованіи на немъ лѣса, вносящаго вмѣстѣ съ собой и большее увлажненіе поверхностныхъ горизонтовъ почвы, превращается въ сѣрый лѣсной суглинокъ. Подобнаго рода случаи превращенія болѣе богатыхъ почвъ въ болѣе бѣдныя получили названіе явленій деградаціи почвы. Теоретически возможны и обратныя явленія—реградаціи, т. е. переходъ болѣе бѣдныхъ почвъ вь болѣе богатыя, но пока такихъ случаевъ съ полной убѣдительностью никто не констатировалъ.

Эндодинамоморфныя почвы способны къ превращеніямъ и безъ всякихъ измѣненій внѣшнихъ условій, что мы сейчасъ и покажемъ на

двухъ примѣрахъ. Представимъ себѣ, что въ зонѣ, гдѣ преобладаютъ подзолистыя почвы, имѣются выходы мергелистыхъ породъ; какъ разъ такія условія мы имѣемъ во многихъ районахъ Царства Польскаго. На мергелистыхъ породахъ начнутъ формироваться перегнойно-карбонатвыя почвы (рендзины), рѣзко отличающіяся отъ сосѣднихъ подзолистыхъ суглинковъ, развивающихся рядомъ на лессѣ или моренныхъ глинахъ. Въ первыхъ стадіяхъ образованія рендзинъ сильное вліяніе будетъ оказывать химическій составъ породы, благодаря которому будетъ задерживаться разложеніе органическихъ остатковъ, и гумусъ будетъ накопляться, но какъ мы знаемъ, глубина просачиванія гумусовыхъ веществъ не безпредѣльна, а въ данномъ случаѣ она будетъ особенно не велика, благодаря связыванію веществъ гумуса углекислой известью. Но вывѣтриваніе мергелистой породы не ограничится, конечно, образованіемъ гумусоваго горизонта, а будетъ продолжаться и глубже этого послѣдняго, съ той лишь разницей, что въ этомъ случаѣ будутъ дѣйствовать на мергель не гумусовые растворы, а главнымъ образомъ вода съ углекислотой. Слѣдовательно, въ то время, какъ въ поверхностныхъ слояхъ изъ мергелистой породы будетъ формироваться гумусовый горизонтъ, въ болѣе глубокихъ слояхъ пойдетъ образованіе буроватаго или желтоватаго суглинка. Когда наступитъ такой моментъ. что гумусовый горизонтъ будетъ лишенъ карбонатовъ, а подъ нимъ будетъ образованъ слой безкарбонатнаго суглинка, тогда исчезнутъ условія, благодаря которымъ въ почвѣ накоплялся гумусъ, и выступитъ на первый планъ вліяніе климатическихъ факторовъ. А комбинація послѣднихъ въ данномъ случаѣ такова, что не способствуетъ накопленію значительныхъ количествъ перегноя, особенно мало подвяжныхъ его соединеній. Слѣдовательно, съ указаннаго момента рендзинная почва начнетъ понемногу видоизмѣняться, ея гумусъ начнетъ разлагаться и превращаться въ болѣе подвижныя соединенія, и въ концѣ концовъ рендзина неминуемо перейдетъ въ подзолистую почву. Эти теоретическія соображенія намъ удалось подтвердить наблюденіями въ природѣ въ окрестностяхъ Холма (губ. городъ).

Возьмемъ другой примѣръ: положимъ, что среди черноземной степи имѣются выходы гранита. Въ то время какъ на преобладающихъ мягкихъ наносахъ этой степи разовьется черноземъ, на гранитѣ, труднѣе уступающемъ процессамъ почвообразованія, появится грубая скелетная почва съ неясно различимымъ гумусовымъ горизонтомъ. Просачиваніе гуминовыхъ веществъ здѣсь не пойдетъ глубоко, разложеніе ихъ будетъ энергичнѣе, чѣмъ въ мелкоземистой породѣ, да и растительности, дающей матеріалъ для образованія гумуса, здѣсь будетъ меньше. Кромѣ того, и смѣшиваніе гуминовыхъ веществъ съ материнской породой, въ виду ея крупнозернистости, будетъ несовершенное. Такъ будетъ въ первыхъ стадіяхъ развитія почвы, но со временемъ, когда поверхностный гори-

зонтъ измельчится настолько, что разложеніе гумуса будетъ замедляться, смѣшиваніе его съ минеральными элементами почвы станетъ совершеннѣе, гумусъ начнетъ накопляться и, въ концѣ концовъ, сформируется гумусовый горизонтъ, такой же, какъ у сосѣдняго чернозема, а подъ нимъ будетъ постепенно нарастать толща буроватой или желтоватой глины, со всѣми признаками, свойственными болѣе глубокимъ горизонтамъ вывѣтриванія чернозема. Эта глина столь же постепенно будетъ переходить въ неизмѣненную толщу гранита. Такіе переходы можно наблюдать въ окрестностяхъ Челябинска.

Приведенные примѣры достаточно подтверждаютъ высказанную выше мысль о временномъ существованіи эндодинамоморфныхъ почвъ и о необходимости ихъ постепеннаго превращенія въ почвы эктодинамоморфныя.

Обратимся теперь къ болѣе подробному разсмотрѣнію эктодинамоморфныхъ почвъ и къ ихъ болѣе детальному подраздѣленію.

Сообразно съ относительнымъ количествомъ влаги, достающейся въ различныхъ областяхъ земного шара на долю поверхностныхъ горизонтовъ земной коры для процессовъ почвообразованія, мы можемъ подраздѣлить эктодинамоморфныя почвы на слѣдующіе шесть классовъ.

I. Почвы оптимальнаго увлажненія.
II. „ средняго „
III. „ умѣреннаго „
IV. „ недостаточнаго „
V. „ избыточнаго „
VI. „ временно-избыточнаго увлажненія.

Пока никакихъ опредѣленныхъ нормъ влажности мы дать не можемъ, а имѣемъ въ виду лишь относительныя количества (меньше-больше). Когда наблюденій въ различныхъ почвенныхъ зонахъ будетъ больше, можно будетъ, по всей вѣроятности, характеризовать каждую область, согласно Трейтцу, особымъ коэффиціентомъ недосыщенія (Sättigungsdeficit.).

Къ первымъ четыремъ изъ перечисленныхъ группъ принадлежатъ почвы, формирующіяся подъ вліяніемъ тѣхъ количествъ влаги, которыя получаются непосредственно изъ атмосферныхъ осадковъ. Вторыя двѣ группы заключаютъ почвы, которыя, занимая, по большей части, отрицательныя формы рельефа, получаютъ влагу не только изъ атмосферы, но и влагу, стекающую изъ болѣе повышенныхъ точекъ рельефа, а зачастую и влагу грунтовыхъ водъ, близко подходящихъ къ поверхности[1]). Въ виду сказаннаго у почвъ первыхъ четырехъ группъ особенно хара-

[1]) По вопросу о значеніи поверхностиыхъ и грунтовыхъ водъ въ процессахъ почвообразованія см. „Неуструевъ, С. „Почвовѣдѣніе“, 1910, № 2.

ктерны почвенные горизонты въ тѣсномъ смыслѣ, т. е. горизонты, развивающіеся подъ вліяніемъ воды, просачивающейся сверху внизъ. Въ послѣднихъ группахъ близко къ поверхности подходятъ нерѣдко глеевые горизонты [1]), находящіеся въ связи съ поднятіемъ къ поверхности грунтовыхъ (почвенныхъ) водъ.

Приведемъ здѣсь краткую характеристику намѣченныхъ выше группъ.

I. Почвы оптимальнаго увлажненія развиваются при значительныхъ количествахъ влаги и при высокой годовой температурѣ. При этихъ условіяхъ большая часть органическихъ остатковъ минерализуется до конца, почему почвы содержатъ немного гумуса. Получающіяся при распадѣ органическихъ веществъ и вывѣтриваніи силикатовъ и алюмосиликатовъ соли совершенно выщелачиваются изъ продуктовъ вывѣтриванія. Окислы алюминія и желѣза не выносятся, а, наоборотъ, накопляются, по, наряду съ гидратами полуторныхъ окисловъ, образуются и глины. Силикатный кремнеземъ уносится изъ продуктовъ вывѣтриванія. Наиболѣе вѣроятными факторами вывѣтриванія являются вода, содержащая углекислоту, и относительно высокая температура. При этихъ условіяхъ энергично совершается гидролизъ силикатовъ и алюмосиликатовъ, результатомъ чего является, по крайней мѣрѣ въ раннихъ стадіяхъ вывѣтриванія, отщепленіе значительнаго количества основаній, которыя въ почвенныхъ растворахъ находятся въ видѣ углекислыхъ солей. Возможно, что углекислыя щелочи принимаютъ участіе въ раствореніи глинозема, который иногда находится въ почвахъ этой группы въ формѣ конкрецій гидраргиллита. Къ этой группѣ относятся латериты, красноземы влажныхъ субтропическихъ областей и, вѣроятно, желтоземы, наблюдавшіеся нами въ широкомъ развитіи въ южной Франціи и знакомые намъ по образцамъ изъ Японіи [2]).

II. Почвы средняго увлажненія формируются при такихъ условіяхъ влаги и температуры, которыя достаточны для того, чтобы не дать возможности накопляться значительнымъ количествамъ малоподвижныхъ соединеній гумуса. Полной минерализаціи органическихъ остатковъ однако здѣсь не получается, ихъ окисленіе останавливается преимущественно на образованіи среднихъ стадій распада, какова „креновая“ и отчасти „апокреновая“ кислоты. Въ присутствіи значительвыхъ количествъ этихъ соединеній углесоли не образуются, другія же легко растворимыя соли выщелачиваются. Почвообразующія породы подвергаются кислотному вывѣтриванію, т.-е. получается такой результатъ, который получился бы при дѣйствіи на почву какой-нибудь кислоты. Слѣдо

[1]) Термины „глей“, „глеевый“ введены въ науку Высоцкимъ, Г. „Почвовѣдѣніе“ 1906.

[2]) Образцы доставленіи изъ Японіи Т. Гордѣевымъ.

вательно изъ элювіальныхъ горизонтовъ выносятся не только основанія, но и полуторные окислы, при чемъ эти горизонты обогащаются кремнеземомъ. Намъ удавалось наблюдать вывѣтриваніе нѣкоторыхъ цеолитовъ по этому типу на горѣ Цхра-Цкаро (Закавказье). Выщелоченныя основанія по большей части уносятся изъ продукта вывѣтриванія, а полуторные окислы, окислы марганца вмѣстѣ съ органическими веществами, при извѣстныхъ условіяхъ, выдѣляются, образуя конкреціонныя формы или давая особые иллювіальные горизонты.

Къ этой группѣ относятся подзолистыя и лѣсныя почвы, а также буроземы проф. Раманна.

III. Почвы умѣреннаго увлажненія образуются при такихъ количествахъ влаги, которыхъ хватаетъ для развитія болѣе или менѣ роскошнаго растительнаго (травянистаго) покрова, но недостаточно для быстраго и энергичнаго разложенія органическихъ остатковъ. Въ силу этого гумусъ, особенно малоподвижныя его соединенія, накопляется въ значительныхъ количествахъ. Минерализующаяся часть органической массы даетъ достаточное количество углекислоты, благодаря чему при вывѣтриваніи образуются углесоли. Получающаяся этимъ путемъ углекислая известь не выносится глубоко, за недостаткомъ растворителя, и при обиліи извести въ материнской породѣ образуетъ подъ гумусовымъ горизонтомъ сплошной карбонатный горизонтъ, что можно наблюдать, между прочимъ, на разрѣзахъ чернозема горнаго плато у оз. Гокчи (Закавказье). Наряду съ углесолями щелочныхъ земель накопляется нерѣдко въ нижнихъ горизонтахъ и гипсъ. Остальныя, болѣе растворимыя соли, по большей части, вывесены изъ горизонтовъ вывѣтриванія, но ихъ нерѣдко можно найти въ грунтовыхъ водахъ.

Разложеніе алюмосиликатовъ, особенно подъ гумусовыми горизонтами, идетъ по типу глинистаго вывѣтриванія (гидролизъ), но совершается относительно медленно.

Сюда принадлежатъ черноземы, черноземовидныя почвы западинъ сухой степи и туркестанскихъ горъ и, можетъ быть, индійскій регуръ. Причисляемъ послѣдній условно, такъ какъ о его строеніи и морфологіи у насъ нѣтъ точныхъ данныхъ.

IV. Почвы недостаточнаго увлажненія. Изъ этой группы намъ наиболѣе знакомы почвы сухихъ степей, на условіяхъ образованія которыхъ мы и остановимся. Растительность здѣсь, вслѣдствіе недостатка влаги, далеко не развивается такъ роскошно, какъ въ черноземной степи, почему почвы накопляютъ меньше гумуса, количество котораго въ Европейской и Азіатской Россіи колеблется, болѣе или менѣе правильно уменьшаясь по мѣрѣ движенія на югъ. Благодаря этому въ болѣе сѣверныхъ разностяхъ этихъ почвъ еще рѣзко замѣтна разница

въ окраскѣ гумусовыхъ и подгумусовыхъ горизонтовъ, а въ болѣе южныхъ она подмѣчается нерѣдко съ трудомъ. Почвы этой группы не обнаруживаютъ обычно опредѣленной структуры во всей толщѣ своихъ гумусовыхъ горизонтовъ или структура подмѣчается лишь въ самомъ поверхностномъ горизонтѣ небольшой мощности. Углесоли щелочныхъ земель (главн. образ. $CaCO_3$) и гипсъ являются необходимой принадлежностью разрѣза этихъ почвъ (суглинистыхъ пхъ разностей), и горизонты ихъ накопленія ближе лежатъ къ поверхности, чѣмъ у почвъ предыдущей группы. Содержаніе хлоридовъ и сульфатовъ въ верхнихъ горизонтахъ почвъ ничтожно. Химическій распадъ силикатовъ и алюмосиликатовъ обычно не великъ, и передвиженіе основаній и кремнезема изъ одного горизонта въ другой почти не подмѣчается съ помощью валового анализа.

Къ данной группѣ мы относимъ каштановыи, бурыя и сѣрыя почвы сухихъ степей сѣвернаго полушарія (аналоги возможны въ южной части Ю. Америки), а также красноцвѣтныя почвы субтропическихъ сухихъ степей и полупустынь и частью теплоумѣренныхъ (Испанія). Насколько можно судить по образцамъ изъ Австраліи, бывшимъ въ нашихъ рукахъ и образцамъ изъ Сѣв. Африки, собраннымъ и изученнымъ Дранищынымъ (7), красноцвѣтныя почвы имѣютъ много общаго въ строеніи съ почвами нашихъ прикаспійскихъ, тургайскихъ и туркестанскихъ сухихъ степей.

V. Почвы избыточнаго увлажненія образуются при значительныхъ количествахъ влаги, пересыщающей верхніе горизонты почвы При такихъ условіяхъ разложеніе органическихъ остатковъ задерживается; вмѣстѣ съ малоокисленными соединеніями гумуса получаются обугленные, полуистлѣвшіе органическіе остатки. Постоянное соприкосновеніе влаги съ разлагающимися растительными остатками и минералами материнской породы ведетъ къ энергичному отщепленію основаній, почему эти почвы, особенно въ своихъ землистыхъ горизовтахъ, характеризуются присутствіемъ бикарбонатовъ основаній. Вывѣтриваніе поэтому идетъ въ сторону образованія глинъ (гидролизъ), при чемъ желѣзо, имѣя возможность переходить въ закисное состояніе, выщелачивается изъ поверностныхъ горизонтовъ. Благодаря возстановительной средѣ, въ почвахъ этой группы могутъ образоваться сѣрнистыя соединенія (FeS. FeS_2), вивіанитъ, сидеритъ, анкеритъ. Такъ какъ почвенныя воды не имѣютъ оттока, то онѣ накопляютъ въ себѣ растворимыя соли, которыя въ сухое время года поднимаются къ поверхности и здѣсь кристаллизуются.

Всѣ указанные признаки (за исключеніемъ соленосности) выражены тѣмъ болѣе ясно, чѣмъ постояннѣе и сильнѣе пересыщеніе влагой; по мѣрѣ ослабленія пересыщенія многіе признаки ослабѣваютъ и даже исчезаютъ.

Къ этой группѣ относятся почвы болотнаго типа.

Вѣроятно, къ особой подгруппѣ той же группы придется отнести и недостаточно изслѣдованныя пока торфянистыя почвы тундры и горныхъ вершинъ.

Послѣднія наблюдались нами съ одинаковой морфологіей на вершинахъ Цхра-Цкаро и Али-бекъ (въ Закавказьѣ).

VI. Почвы временно избыточнаго увлажненія (поверхностнаго или грунтоваго) извѣстны какъ среди черноземной, такъ и среди пустынныхъ степей. Это такъ называемыя солонцовыя почвы, которыя, въ зависимости отъ ихъ строенія, дѣлятся на структурные солонцы (или просто „солонцы“) или безструктурные (или „солончаки“). И тѣ, и другіе содержатъ въ себѣ легко растворимыя соли, изъ коихъ особенно важную роль играютъ NaCl, Na_2SO_4 и Na_2CO_3 или $NaHCO_3$. Въ структурныхъ солонцахъ верхніе горизонты часто совсѣмъ почти не содержатъ первыхъ двухъ солей, которыя могутъ присутствовать, однако, въ болѣе глубокихъ горизонтахъ. Тамъ, гдѣ есть $NaHCO_3$ и нѣтъ или относительно мало хлоридовъ и сульфатовъ, создаются такія условія почвообразованія: $NaHCO_3$ въ поверхностныхъ горизонтахъ можетъ перейти въ Na_2CO_3, растворъ котораго, содержа іоны (OH), обращаетъ въ золеобразное состояніе мало подвижную группу гумуса и препятствуетъ коагуляціи тонкихъ почвенныхъ суспензій, благодаря чему послѣднія вмѣстѣ съ частью гумусовыхъ золей просачиваются въ глубину. Однако, на нѣкоторой глубинѣ происходитъ превращеніе Na_2CO_3 въ $NaHCO_3$, результатомъ чего является выпаденіе гумусовыхъ гелей и минеральныхъ суспензій. Такимъ образомъ получаются выщелоченные верхніе горизонты болѣе грубаго механическаго состава и плотные, распадающіеся при высыханіи на столбчатыя, призматическія, орѣховатыя или глыбистыя отдѣльности, нижніе горизонты.

Въ солонцахъ, гдѣ уже въ верхнихъ горизонтахъ присутствуютъ хлориды и сульфаты въ замѣтныхъ количествахъ, а соды относительно мало, не можетъ образоваться гумусовыхъ золей и взвѣшенныхъ суспензій, благодаря коагулирующему дѣйствію положительныхъ іоновъ электролитовъ. Поэтому вымыванія изъ верхнихъ горизонтовъ въ нижніе не происходитъ, и почва сохраняетъ одинаковый habitus во всей толщѣ гумусовыхъ горизонтовъ.

Солонцы въ природѣ цѣлымъ рядомъ постепенныхъ переходовъ связываются съ зональными типами почвъ той зоны, гдѣ они залегаютъ. Такимъ образомъ могутъ существовать солонцеватые черноземы, солонцеватыя каштановыя, бурыя почвы и пр. Среди переходныхъ разностей мы можемъ выдѣлить и такія, которыя, по своему строенію и химизму, приближаются къ безструктурнымъ солончакамъ:

солончаковатый черноземъ, солончаковатая каштановая почва и пр.

Къ этой же группѣ мы причисляемъ пока и такъ называемыя пустынныя корки.

Считаемъ необходимымъ оговориться, что предлагаемая нами классификація имѣетъ лишь въ виду представить въ общей краткой схемѣ всю совокупность нашихъ знаній о почвахъ земного шара и далеко не представляется намъ окончательной формой классификаціонной постройки въ области почвовѣдѣнія.

Сведемъ теперь въ общую таблицу разсмотрѣнныя нами группы, типы и разности почвъ.

Отдѣлъ I. Почвы эктодинамоморфныя.

1 классъ. Почвы оптимальнаго увлажненія.
- Латериты.
- Красноземы.
- Желтоземы.

2. классъ. Почвы средняго увлажненія.
- Подзолистыя почвы.
- Лѣсные суглинки и др. вторичныя подзолистыя почвы.
- Деградированныи черноземъ.

3 классъ. Почвы умѣреннаго увлажненія.[1])
- Черноземъ (и регуръ?)
- Черноземовидныя почвы.

4 классъ. Почвы недостаточнаго увлажненія.
- Каштановыя почвы.
- Бурыя „
- Сѣроземы
- Красноцвѣтныя почвы

5 классъ. Почвы избыточнаго увлажненія.
- Болотныя почвы (торфяныя и иловатыя).
- Горнолуговыя почвы.
- Торфяныя почвы тундръ и горныхъ вершинъ.

6 классъ. Почвы времениo избыточнаго увлажненія.
- Солонцы.
- Солончаки и корки пустынь.
- Солонцеватыя и солончаковатыя почвы.

Отдѣлъ II. Почвы эндодинамоморфныя.
- Рендзины.
- Различныя скелетныя почвы.

---

[1]) Можетъ быть, эту группу придется въ будущемъ объединить со слѣдующей, такъ какъ, повидимиму, нѣтъ рѣзкихъ качественныхъ различій въ процессѣ образованія чернозема и почвъ сухихъ степей (каштановыхъ, бурыхъ и пр.).

Въ такомъ видѣ почвенная классификація даетъ только основныя представленія о различіяхъ типовъ, т.-е. способовъ образованія почвъ и отчасти о степени выраженности этихъ типовъ и о возможныхъ ихъ модификаціяхъ.

Въ полномъ видѣ классификація должна включать въ себя и рядъ второстепенныхъ признаковъ, присущихъ тому или иному почвенному типу, въ силу различія петрографическаго характера и механическаго состава материнскихъ породъ. Детальнѣе мы разсмотримъ классификаціонныя подраздѣленія при характеристикѣ отдѣльныхъ типовъ почвообразованія, здѣсь же дадимъ лишь образецъ той классификаціонной схемы, которая является необходимой для болѣе дробныхъ подраздѣленій почвъ.

Типъ почвообразованія и его генетическія разности.		Разности по петрографическому составу.	Разности по механическому составу.
Черноземъ	Мощный	Лессовый	Глинистый
	Обыкновенный	На валунной глинѣ	Суглинистый
	Средній	Гранитовый	Супесчаный
		Базальтовый и пр.	Песчаный
Подзолистыя почвы	Подзолы	На валунной глинѣ	Глинистыя
	Подзолистыя почвы	„ лессѣ	*Суглинистыя*
	Слабо-подзолистыя	„ гранитѣ	Супесчаныя
		„ діоритѣ и пр.	Песчаныя

Чтобы закончить съ классификаціонными построеніями въ области почвовѣдѣнія, намъ остается еще отмѣтить новѣйшую классификацію (1910 г.) проф. Коссовича (11). Послѣдній совершенно справедливо замѣчаетъ, что генетическая классификація должна быть основана на внутреннихъ свойствахъ и особенностяхъ самихъ почвъ, иначе говоря въ основу должны быть положены типы почвообразованія. Того-же взгляда, какъ видно изъ предыдущаго, держались всѣ русскіе классификаторы, начиная съ Докучаева, ибо во всѣхъ этихъ классификаціяхъ въ качествѣ классификаціонныхъ единицъ, фигурируютъ тѣ же или почти тѣ же типы почвообразованія, что и у Коссовича: черноземъ, подзолъ, латеритъ и пр. Другой вопросъ, какъ группировать эти типы почвообразованія, и въ этомъ Коссовичъ расходится со всѣми русскими классификаторами, полагая, что основными группами должны быть почвы генетически-самостоятельныя и почвы генетически подчиненныя. У первыхъ процессъ почвообразованія характеризуется выносомъ минеральныхъ и отчасти органическихъ веществъ, а у вторыхъ приносъ веществъ отъ другихъ почвъ играетъ первенствующую роль.

Намъ этотъ принципъ дѣленія представляется довольно шаткимъ, способнымъ повести лишь къ ряду недоразумѣній, такъ какъ почти

нѣтъ такого типа почвообразованія, въ которомъ, на ряду съ выносомъ, не было бы и приноса. Не говоря уже о томъ, что всѣ гумусовыя почвы обладаютъ аккумуляціонными (Захаровъ) горизонтами, накопляющими органическія и органоминеральныя вещества, необходимо принять во вниманіе глеевые горизонты, существующіе не только у подзоловъ, но даже и у чернозема. Эти горизонты несомнѣнно живутъ на счетъ приноса извнѣ. Наоборотъ, у почвъ, по Коссовичу, генетически-подчиненныхъ можетъ наблюдаться такой выносъ, подобнаго которому нѣтъ у многихъ генетически самостоятельныхъ почвъ. Въ примѣръ приведемъ солонцы, гдѣ поверхностный горизонтъ (А) такъ же выщелоченъ, какъ и у подзола. Шаткость указаннаго принципа отражается и на всей классификаціонной постройкѣ проф. Коссовича, имѣющей слѣдующій видъ:

Классъ А. Почвы генетически самостоятельныя.

I. Почвы пустыннаго типа почвообразованія.
   1. Пустынныя корки (известковыя, гипсовая и защитная).
   2. Сухіе солонцы.
   3. Пески и хрящеватыя почвы пустынь.

II. Почвы пустынно-степового типа или солонцоваго типа почвообразованія.
   1. Эолово-лессовыя почвы сухихъ степей.
   2. Свѣтлыя почвы сухихъ степей (бѣлоземы).
   3. Красныя почвы сухихъ степей.
   4. Сѣро-бурыя (слоевато-столбчатовидныя) почвы сухихъ степей.
   5. Каштановыя почвы.

III Почвы степного или черноземнаго типа почвообразованія.
   1. Черноземы.
   2. Темноцвѣтныя почвы степныхъ западинъ.
   3. Деградированные черноземы.
   4. Перегнойно-карбонатныя почвы.

IV. Почвы подзолистаго типа почвообразованія.
   1. Сѣрыя лѣсныя почвы.
   2. Подзолистыя лѣсныя почвы.
   3. Подзолистыя луговыя почвы.

V. Почвы тундроваго типа почвобразованія.
   1. Тундровыя почвы.
   2. Почвы горныхъ вершинъ.

VI. Почвы латеритнаго типа почвообразованія.
   1. Желтоземы.
   2. Красноземы.
   3. Латериты.

VII. Почвы болотно-мохового типа почвообразованія.
   1. Моховыя болота.

Классъ В. Почвы генетически подчиненныя.

I. Почвы грунтоваго увлажненія пониженныхъ мѣстъ сухихъ степей.

1. Безструктурные солонцы.

II. Почвы грунтоваго увлажненія черноземной полосы.

1. Мокрые бѣлые солонцы.
2. Столбчатые солонцы черноземной области.
3. Солоди черноземной полосы.

III. Болотныя и полуболотныя почвы подзолистой области.

1. Полуболотныя почвы.
2. Луговые торфяники.

IV. Болотистыя почвы влажныхъ тропическихъ и субтропическихъ областей.

Мы не будемъ останавливаться на характеристикахъ типовъ почвообразованія, даваемыхъ проф. Коссовичемъ, отмѣтимъ лишь, что однѣ изъ нихъ болѣе или менѣе согласуются съ нашими, съ другими мы не вполнѣ могли бы согласиться (подзолы, почвы сухихъ степей). Намъ хотѣлось бы здѣсь отмѣтить лишь тѣ вопросы, которые возбуждаетъ только что приведенная классификаціонная схема.

По поводу пустыннаго типа почвообразованія необходимо подчеркнуть, что едва ли на солонцы пустыни и на пустынныя корки можно смотрѣть, какъ на почвы, характеризующіяся преимущественно выносомъ. Совершенно ясно, что здѣсь скорѣе можетъ итти рѣчь о накопленіи, а не о выносѣ. По нашему мнѣнію солонцы пустынь нельзя отдѣлять отъ солонцовъ вообще и, слѣдовательно, они должны быть изъяты изъ первой группы проф. Коссовича. Въ той же группѣ слѣдуетъ уничтожить пески и хрящеватыя почвы, такъ какъ эти почвы вовсе не являются спутниками только пустыни: мы встрѣчаемъ ихъ и въ сухихъ степяхъ, и среди подзолистыхъ почвъ и, конечно, пески и хрящевики не представляютъ гдѣ бы то ни было какого-либо особаго типа почвообразованія.

Во второй группѣ необходимо уничтожить въ подзаголовкѣ слова: „или солонцеватаго типа“, такъ какъ всѣ перечисленныя въ этой группѣ почвы могутъ быть совершенно не солонцеватыми, какъ бы ни понимать этотъ терминъ. Необходимо также уничтожить и эолово-лессовыя почвы, такъ какъ таковыхъ на самомъ дѣлѣ, какъ особаго типа почвообразованія, не существуетъ.

Въ третьей группѣ намъ представляется неправильнымъ включеніе деградированныхъ черноземовъ и перегнойно-карбонатныхъ почвъ. Вѣдь, деградированные черноземы отличаются отъ черноземовъ именно тѣмъ, что у нихъ опредѣленно намѣчается начало новаго, по сравненію

съ черноземнымъ, почвообразовательнаго процесса, а именно процесса подзолистаго. По отношенію же къ перегнойно-карбонатнымъ почвамъ (рендзинамъ) никто еще не доказалъ, что процессъ ихъ образованія такой же, какъ у чернозема.

Тундровыя почвы, какъ показали изслѣдованія Сукачева и Дранищына, не отличаются по существу отъ почвъ болотнаго типа и потому дѣлать изъ нихъ въ настоящее время особую классификаціонную группу не слѣдуетъ. Намъ неясно также, почему мохово-болотныя почвы отдѣлены отъ болотныхъ почвъ вообще и, въ частности, отъ торфяно-луговыхъ, съ которыми онѣ имѣютъ много общаго въ минеральныхъ своихъ горизонтахъ, такъ какъ если и говорить о мохово-болотной почвѣ (не о болотѣ), то подъ этимъ именемъ нельзя разумѣть только моховой покровъ.

Отдѣлять въ особыя группы солонцы (не только слоевато-столбчатые, но и другіе) и солончаки сухихъ и черноземныхъ степей, по нашему мнѣнію, нѣтъ никакихъ основаній, такъ какъ генезисъ ихъ несомнѣнно одинъ и тотъ же. Что же касается „солодей“, то такихъ почвъ не существуетъ. Солоди или солоти (тоже баклуши, мокрые кусты, осиновые кусты) представляютъ не почвенныя, а физико-географическія единицы, слагающіяся чрезвычайно пестрымъ почвеннымъ покровомъ.

Если на основаніи всѣхъ сдѣланныхъ замѣчаній внести соотвѣтственныя поправки въ классификацію проф. Коссовича, то она не будетъ, по существу, отличаться отъ нашей. Это лишній разъ подтверждаетъ ту мысль, что основа классификаціи у всѣхъ русскихъ изслѣдователей одна и та же: всѣ они исходятъ изъ необходимости принимать за классификаціонныя единицы типы почвообразованія.

Закончивъ съ классификаціонными вопросами, сдѣлаемъ нѣсколько общихъ замѣчаній о географіи почвъ земного шара.

Очень многіе изъ извѣстныхъ намъ почвенныхъ типовъ залегаютъ, какъ уже указывались выше, болѣе или менѣе сплошными полосами или зонами, занимающими иногда и въ длину, и въ ширину большія пространства. Эти зоны на площади Европейской и Азіатской Россіи идутъ, закономѣрно смѣняя другъ друга, съ юго-запада на сѣверо-востокъ, такъ что путешественникъ, пересѣкая Европейскую Россію отъ береговъ Бѣлаго моря къ Каспійскому или Азіатскую — отъ устьевъ Оби къ Ташкенту наблюдаетъ и тамъ, и здѣсь однородную смѣну почвенныхъ зонъ. Нѣсколько иначе расположены тѣ же зоны въ С. Америкѣ. Сплошной, почти непрерывной (поскольку непрерывна суша въ этихъ широтахъ), зоной по обѣ стороны отъ экватора тянутся латериты и красноземы, постепенно переходящіе въ красноцвѣтныя почвы субтропическихъ сухихъ степей (переходныя области совершенно не изучены),

извѣстныя какъ въ сѣверномъ, такъ и въ южномъ полушаріяхъ. Эти почвы, въ свою очередь, смѣняются типами субтропическихъ и умѣренныхъ пустынь, умѣренныхъ сухихъ степей. Черноземныя почвы образуютъ на земномъ шарѣ по всякомъ случаѣ двѣ зоны, а можетъ быть и три: къ одной изъ нихъ принадлежатъ черноземы Европы, Азіи (Сибирь и Маньчжурія) и С. Америки, къ другой — черноземы теплоумѣренной области южнаго полушарія: здѣсь намъ наиболѣе извѣстны черноземы Аргентины, но возможно, что аналогичныя почвы существуютъ въ восточной Австраліи, а можетъ быть и въ южной Африкѣ. Въ тропической полосѣ мы знаемъ подобные черноземамъ индійскіе р е г у р ы, но возможно, что аналогичныя почвы мы встрѣтимъ и въ другихъ мѣстахъ тропической зоны, именно при переходѣ отъ красноземовъ латеритнаго типа къ красноцвѣтнымъ почвамъ субтропическихъ сухихъ степей. Подзолистыя почвы, широко развитыя въ сѣверномъ полушаріи, въ предѣлахъ лѣсныхъ областей Европы, Азіи и С. Америки, въ южномъ полушаріи встрѣчаются болѣе или менѣе значительной площадью въ самой южной оконечности Ю. Америки (часть материка и Огненная земля).

Праиильность горизонтальнаго распространенія почвенныхъ типовъ по лику земли нарушается различными причинами, каковы, напримѣръ близость морей, доставляющихъ большее количество влаги сосѣднимъ материкамъ, близость значительныхъ горныхъ системъ и пр.

Какъ сказывается вліяніе оксановъ на распредѣленіе почвенныхъ зонъ, ясно, между прочимъ, видно на географіи чернозема Евразіи. Зона послѣдняго, приближаясь къ Великому океану, а также и къ Атлантическому, дѣлаетъ изгибы къ югу, какъ бы разыскивая для себя мѣста съ болѣе высокой годовой температурой и съ болѣе сильнымъ испареніемъ. До береговъ океановъ она ни въ Европѣ, ни въ Азіи не доходитъ, такъ какъ въ условіяхъ морского климата существованіе этого континентальнаго почвеннаго типа не мыслимо.

Вліяніе горныхъ хребтовъ на географію почвъ прослѣживается во многихъ мѣстахъ. Такъ, сухія степи нижняго Поволжья по мѣрѣ приближенія къ Кавказу, смѣняются опять степью черноземной, Уралъ, Алтай и горы Восточной Сибири, врѣзаясь въ зону чернозема, прерываютъ ее и даютъ условія для развитія почвъ болѣе влажныхъ климатовъ, пусты (сухія степи) Венгріи, подходя къ горамъ, превращаются въ черноземныя степи, а иногда въ лѣсныя пространства съ подзолистыми почвами, и т. д.

О деталяхъ географическаго распредѣленія почвенныхъ типовъ и, зонъ по земному шару будетъ еще рѣчь дальше, здѣсь же необходимо отмѣтить, что закономѣрность въ распредѣленіи почвъ наблюдается не только въ горизонтальномъ направленіи, но и въ вертикальномъ. Существованіе вертикальныхъ почвенныхъ зонъ, констатированное Д о к у ч а е-

вымъ на Кавказѣ, не слѣдуетъ понимать въ томъ смыслѣ, что на всемъ Кавказѣ, на одинаковыхъ высотахъ надъ уровнемъ моря, всюду встрѣтятся непремѣнно однѣ и тѣ же почвы. Этого, конечно, нѣтъ, ибо возвышенности Кавказа лежатъ не въ одинаковыхъ климатическихъ условіяхъ[1]). Если же мы найдемъ два такихъ горныхъ склона, подошвы которыхъ лежатъ въ одинаковыхъ условіяхъ, и которые обладаютъ одинаковыма рельефными чертами, то, поднимаясь по этимъ склонамъ, мы встрѣтимъ въ обоихъ случаяхъ одинаковую смѣну почвенныхъ типовъ. Данное положеніе можно провѣрить по двумъ маршрутамъ: одинъ изъ Эривани въ Дарачичагъ до вершины горы Али-бекъ, другой-отъ Эривани же къ Александрополю и выше. Ближайшія окрестности Эривани покрыты пустынно-степными сѣроземами, развившимися частью изъ рыхлыхъ наносовъ, частью изъ вулканическихъ (базальтовыхъ) лавъ. Поднимаясь выше, мы встрѣчаемъ на тѣхъ же лавахъ типично развитые черноземы, которые въ окрестностяхъ Дарачичага обнаруживаютъ явственные признаки деградаціи и переходятъ въ типичные лѣсные суглинки (подъ дубовымъ лѣсомъ). Эти послѣдніе, по мѣрѣ поднятія на Али-бекъ, смѣняются прекрасно развитыми подзолистыми почвами, выше которыхъ лежатъ темноцвѣтныя горнолуговыя почвы, въ свою очередь къ вершинѣ горы переходящія въ коричнево-буроватыя торфянистыя почвы горныхъ вершинъ. Говоря иными словами, мы на пути отъ Эривани до вершины Али-бека (около 60 верстъ), постоянно поднимаясь отъ высоты 3000 слишкомъ до высоты 9000 ф., проходимъ почти всѣ тѣ почвенныя зоны, которыя мы встрѣтили бы на пути отъ Баку до прибрежій Сѣвернаго Ледовитаго океана.

Поднимаясь отъ ст. Михайлово къ Боржому и оттуда черезъ Бакуріани къ вершинѣ Цхра-Цкаро, мы опять послѣдовательно отъ чернозема (близъ Михайлова) переходимъ къ лѣснымъ и подзолистымъ почвамъ окрестностей Боржома, а еще выше встрѣчаемъ темноцвѣтныя горнолуговыя почвы, на вершинѣ Цхра-Цкаро смѣняющіяся бурыми торфянистыми почвами совершенно того же типа, что и на Али-Бекѣ.

Существованіе вертикальныхъ зонъ опредѣленно констатировано участниками экспедицій Переселенческаго Управленія на Алтаѣ, въ Туркестанѣ и въ горахъ Восточной Сибири, о чемъ подробно будетъ сказано въ своемъ мѣстѣ.

---

[1]) Законъ измѣненія температуры съ высотой не одинаково выраженъ для различныхъ областей Кавказа.

Литература.

1. Bemmelen, van. Z. f. anorg. Chemie, Bd. 66, 1910, p. 322–357.
2. Berendt. Die Umgegend von Berlin. Abhandl. zur geolog. Spezialkarte von Preussen, Bd. 2, H. 3, 1877.
3. Богословскій, Н. Изв. Геолог. Комит., т. 18, 1899.
4. Докучаевъ, В. Труды Спб. Общ. Ест., т. X.
5. — Матер. къ оцѣнкѣ земель Нижегор. губ. Вып. 1, 1886.
6. — Къ ученію о зонахъ природы. Горизонтальныя и вертикальныя зоны. 1899.
7. Драницынъ. Труды Докуч. Почв. Комит., т. III, 1915.
8. Fallou. Pedologie oder allgemeine und besondere Bodenkunde. Dresden, 1862.
9. Hilgard. Wollny's Forschungen. Bd. XVI, № 1 u. 2.
10. Knop. Die Bonitierung der Ackererde, 1871—1872.
11. Коссовичъ, П. Журн. Оп. Агроном., 1910, кн. 5.
12. Костычевъ, П. Почвы черноземной области Россіи, ч. I, 1886.
13. Richthofen, Freiherr von. China, Bd. 2, 1882.
14. — Fuhrer für Forschungsreisende. 1886.
15. Rohrbach. Physikal. Atlas von Berghaus, 1892.
16. Сибирцевъ. Почвовѣдѣніе. Вып. 1 и вып. 3.
17. — Черноземъ въ различныхъ странахъ. Публичн. лекція, 1898.
18. — Краткій обзоръ главнѣйшихъ почвенныхъ типовъ Россіи. Зап. Ново Алекс. Инст., т. II, 1898.
19. Thaer. Moglinsche Annalen, T. 7.
20. Wolthmann. Handbuch der tropisch. Agrikultur, 1892.
21. Высоцкій, Г. „Почвовѣдѣніе", 1899, 1900, 1901.

ГЛАВА II.

Характеристика почвенныхъ типовъ и разностей

Отдѣлъ I.

Почвы эктодинамоморфныя.

1. Почвы оптимальнаго увлажненія.

Своеобразныя по цвѣту и мощности почвы тропическихъ и субтропическихъ широтъ издавна обращали на себя вниманіе путешественниковъ и изслѣдователей. Еще въ 1807 году Buchanan[1]) внелъ въ употребленіе новый терминъ „латеритъ“ (отъ слова later—кирпичъ) для обозначенія красноцвѣтныхъ почвъ тропическихъ областей[2]). Этотъ терминъ привился въ спеціальной литературѣ, получилъ широкое распространеніе, но, вмѣстѣ съ тѣмъ, терминомъ этимъ стали впослѣдствіи злоупотреблять, примѣняя его ко всякой красноцвѣтной почвѣ тропическихъ и субтропическихъ широтъ. Противъ столь широкаго пользованія упомянутымъ терминомъ въ 1887 г. возставалъ Гюрихъ[3]), утверждая, между прочимъ, что настоящіе латериты свойственны только тропикамъ.

Несомнѣнно, во всякомъ случаѣ, что въ тропической и субтропической областяхъ встрѣчаются, по крайней мѣрѣ, двѣ группы краснозем-ныхъ почвъ, глубоко различныхъ по условіямъ своего образованія, по своимъ составу и свойствамъ. Первая изъ этихъ группъ пріурочивается къ областямъ обильно увлажняемымъ и относится, дѣйствительно, къ латеритамъ и имъ подобнымъ образованіямъ; вторая залегаетъ въ тропическихъ полупустыняхъ и ничего общаго, кромѣ цвѣта, съ группой латерита не имѣетъ. Краснозем-ныя почвы послѣдняго типа, извѣстныя въ Испаніи, Бразиліи, Австраліи, Африкѣ, содержатъ нерѣдко на нѣкоторой глубинѣ выдѣленія углекислой извести или известковыя конкреціи, что указываетъ уже на недостаточность увлажненія. Такія почвы, надо думать, пред-

---

[1]) Buchanan, H. Journey from Madras through Mysore, Canara and Malabar, 1807, 2, 440.

[2]) На Цейлонѣ существуетъ терминъ „Cabook“, синонимъ латерита.

[3]) Gürich, „Zeitschr. d. deutsch. geolog. Ges.“, 1887, Bd. 39, p. 96.

ставляются аналогами нашихъ бурыхъ полупустынныхъ почвъ или сѣроземовъ, пріуроченныхъ къ периферіямъ пустынь умѣренной зоны, но аналогами, формирующимися при условіяхъ болѣе высокой температуры. Въ нашихъ рукахъ былъ одинъ образецъ подобной красноцвѣтной почвы субтропической пустынной степи Австраліи, и его изученіе показало, что эта почва, дѣйствительно, не имѣетъ ничего общаго съ красноцвѣтными почвами латеритнаго типа, хотя бы съ того же материка Австраліи (Wollongbar). Къ тому же заключенію привели насъ и наблюденія надъ морфологіей и условіями залеганія испанскихъ красноземовъ окрестностей Саламанки.

Оставляя въ сторонѣ красноцвѣтную группу почвъ сухихъ степей, мы обратимся къ изученію настоящихъ латеритовъ и болѣе или менѣе близкихъ къ нимъ по характеру почвенныхъ образованій. Мы увидимъ *вскорѣ, что и въ этой латеритной группѣ предстоитъ еще во многомъ* разобраться будущимъ изслѣдователямъ.

Если въ предѣлахъ умѣренной полосы мы болѣе или менѣе ориентировались въ вопросѣ о вліяніи на процессы почвообразованія травянистой (степной) и древесной формацій, то для тропической полосы вопросъ о вліяніи на процессъ почвообразованія вѣчно-зеленыхъ лѣсовъ, съ одной стороны, и саваннъ — съ другой, остается въ значительной степени неяснымъ. Казалось бы, въ тропикахъ, какъ и въ умѣренной зонѣ, лѣса должны способствовать болѣе энергичному вывѣтриванію, хотя бы уже потому, что области вѣчно-зеленыхъ лѣсовъ получаютъ осадковъ больше, чѣмъ области саваннъ, гдѣ бываютъ иногда значительные періоды бездождія. По даннымъ, сообщаемымъ Шимперомъ[1]), въ областяхъ вѣчно-зеленыхъ лѣсовъ выпадаетъ въ годъ minimum 180 см. влаги, а въ областяхъ саваннъ отъ 90—150 см. При такихъ условіяхъ можно ожидать, что подъ лѣсами встрѣтятся болѣе разложенныя почвы, ближе стоящія къ латериту, чѣмъ подъ саваннами. Однако, таковыя ожиданія существующими фактами далеко не подтверждаются: въ цѣломъ рядѣ работъ различныхъ изслѣдователей и путешественниковъ указывается на нахожденіе типичнѣйшихъ латеритовъ подъ саваннами, а съ другой стороны, извѣстны факты нахожденія вѣчно-зеленыхъ лѣсовъ не на типичныхъ латеритахъ.

Въ воззрѣніяхъ изслѣдователей по этому вопросу нѣтъ единогласія. Такъ, напримѣръ, Рихтгофенъ[2]), говоря о нѣкоторыхъ латеритахъ Индіи, въ настоящее время покрытыхъ низкорослыми деревьями и тра-

[1]) Schimper. Pflanzen-Geographie, 1898.

[2]) Richthofen. Führer für Forschungsreisende, 1901. См. также Zenker. Mitt. a. d. deutsch. Schutzgebiete, 1895, 8, который встрѣчалъ первичный латеритъ всюду подъ густымъ лѣсомъ, и Du-Bois. Tscherm. mineral. u. petrogr. Mitt. B. 12, H. 1, 1903.

вами, полагаетъ, что въ третичномъ періодѣ, когда шло образованіе этихъ латеритовъ, области, занятыя ими, были покрыты густымъ лѣсомъ. Вольтманъ[1]), обсуждая вопросъ о происхожденіи латеритовъ, считаетъ участіе растительности въ процессѣ латеритизаціи даже необязательнымъ. Мейеръ[2]) подчеркиваетъ, что типическій латеритъ пористой структуры онъ встрѣчалъ въ восточной Африкѣ только на необлѣсенныхъ частяхъ. Какъ же примирить всѣ эти показанія? Раздѣляя въ данномъ случаѣ воззрѣнія Рихтгофена, мы думаемъ, что гораздо вѣроятнѣе считать латеритъ продуктомъ тропическихъ лѣсныхъ формацій[3]). и что если въ настоящее время на латеритахъ существуютъ саванны, то не слѣдуетъ упускать изъ виду, что во многихъ случаяхъ саванны современной геологической эпохи могли занять области лѣсовъ предыдущей эпохи, въ которую и формировался латеритъ. Иногда такая смѣна растительныхъ формацій могла происходить и безъ измѣненія внѣшнихъ климатическихъ условій, только подъ вліяніемъ распредѣленія влаги въ почвѣ. Какъ извѣстно, латеритъ, въ силу своей пористости, быстро пропускаетъ сквозь себя влагу, благодаря чему послѣдней, даже при достаточномъ поступленіи извнѣ, можетъ не хватать для нормальнаго развитія вѣчно-зеленаго лѣса.

Существованіе растительныхъ формацій, связанныхъ не съ климатическими условіями, а съ характеромъ субстрата, почвы (edaphische Formationen Шимпера), неоднократно отмѣчалось ботаниками-географами. Типпенгауэръ указалъ примѣры, когда, благодаря пористости и сильной водопроницаемости породъ, при количествѣ атмосферной влаги, болѣе чѣмъ достаточномъ для развитія вѣчно-зелевыхъ лѣсовъ, послѣдніе не развивались, а вмѣсто нихъ появлялась травянистая (саванновая) формація.

Возможность уничтоженія лѣсной формаціи и замѣщенія ея саванновой указывалась, между прочимъ, для нѣкоторыхъ областей восточной Африки, занятыхъ въ настоящее время, по преимуществу, саваннами, по которымъ кое-гдѣ разбросаны отдѣльные лѣсные островки.

Кольбе, изучая фауну африканскихъ жуковъ, пришелъ къ заключенію, что она представляетъ остатокъ лѣсной фауны, что въ прошломъ даже тропическая Африка была богаче влагой и прохладнѣе, чѣмъ теперь, и что въ этомъ періодѣ разсѣянные лѣсные островки восточной Африки составляли одно цѣлое. Объ измѣненіи климатическихъ условій тропической Африки говорили также Гансъ Мейеръ и Пассарге, изъ коихъ первый ставилъ въ связь съ таковымъ измѣненіемъ большее нѣкогда распространеніе ледниковъ Килиманджаро.

---

[1]) Wohltmann. Die natürlichen Factoren der tropischen Agricultur, 1892.

[2]) Meyer, H. Der Kilimandjaro. Berlin, 1900.

[3]) Мы не отрицаемъ возможности образованія латеритовъ и подъ саваннами, но думаемъ, что тамъ это образованіе должно итти менѣе энергично.

Несомнѣнно, что во многихъ областяхъ тропической зоны, особенно тамъ, гдѣ архейскія породы никогда не покрывались моремъ, процессъ латеритизаціи начался очень давно, такъ что находящіеся тамъ латериты представляютъ очень древнюю почву, не измѣнившую своего типа лишь потому, что самыя условія почвообразованія все время оставались благопріятными для развитія именно этого типа, а не какого-либо иного. Что латеритъ вообще способенъ къ измѣненіямъ, при измѣнившихся уловіяхъ почвообразованія, въ этомъ насъ убѣждаютъ многіе факты. Такъ, напримѣръ, Пассарге[1]) указываетъ, что во всей Adamaua нѣтъ латерита во вторичномъ залеганіи, такъ какъ онъ при переносѣ редуцируется въ пепельно-сѣрый суглинокъ, т. е. испытываетъ превращеніе. Латеритъ, повидимому, способенъ какъ превращаться въ почву избыточнаго увлажненія (болотную, полуболотную), такъ и оподзоливаться. По крайней мѣрѣ, Дю-Буа указываетъ на выцвѣтаніе латеритной массы подъ вліяніемъ гумуса и корней растеній. Такія, получившіяся на латеритной массѣ, болотныя и оподзоленныя почвы отличаются, конечно, своими химическими свойствами отъ соотвѣтственныхъ типовъ нашихъ умѣренныхъ широтъ. Мы привели здѣсь эти справки для подтвержденія той мысли, что если латеритъ не измѣнилъ своего типа на протяженіи одной или нѣсколькихъ геологическихъ эпохъ, то это можетъ указывать на сохраненіе тѣхъ же, или весьма близкихъ, условій почвообразованія.

Изъ сказаннаго вытекаетъ, что въ тропическихъ широтахъ больше, чѣмъ гдѣ-либо, слѣдуетъ обращать вниманіе на древность почвенныхъ образованій и постоянно имѣть въ виду этотъ вопросъ при изученіи распредѣленія растительныхъ формацій.

Второй, не менѣе интересный вопросъ, также не находящій единогласнаго рѣшенія среди изслѣдователей, — это вопросъ о материнскихъ породахъ, на которыхъ формируется латеритъ. Одни изъ изслѣдователей принимаютъ, что латеритъ можетъ образоваться на любой породѣ, другіе съ такимъ положеніемъ не соглашаются.

„Повидимому, при благопріятныхъ условіяхъ въ тропикахъ большинство богатыхъ глиноземными бисиликатами породъ можетъ превращаться въ латеритъ“,—говоритъ Рихтгофенъ. Онъ указываетъ, что на Цейлонѣ, въ Индіи и Бразиліи латеритъ происходитъ изъ гнейса, близъ Pungo Andongo и Travancore та же почва получается изъ глинистаго песчаника, близъ Гоа — изъ базальта. Извѣстны латериты изъ гранита, діабаза, діорита, нефелиноваго сіенита, габбро, перидотитовъ серпентина, различныхъ кристаллическихъ сланцевъ (Лакруа). По словамъ Рихтгофена, даже аллювіальныя и эоловыя образованія

[1]) Passarge. Adamaua. Ber. über die Expedition des Deutsch. Kamerun-Comites, Berlin, 1895.

способны къ латеритному метаморфозу. Пассарге, напротивъ, утверждаетъ, что въ Adamaua латеритообразованіе не всюду распространено, а связано лишь съ извѣстными породами: базальтомъ, зеленымъ сланцемъ, филлитами и амфиболитами; затѣмъ нѣкоторые красные гнейсы, граниты, кварцевые порфиры и нѣкоторые песчаники даютъ превосходный латеритъ, но чешуйчатый гнейсъ Adamre латерита не даетъ. На этомъ основаніи изслѣдователь различалъ породы, образующія и не образующія латерита. Аналогичныя наблюденія сдѣланы и Гольдефлейсомъ, который сообщаетъ, что неовулканическія породы тропиковъ хотя и даютъ красноцвѣтныя почвы, но это не латериты, такъ какъ онѣ содержатъ известковые и магнезіальные силикаты и потому являются плодородными.

И въ данномъ вопросѣ намъ кажется болѣе справедливымъ взглядъ Рихтгофена. Думается, что среди группы латеритовъ, какъ и среди хорошо намъ извѣстныхъ подзолистыхъ почвъ, существуютъ различныя стадіи почвообразованія. Какъ въ лѣсной полосѣ умѣренныхъ широтъ мы встрѣчаемъ почвы съ различной степенью оподзоленности и выщелоченности, такъ и въ тропикахъ, кромѣ типичныхъ латеритовъ, представляющихъ какъ бы конечную стадію даннаго процесса почвообразованія, могутъ встрѣчаться въ большей или меньшей степени латеритизованныя почвы [1]). Энергія подзолообразованія зависитъ отъ рельефа (количество влаги) и характера растительности, энергія латеритообразованія можетъ также зависѣть отъ этихъ причинъ, а кромѣ того, какъ мы уже указывали выше, и отъ древности почвообразовательнаго процесса.

Допуская возможность образованія латеритовъ на всякихъ породахъ, мы, однако, должны сдѣлать оговорку, что могутъ быть и нѣкоторыя исключенія изъ этого правила. Такъ, напримѣръ, чистые кварцевые пески и песчаники представляютъ матеріалъ мало пригодный для образованія латерита, но слѣдуетъ замѣтить, что таковыя породы рѣдки, обычно же какъ пески, такъ и песчаники содержатъ нѣкоторыя количества силикатовъ и алюмосиликатовъ. Можетъ быть, и нѣкоторыя мергелистыя породы въ начальныхъ стадіяхъ разложенія, благодаря особому вліянію химизма среды, не дадутъ латерита, но впослѣдствіи и изъ мергелей можетъ развиться латеритъ, такъ какъ и эти породы содержатъ извѣстное количество алюмосиликатовъ, способныхъ разлагаться по тому же типу, что и силикаты гранитовъ, діоритовъ и пр. И дѣйствительно, почвы латеритнаго типа на мергеляхъ констатированы, между прочимъ, Заппером ъ для центральной Америки.

Прежде чѣмъ перейти къ характеристикѣ строенія, структуры и состава почвъ латеритной группы, остановимся вкратцѣ на значеніи

[1]) Такой же взглядъ высказывалъ и Vageler.

климатическихъ условій въ процессѣ образованія латеритовъ. Занимая обширнѣйшія площади на земномъ шарѣ, эти почвы, какъ уже сказано, пріурочиваются къ тропическимъ широтамъ, къ областямъ съ высокой температурой года и обильными атмосферными осадками. При аналогичныхъ климатическихъ условіяхъ возможно допустить образованіе латеритообразныхъ почвъ и внѣ тропиковъ [1]), хотя во всѣхъ подобныхъ случаяхъ слѣдуетъ быть осторожнымъ и всегда ставить вопросъ, имѣемъ ли мы здѣсь дѣло съ современной почвой, или съ почвой древней, сформировавшейся при нѣсколько иныхъ климатическихъ условіяхъ, но не успѣвшей значительно измѣниться. Въ своемъ мѣстѣ мы еще остановимся на подобныхъ находкахъ.

Указанныя выше климатическія условія способствуютъ чрезвычайно быстрому разложенію органическихъ остатковъ, доходящему иногда до полной минерализаціи органическихъ веществъ. Не говоря уже о травянистой растительности, даже толстые стволы деревьевъ очень быстро истлѣваютъ въ тропикахъ, отдавая почвѣ свои минеральныя составныя части. Скорость и полнота разложенія служатъ причиной того, что гумуса въ латеритныхъ почвахъ накопляется немного; на это обстоятельство обращалось вниманіе многими изслѣдователями, каковы Рихтгофенъ, Дафертъ и одинъ изъ лучшихъ знатоковъ тропическихъ почвъ, Вольтманъ, и бѣдность гумусомъ можетъ служить болѣе или мевѣе типическимъ признакомъ латеритовъ. Считаемъ необходимымъ оговориться, что подъ гумусомъ мы понимаемъ тотъ комплексъ безформенныхъ органическихъ веществъ, который тѣсно связанъ съ минеральной массой почвы, а не тотъ покровъ полуперегнившихъ органическихъ остатковъ, который находятъ иногда, въ видѣ слоя значительной мощности, на поверхности почвъ въ дѣвственныхъ лѣсахъ. Этотъ послѣдній, послѣ уничтоженія лѣсовъ, очень быстро перегораетъ, не увеличивая запаса почвеннаго гумуса.

Уничтоженію и измельченію органическихъ остатковъ въ тропическихъ широтахъ способствуютъ, какъ и въ другихъ широтахъ, разнообразныя животныя, дѣятельность коихъ въ тропикахъ, повидимому, интенсивнѣе (см. стр. 22).

Въ связи съ исключительной энергіей распада органическихъ веществъ находится интенсивность химическаго вывѣтриванія, благодаря которой часто бываютъ неразличимы между собой латериты, образовавшіеся на различныхъ горныхъ породахъ. Этотъ фактъ легко понимается, если вспомнить, что горныя породы слагаются, главнымъ образомъ, си-

[1]) Такіе факты извѣстны. Schenk. Peterm. Mitt., 1888 указываетъ латериты въ Капской землѣ, Трансваалѣ и Наталѣ, что, впрочемъ, сомнительно; напомнимъ также извѣстныя указанія Рихтгофена объ ископаемыхъ латеритахъ Азіи.

ликатами, среди которыхъ первенствующую роль играютъ алюмо- (и ферри-) силикаты. Какъ бы ни были разнообразны эти послѣдніе, продукты ихъ вывѣтриванія весьма близки между собой, и тѣмъ ближе, чѣмъ полнѣе произошло вывѣтриваніе. Оставляя изученіе процесса латеритнаго вывѣтриванія до знакомства съ химическими свойствами латеритовъ, переходимъ къ описанію морфологическихъ признаковъ этихъ почвъ.

Согласно описаніямъ Рихтгофена, Пехуель-Леше и др., въ свѣжемъ состояніи латеритъ представляетъ твердую, однако рѣжущуюся массу, съ пятнами бураго, желтаго, краснаго и бѣлаго цвѣтовъ, обыкновенно суглинистую, но иногда и песчанистую. Свѣтлыя и бѣлыя части мягче другихъ и поэтому въ разрѣзахъ легко вымываются дождями Тогда поверхность разрѣза принимаетъ ячеисто-губчатый видъ. Болѣе твердыя и темнѣе окрашенныя части почвы богаты желѣзомъ. Иногда онѣ становятся блестящими, бурыми, черноватыми и твердыми, и тогда разрѣзъ выглядитъ шлакообразнымъ. Такія корки звучатъ, какъ полыя тѣла и принимались за продукты вулканическихъ изверженій, съ которыми онѣ, на самомъ дѣлѣ, ничего общаго не имѣютъ. При растираніи этихъ черныхъ корокъ въ тонкій порошокъ, этотъ послѣдній принимаетъ красный цвѣтъ. Обращаемъ особое вниманіе на данное обстоятельство, которое поможетъ намъ разобраться въ вопросѣ о характерѣ гидратовъ желѣза въ латеритѣ. Количество желѣза въ латеритахъ, вычисленное на металлическое, можетъ достигать иногда 25—36%. Благодаря этому, въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ (особенно Африка) латеритъ употребляется, какъ желѣзная руда.

Мощность латеритныхъ почвъ бываетъ зачастую очень велика, достигая не только десятковъ, но порой и сотенъ футовъ (Рихтгофенъ). На разрѣзахъ можно бываетъ иногда прослѣдить постепенный переходъ материнской кристаллической породы въ латеритъ. Приведемъ описаніе одного изъ разрѣзовъ, сообщаемое Рихтгофеномъ (49).

На поверхности залегаетъ ячеистый, богатый желѣзомъ, латеритъ карминово-краснаго и бураго цвѣтовъ. Въ ячейкахъ сѣтки, образуемой твердымъ желѣзистымъ матеріаломъ, лежитъ мягкая разсыпчатая масса, которая легко вымывается дождемъ.

1 м. Темнокрасный однородный латеритъ съ бурыми желѣзными корками на плоскостяхъ трещинъ; твердый.
3 м. Совершенно мягкая (разсыпчатая) богатая желѣзомъ порода; внѣшняя поверхность кусковъ красноватая, ядро — охристожелтое.
1 м. Красноватая болѣе устойчивая (плотная) порода съ желтоватымъ изломомъ.
1 м. Желтая порода съ бѣлымъ изломомъ.
1 м. Желтоватая порода, въ которой попадаются начинающія растрескиваться зерна кварца.
1 м. Мало вывѣтрившійся гнейсъ. На плоскостяхъ излома замѣчаются каолинизированные полевые шпаты.

Въ этомъ разрѣзѣ характеренъ, помимо всего прочаго, постепенный переходъ отъ болѣе желтыхъ и желтоватыхъ цвѣтовъ нижнихъ горизонтовъ почвы къ краснымъ цвѣтамъ ея верхнихъ слоевъ. Желтыми цвѣтами, какъ извѣстно, отличаются болѣе богатые водой гидраты окиси желѣза, тогда какъ наиболѣе бѣдный водой гидратъ имѣетъ красный цвѣтъ. Не останавливаясь пока на минералогическомъ характерѣ гидратовъ желѣза въ латеритахъ, отмѣтимъ здѣсь только, что переходъ отъ многоводныхъ къ маловоднымъ гидратамъ представляется въ данномъ случаѣ вполнѣ естественнымъ, такъ какъ поверхностные горизовты почвенныхъ образованій подвергаются въ тропикахъ сильному нагрѣванію, которое, очевидно, способно дегидратизировать гидраты, тогда какъ температура горизонтовъ, лежащихъ на глубинѣ нѣсколькихъ метровъ, значительно ниже, и, слѣдовательно, условія для дегитратаціи не столь благопріятны.

Въ латеритахъ встрѣчаются не только корки, но и гнѣзда, иногда даже округленныя конкреціи окисловъ желѣза и, на ряду съ послѣдними, порой и значительное количество марганца. Ньюбольдъ[1]) наблюдалъ жилы и гнѣзда черныхъ марганцовыхъ соединеній въ латеритахъ Деканскаго плоскогорья[2]). Количество желѣза обыкновенно понижается въ латеритахъ по мѣрѣ углубленія, какъ показываютъ наблюденія Блэнфорда[3]).

Глубина.	Содержаніе желѣза
около 1 метра	24,5%
„ 2,5 „	18,7%
„ 4 „	15,3%
„ 5 „	16,1%
„ 6,5 „	10,0%
„ 8 „	8,3%
„ 9 „	4,8%
„ 10 „	4,0%
„ 13 „	3,8%

Вообще же содержаніе желѣза въ латеритахъ Деканскаго плоскогорья, по Oldham'y, колеблется такимъ образомъ:

	Fe	Fe_2O_3
1. Amarkantak	35,6%	50,8%
2. Kóthiáwar (Зап. Индія)	22,8 „	32,5 „
3. Máin Pát, Sargúja	16,6 „	23,7 „
4. Káláhandi къ югу отъ Sambalpur	15,0 „	21,4 „

[1]) Newbold. Journ. As. Soc. of Beng." XIII, 992, 1884.

[2]) См. также Mallet. „Rec. Geol. Survey of India" № 1 и Posewitz „Peterm. Mitt.", 1887, S. 20—25.

[3]) Blanford. „Mem. Geol. Surv. of India", I, S. 291, 271 (цитир. по Walther'y, Lithogenesis der Gegenwart, стр. 808).

Въ нѣкоторыхъ разностяхъ латеритовъ почва проникнута неправильно изогнутыми желѣзистыми трубочками. Въ большинствѣ случаевъ трубочки вертикальны, но изрѣдка онѣ принимаютъ и горизонтальное положеніе.

Латериты, въ условіяхъ первичнаго залеганія, не слоисты, или сохраняютъ слоистость (правильнѣе сланцеватость) породъ, изъ которыхъ они произошли, напримѣръ гнейсовъ, сланцевъ. Кварцевыя жилы, которыя были въ материнскихъ породахъ, сохраняются въ массѣ латерита цѣликомъ, а иногда, наряду съ ними, встрѣчаются и сравнительно мало вывѣтрившіеся куски материнскихъ породъ. При разбиваніи этихъ кусковъ можно иногда замѣтить, что большая часть ихъ, вплоть до внутренняго ядра, приняла окраску латерита. Pechuel-Lösche [1]) находилъ среди латеритовъ западной Африки мѣстами плитки еще твердаго глинистаго сланца, но онѣ имѣли красный цвѣтъ.

Близкими къ латеритамъ почвенными образованіями являются такъ называемые краснозем ы (terra rossa или roxa) субтропическихъ широтъ, которые отличаются съ внѣшней стороны отъ типичныхъ латеритовъ, по описанію Вольтмана, отсутствіемъ шлаковидныхъ или ячеистыхъ конкрецій гидратовъ окиси желѣза. Подобныя почвы обладаютъ широкимъ распространеніемъ въ субтропическихъ областяхъ Ю. Америки (южной Бразиліи, средней Бразиліи, Уругвая, Парагвая [2]).

Подобно типичнымъ латеритамъ, красноземы образуются изъ самыхъ разнообразныхъ породъ: гнейса, гранита, діабаза, базальта, сланцевъ. Причина отсутствія въ субтропическихъ областяхъ латеритовъ и замѣщеніе ихъ красноземами усматривается Вольтманомъ въ различіи климатическихъ условій, при которыхъ въ субтропическихъ широтахъ развиваются несовершенныя или ниже стоящія фазы латеритизаціи. Повидимому, между латеритами, богатыми конкреціями гидратовъ окиси желѣза, и красноземами, не содержащими такихъ конкрецій, существуютъ многочисленные переходы, въ видѣ красноцвѣтныхъ же почвъ, но бѣдныхъ желѣзистыми стяженіями. Подобныя, какъ бы промежуточныя образованія, описываются, между прочимъ, Заппером ъ [3]) для центральной Америки. Изъ предыдущаго описанія мы знаемъ, что и въ типичныхъ латеритахъ болѣе глубокіе горизонты лишены конкрецій, или содержатъ ихъ въ небольшомъ количествѣ, сохраняя при томъ красный цвѣтъ основной массы. Такъ какъ эти болѣе глубокіе горизонты представляютъ стадіи меньшаго разложенія материнской породы, чѣмъ по-

[1]) Pechuel-Lösche. Westafrikanische Laterite. „Ausland“, 1884, №№ 21 und 22.

[2]) Die natürlichen Faktoren der tropischen Agrikultur, 1892; см. также Koert, W. Zeitschr. der deutsch. geol. Gesellsch., 56, 1904.

[3]) Sapper. Peterm. Mitt., Ergänzungsheft, № 127, 1899.

верхностные горизонты, то ихъ можно, до нѣкоторой степени, параллелизовать съ красноземами.

Не слѣдуетъ, кромѣ того, упускать изъ вида, что въ областяхъ, гдѣ залегаетъ латеритъ, происходитъ и размываніе этой почвы, при чемъ болѣе легкія части уносятся водой и осаждаются по пониженнымъ мѣстамъ, образуя делювіальные или аллювіальные наносы, называемые обыкновенно вторичными латеритами. Если участки, гдѣ отложились эти наносы, не представляютъ данныхъ для измѣненія условій почвообразованія (заболачиваніе, оподзоливаніе), то продолжается тотъ же процессъ латеритизаціи, который совершался и въ первичномъ латеритѣ, и верхніе горизонты наноса превращаются въ латеритную же почву, нѣсколько отличающуюся, какъ увидимъ ниже, химическимъ составомъ отъ первичнаго латерита. Въ такихъ образованіяхъ могутъ иногда и отсутствовать конкреціи гидратовъ окиси желѣза или находиться въ небольшихъ количествахъ, что, до нѣкоторой степени, сближаетъ по внѣшнимъ признакамъ вторичные латериты съ красноземами подтропическихъ районовъ. Въ виду сказаннаго рѣзкое разграниченіе латеритовъ и красноземовъ въ тропическихъ и субтропическихъ областяхъ представляется, повидимому, довольно затруднительнымъ, по крайней мѣрѣ, по наружному виду.

Красноземы, какъ и латериты, не всегда бываютъ яркокрасныхъ цвѣтовъ; на ряду съ ними встрѣчаются болѣе желтоватаго цвѣта почвы, которыя Вольтманъ предлагаетъ вазывать „желтоземами“ (Gelberde). Насколько можно судить по тѣмъ даннымъ, какія имѣются въ литературѣ о почвахъ Бразиліи (Вольтманъ) и Мадагаскара (Мюнцъ и Руссо) (29) [1]), и по образцамъ этихъ почвъ, имѣющихся въ нашихъ рукахъ, почвы упомянутыхъ странъ по цвѣту распадаются на четыре группы: 1) красноземы, 2) желтоземы, 3) фіолетовыя почвы и 4) бѣлыя. Относительно послѣдней группы остается недостаточно выясненнымъ, являются ли бѣлоземы почвами или продуктами разрушенія почвъ (дериватами). Существуютъ указанія на то, что бѣлыя почвы залегаютъ по пониженнымъ мѣстамъ, въ виду чего представляется довольно вѣроятнымъ, что бѣлоземы суть продукты перемыванія цвѣтныхъ почвъ, богатыхъ окислами желѣза. Такъ какъ гидраты окиси желѣза имѣютъ сравнительно высокіе удѣльные вѣса, то возможно ожидать, что размываю-

---

[4]) Массы латерита, размываясь водой, выносятся, благодаря чему въ областяхъ латерита развиваются овраги съ вертикально-стоящими стѣнами, напоминающіе овраги лессовыхъ областей. Рисунки такихъ овраговъ даетъ въ выше цитированной статьѣ, касающейся латеритовъ западной Африки, Пехуэль-Лёше.

[1]) См. также рефератъ А. А. Савостьянова въ журналѣ „Почвовѣдѣніе“ за 1900 г.

щая красноземную или латеритную почву вода будетъ отсортировывать окислы желѣза и отлагать ихъ ближе къ мѣсту размыва, тогда какъ бѣлыя частицы, удѣльно болѣе легкія, будутъ уноситься дальше и отлагаться въ болѣе пониженныхъ мѣстахъ.

Въ Бразиліи выработалась особая номенклатура для обозначенія разностей тамошнихъ почвъ, а именно:

1. Terra catanduva — глинистая почва, богатая желѣзомъ.
2. „ roxa argilosa „ „ еще болѣе желѣзистая.
3. „ „ superior } сильно желѣзист. суглино-супесь.
4. „ „ igual }
5. „ branca бѣлая почва и т. д.

Вся эта терминологія указываетъ, что и въ группѣ красноземовъ, какъ во всякой генетической группѣ, могутъ быть различаемы разности, обладающія неодинаковымъ механическимъ составомъ. То же, конечно, слѣдуетъ замѣтить и по отношенію къ латеритамъ. Такимъ образомъ, могутъ существовать глинистые латериты, суглинистые латериты, латеритныя суглино-супеси, глинистые красноземы, красноземныя суглино-супеси и пр. Приведемъ нѣсколько цифровыхъ данныхъ, касающихся механическаго состава бразильскихъ и мадагаскарскихъ почвъ, заимствуя таковыя изъ работъ Вольтмана, Мюнца и Руссо.

Бразилія.

	Грубый песокъ.	Средній песокъ.	Мелкоземъ.
Terra roxa. Limeira	46,9		53,1
„ „ S. Barbara	9,10	34,4	56,5
„ vermelha „	7,30	42,2	50,5
„ „ „	11,8	33,0	55,2
„ arenosa vermelha. S. Barbara	5,80	35,0	59,2
„ massape	31,13	20,87	47,12

Мадагаскаръ.

	Красныя почвы.	Желтыя почвы.	Фіолетовыя почвы.
Илъ	34,84%	16,64%	2,74%
Тонкіи песокъ	36,45	45,12	50,02
Болѣе грубый песокъ . .	28,12	37,75	45,07

Въ химическомъ составѣ и свойствахъ латеритовъ и красноземовъ очень много своеобразныхъ чертъ. Уже внѣшніе морфологическіе признаки, какъ упоминалось выше, позволяютъ думать, что гидраты желѣза, входящіе въ составъ латеритовъ, иные, чѣмъ въ нашихъ почвахъ. Насколько намъ извѣстно, первыя указанія на особый составъ гидратовъ желѣза въ красноземныхъ почвахъ были сдѣланы Crosby (8), который высказался въ томъ смыслѣ, что въ теплыхъ странахъ, подъ вліяніемъ

высокой температуры, происходитъ дегидратація богатыхъ водой гидратовъ желѣза, при чемъ лимонитъ и гетитъ превращаются въ турьитъ и гематитъ. Оспаривая заключенія Crosby, Russel (50) полагаетъ, что при рѣшеніи вопроса объ окраскѣ продуктовъ вывѣтриванія необходимо имѣть въ виду разницу въ возрастѣ этихъ продуктовъ. Въ странахъ, гдѣ вывѣтриваніе дѣйствуетъ долгое время, преобладаетъ красный цвѣтъ почвы (въ областяхъ латерита, terra rossa Европы и на югѣ области Аллеганъ), въ противоположность областямъ, подвергавшимся оледенѣнію, гдѣ господствуютъ желтые и сѣрые цвѣта продуктовъ разложенія. Такимъ образомъ, окраска можетъ находиться и не въ связи съ современными условіями климата; разъ она пріобрѣтена, то сохраняется прочно, напр., зерна кварца сохраняютъ свою красную оболочку даже и тамъ, гдѣ они перекатывались водой. Не останавливаясь на другихъ, относящихся къ этому вопросу изслѣдованіяхъ [1]), укажемъ только, что многіе изслѣдователи принимали, повидимому, безъ достаточныхъ основаній, что красящимъ веществомъ тропическихъ почвъ является гематитъ.

Какъ уже отмѣчалось выше, черныя корки латеритовъ при растираніи даютъ красный порошокъ. Анализы желѣзистыхъ корокъ, приводимые Дю-Буа для латеритовъ Суринама (Голландская Гвіана), не даютъ опредѣленнаго указанія на характеръ гидрата, такъ какъ эти корки содержатъ, кромѣ желѣза, и другія составныя части. Болѣе прочные выводы позволяютъ сдѣлать анализы пизолитовыхъ конкрецій латерита, даваемые тѣмъ же изслѣдователемъ:

	1.	2.
Fe_2O_3	83,4%	86,9%
SiO_2	7,0	3,1
Al_2O_3	5,0	4,0
CaO	1,0	1,0
H_2O	4,0	5,4
	100,4	100,4

Эти данныя уже довольно опредѣленно указываютъ на турьитъ. Существованіе послѣдняго въ латеритахъ и красноземахъ съ большой долей вѣроятности объясняется дѣйствіемъ высокой температуры, до которой въ тропикахъ нагрѣваются верхніе горизонты почвъ. Въ болѣе глубокихъ горизонтахъ и здѣсь, наряду съ турьитомъ, и даже въ преобладающихъ количествахъ, могутъ присутствовать лимонитъ и ксантосидеритъ).

---

[1]) См. Dana, Katzer, Spring. N. Jahrb. f. Miner., 1899, p. 47; Stremme, H. Zeitschr. für prakt. Geologie, XVIII, 1910, H. 1. Рядъ указаній по тому же вопросу читатель найдетъ въ цитированной статьѣ Russel'я, гдѣ собрана вообще довольно подробно литература по вывѣтриванію на англійскомъ языкѣ.

Корки турьита покрываютъ иногда въ красноземахъ и латеритахъ зерна ильменита, въ чемъ я убѣдился, произведя бѣглое изслѣдованіе двухъ образцовъ тропическихъ почвъ: одного изъ Бразиліи (São Paulo), другого изъ восточной Австраліи (Wollongbar). Пробуя отдѣлить въ почвенномъ мелкоземѣ гидраты окиси желѣза съ помощью бромоформа, я получилъ на днѣ дѣлительной воронки краснобурый порошокъ съ цвѣтомъ черты, болѣе или менѣе характерной для турьита. Обработка этого порошка соляной кислотой при кипяченіи показала, что красящее вещество быстро растворяется, а въ остаткѣ получается масса черныхъ зеренъ ильменита.

Такой же минералъ былъ выдѣленъ изъ красноцвѣтной почвы полутропическаго района Австраліи послѣдовательной обработкой навѣски соляной кислотой и ѣдкимъ кали при кипяченіи. Припомнимъ кстати указанія Макса Бауэра[1]), что ильменитъ діабаза въ латеритахъ не подвергается вывѣтриванію.

Въ виду сообщенныхъ наблюденій приведемъ рядъ анализовъ латеритныхъ и красноземныхъ почвъ, гдѣ была опредѣлена TiO_2:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
SiO_2	34,81%	4,54%	24,62%	12,6%	11,81%	7,50%	2,01%	2,35
TiO_2	4,89	8,99	8,12	3,24	4,50	14,08	6,49	6,61
Al_2O_3	33,18	41,35	23,89	34,71	33,10	0,14	58,23	57,50
Fe_2O_3	23,03	40,87	37,85	22,76	24,47	62,08	5,48	6,53
FeO	2,34	2,52	2,08	1,26	0,61	—	—	—
MnO	0,28	0,08	0.25	—	—	0,09	—	—
CaO	сл.	сл.	сл.	0,63	1,74	0,02	0,45	0,15
MgO	0,39	0,37	0,99	0,16	1,22	—	—	—
K_2O	—	—	—	0,32	0,35	—	—	—
Na_2O	сл.	сл.	0,41	0,14	—	—	—	—
Потеря при прок. . . .	—	—	—	23,70	23,10	15,60	28,10	26,94

1, 2 и 3 — продукты вывѣтриванія лавы о-вовъ Гавайн; анализы приводятся Lyons'омъ.

4 и 5 — продукты вывѣтриванія діабаза (Chantard et Lemoine).

6 — желѣзистая корка Суриама (Дю-Буа).

7 и 8 — индійскіе латериты Surguja и Rewah (Warth, F. J.).

Закись желѣза, опредѣленная въ нѣсколькихъ анализахъ, повидимому, находится въ связанномъ состояніи, принадлежа ильмениту.

Приведенные анализы даютъ указанія и на другіе, не менѣе типичные признаки тропическихъ почвъ. Какъ видно изъ анализовъ №№ 2, 7 и 8, латериты иногда содержатъ совершенно ничтожное количество кремнезема; да и въ другихъ анализахъ содержаніе кремнезема не велико, тогда какъ полуторные окислы содержатся въ громадныхъ количествахъ (свыше 60%). Повидимому, наиболѣе бѣдны кремнеземомъ тѣ

[1]) Max Bayer. Neues Jahrb. f. Mineral., 1898, Bd. II, H. 3.

латериты, которые развиваются изъ породъ бѣдныхъ кварцемъ или не содержащихъ кварца; латериты, получившіеся изъ кислыхъ породъ, довольно богаты кремнеземомъ. Сказанное видно на двухъ анализахъ М. Бауэра, изъ коихъ одинъ относится къ діоритовому латериту, а другой—къ гранитному:

	Діоритовый латеритъ.	Гранитный латеритъ.
SiO_2	3,88	52,06
Al_2O_3	49,89	29,49
Fe_2O_3	20,11	4,64
CaO	—	сл.
H_2O	25,98	14,40

Изъ этихъ данныхъ позволительно заключить, что при процессѣ латеритизаціи уносится изъ породы тотъ кремнеземъ, который входилъ въ составъ силикатовъ и алюмосиликатовъ, въ то время какъ кварцевый кремнеземъ остается нетронутымъ или почти нетронутымъ. Выносъ кремнезема особенно характеренъ для конечныхъ стадій латеритизаціи и менѣе замѣтенъ въ начальныхъ стадіяхъ процесса, насколько можно судить по сравнительнымъ анализамъ діабаза и глубокихъ горизонтовъ образовавшагося изъ него латерита, заимствованныхъ изъ цитированной уже работы Дю-Буа.

	Латеритъ.	Діабазъ.
SiO_2	43,64	46,20
TiO_2	сл.	3,10
Al_2O_3	19,32	12,23
Fe_2O_3	27,57	9,25
FeO		8,95
MnO	0,72	1,10
CaO	—	8,50
MgO	сл.	4,93
Na_2O+K_2O	—	3,94
H_2O	8,71	1,72

Изъ приведенной выше серіи анализовъ ясно также, что латериты содержатъ свободные гидраты глинозема. Послѣдніе, какъ ясно, между прочимъ, изъ работъ Гильгарда (стр. 164), могутъ находиться и въ почвахъ другихъ типовъ, но тамъ они встрѣчаются сравнительно въ ничтожныхъ количествахъ, и для разысканія ихъ приходится пользоваться только мелкоземомъ почвы. Въ латеритахъ же упомянутые гидраты встрѣчаются нерѣдко въ большихъ дозахъ и даже образуютъ иногда особыя конкреціи.

Насколько намъ извѣстно, на такія конкреціи впервые обратилъ вниманіе въ 1869 г. Hermann [1]), описавшій ихъ изъ вторичнаго латерита Бразиліи. Согласно его описанію, въ этомъ латеритѣ встрѣча-

[1]) Hermann. Journ. für praktische Chemie, I, 1869.

ются конкреціи гидраргиллита въ орѣхъ величиной, склеенныя бурымъ желѣзнякомъ. Позже Ленцъ [1]), анализируя желѣзистыя конкреціи изъ латерита, получилъ слѣдующія данныя:

Растворилось въ HCl		85,82%
	Al_2O_3	12,40
	Fe_2O_3	58,02
	H_2O при 100° C.	2,45
	H_2O при прокал.	12,95
Нерастворилось	SiO_2	10,42
	Al_2O_3	5,40

Эти данныя позволили изслѣдователю заключить, что анализированное вещество представляло гидратъ окиси желѣза съ примѣсью силиката и гидрата глинозема.

О присутствіи гидратовъ глинозема въ латеритахъ упоминаетъ также Вольтманъ [2]). Болѣе подробныя изслѣдованія въ этомъ направленіи произведены Max Bauer'омъ [3]), изучавшимъ составъ латеритовъ Сешельскихъ острововъ, анализы которыхъ были приведены выше. Обрабатывая латериты соляной кислотой, изслѣдователь опредѣлялъ въ нихъ количество растворимыхъ полуторныхъ окисловъ и получалъ составъ части, растворимой въ HCl.

	Гранитный латеритъ.	Діоритовый латеритъ.
Al_2O_3	60,68%	51,98%
Fe_2O_2	9,56	20,95
H_2O	29,76	27,07

Въ песчанистомъ латеритѣ тотъ же изслѣдователь нашелъ:

Al_2O_3	76,67%
H_2O	23,33

На основаніи этихъ данныхъ М. Бауэръ пришелъ къ заключенію, что содержащая глиноземъ масса латерита существенно состоитъ изъ гидраргиллита.

Мадагаскарскія почвы были изслѣдованы на содержаніе гидратовъ глинозема Шлезингомъ [4]), который пользовался слѣдующимъ методомъ. Онъ кипятилъ въ теченіи получаса 5-граммовую навѣску почвы съ литромъ слабаго раствора ѣдкаго натра (3,5 грамма Na_2O на литръ воды) и въ фильтратѣ опредѣлялъ количество глинозема и кремнезема; даиныя получилились слѣдующія:

---

[1]) Lenz. Verhandlung. d. k. k. geolog. Landesanst. Wien, 1878, p. 350 ff.

[2]) Wohltmann. Die natürlichen Faktoren der tropischen Agricultur, 1892; см. также Sitzungsber. niederrhein. Ges. f. Natur- und Heilkunde. Bonn, 1895 und 1896.

[3]) Max Bauer. Neues Jahrb. für Mineral., 1898, Bd. II, H. 3, p. 163—219.

[4]) Schloesing. Comptes rendus, T. CXXXII, 1901, № 20.

	Al_2O_3.	SiO_2.
Почва № 1	11,72%	1,61%
„ № 2	8,10	1,92
„ № 3	6,59	5,15
„ № 4	4,69	5,05
„ № 5	11,40	0,94
„ № 6	3,56	4,8

Какъ видно, количество извлекаемаго глинозема иногда во много разъ превосходитъ количество кремнезема, что позволяетъ не сомнѣваться въ существованіи гидратовъ глинозема въ изслѣдованныхъ почвахъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ ясно, что количество этихъ гидратовъ далеко не всегда велико: почвы №№ 4 и 6 очень бѣдны свободными гидратами. Отъ чего зависитъ это обстоятельство, пока не извѣстно, но объясненія могутъ быть различнаго рода. Во-первыхъ, различныя почвы могутъ представлять въ различной степени разложенные продукты, во-вторыхъ, возможно допустить, что различные алюмосиликаты не одинаково быстро гидролизируются и въ третьихъ, неодинаковое богатство гидратами глинозема можетъ зависѣть отъ того, имѣемъ ли мы дѣло съ первичными или вторичными латеритами.

Что касается различія въ содержаніи гидратовъ глинозема въ первичныхъ и вторичныхъ латеритахъ, то по этому вопросу имѣются соображенія Дю-Буа, который считаетъ вторичные латериты особенно богатыми гидратами глинозема. По его мнѣнію, кремнеземъ первичныхъ латеритовъ находится въ связанномъ видѣ,—именно въ соединеніи съ желѣзомъ. Въ глубокихъ горизонтахъ первичнаго діабазоваго латерита, анализъ котораго былъ приведенъ выше, Дю-Буа нашелъ съ помощью отмучиванія только 2,5% кварца, что и дало ему поводъ утверждать, что большая часть этого кремнезема находится въ связаниомъ видѣ. Параллельно съ этимъ, авторъ даетъ два анализа вторичныхъ латеритовъ.

	1.	2.
SiO_2	58,03	57,68
Al_2O_3	24,04	22,73
Fe_2O_3	8,19	8,98
CaO	0,59	—
MgO	сл.	сл.
H_2O	9,45	10,60

Въ этихъ латеритахъ находится, по даннымъ Дю-Буа, до 52% кварца, откуда слѣдуетъ, что значительная часть глинозема присутствуетъ здѣсь въ видѣ гидратовъ. Изслѣдуя коикреціи гидратовъ глинозема, Дю-Буа получилъ слѣдующія цифры:

Al_2O_3	63,3%	48,5%	52,5%
Fe_2O_3	10,5	21,6	14,4
SiO_2	7,0	14,5	3,1
CaO	1,0	1,0	1,5
MgO	—	—	сл.
H_2O	17,6	14,0	27,6

Обсуждая вопросъ о содержаніи въ латеритахъ гидратовъ глинозема, необходимо имѣть въ виду, что, на ряду съ послѣдними, латериты содержатъ и глины, иногда въ значительномъ количествѣ. Это было отмѣчено еще фанъ Беммеленомъ (4), а еще раньше H. Warth и *F. J. Warth* (67), *которые нашли въ индійскихъ латеритахъ вмѣстѣ* съ гидраргиллитомъ и діаспоромъ большое иногда содержаніе каолина. Позже этимъ вопросомъ занимались М. Бауэръ, Аттербергъ (1) и Моръ (43). Данныя М. Бауэра относятся къ латеритамъ Мадагаскара, а именно въ латеритѣ изъ діабаза St. Marie изслѣдователь нашелъ 37% гидраргиллита и 42% глинообразнаго алюмосиликата, въ другомъ образцѣ оттуда же 47% гидраргиллита и 17% алюмосиликата. Въ первомъ изъ этихъ образцовъ авгитъ оказался гораздо слабѣе разложеннымъ, чѣмъ полевой шпатъ. Въ латеритѣ изъ амфиболита St. Marie опредѣлено 64% гидраргиллита и 18% алюмосиликата.

Разложеніе всѣхъ этихъ образцовъ соляной кислотой дало слѣдующіе результаты:

	1.	2.	3.
Нерастворилось	3,78%	4,25%	15,79%
Растворилось SiO_2	14,17	6,36	6,98
Al_2O_3	44,87	35,25	42,37
Fe_2O_3	17,33	29,34	13,04
CaO	0,18	0,19	0,06
MgO	0,13	0,37	сл.
H_2O	20,16	24,31	21,78

Еще богаче глинообразными алюмосиликатами красноземы, т. е. стадіи меньшей латеритизаціи, изъ чего можно было бы, пожалуй, заключить, что образованіе свободныхъ гидратовъ глинозема представляетъ позднѣйшую фазу латеритизаціи, наступающую послѣ того, когда закончился гидролизъ алюмосиликатовъ, содержащихъ щелочныя и щелочноземельныя основанія, но вопросъ этотъ нуждается еще въ дальнѣйшихъ изслѣдованіяхъ.

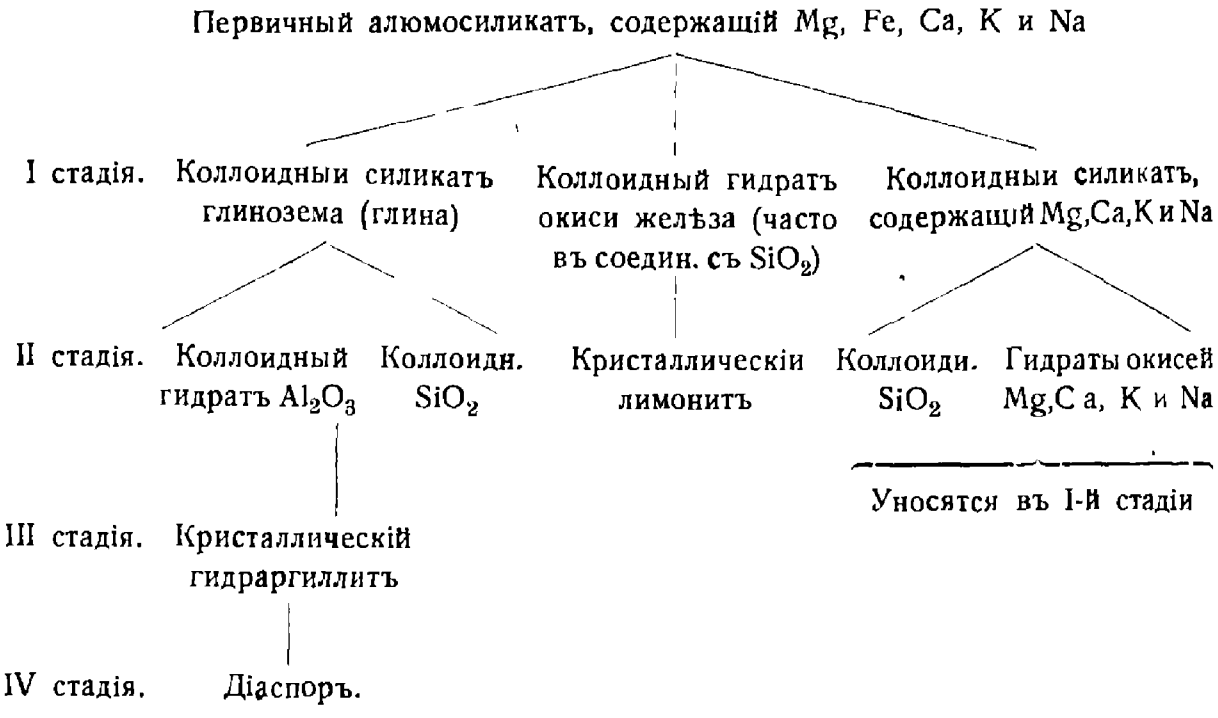
Чтобы закончить съ характеристикой химическаго состава латеритовъ и красноземовъ, необходимо еще отмѣтить, что щелочи и щелочныя земли въ составъ этихъ почвъ входятъ въ совершенно ничтожныхъ количествахъ. Известь очень часто совсѣмъ отсутствуетъ, а если она и есть, то ея количество почти всегда меньше чѣмъ магнезіи. Тоже наблюдается и по отношенію къ натру: его или совсѣмъ нѣтъ, или очень мало и обыкновенно меньше чѣмъ кали. Эти положенія могутъ быть провѣрены и на приведенныхъ анализахъ, но еще яснѣе можно видѣть тоже самое изъ слѣдующихъ анализовъ мадагаскарскихъ почвъ:

	Красныя почвы.			Желтыя почвы.		Фіолетовая почва.	Бѣлая почва
SiO_2	57,0%	57,6%	51,7%	29,6%	52,1%	67,6%	63,6%
Al_2O_3	32,9	29,6	35,8	35,0	30,0	34,5	24,3

Fe_2O_3	9,2	11,4	11,3	34,3	16.9	5,7	0,1
CaO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MgO	0,7	0,8	1,7	0,9	0,7	1,5	1,9
K_2O	0,1	0,6	0,2	0,2	0,3	0,7	0,2
Na_2O	сл.	сл.	сл.	сл.	сл.	сл.	сл.

Подводя итоги всему сказанному о химическомъ составѣ латеритовъ и родственныхъ имъ красноземовъ, мы можемъ характеризовать эти почвы, какъ массы, изъ которыхъ вынесены щелочи, щелочныя земли и силикатный кремнеземъ и въ которыхъ накопились глинообразные алюмосиликаты и въ большихъ или меньшихъ количествахъ гидраты полуторныхъ окисловъ. Все это является результатомъ энергичнаго гидролиза, которому содѣйствуютъ углекислота, получающаяся въ значительныхъ количествахъ, благодаря интенсивной минерализаціи органическихъ остатковъ, и высокая температура. Вліяніе послѣдней тѣмъ болѣе замѣтно, что она никогда не падаетъ до такихъ предѣловъ, при которыхъ вода можетъ перейти въ твердое состояніе, какъ это наблюдается въ нашихъ широтахъ, гдѣ иногда въ теченіе мѣсяцевъ процессы вывѣтриванія не идутъ. Можетъ быть, необходимо имѣть въ виду и то обстоятельство, что при энергичномъ гидролизѣ почвенныя воды всегда будутъ содержать карбонаты основаній, что должно имѣть извѣстное значеніе въ процессахъ растворенія и переноса. Возможно, что переносъ гидратовъ глинозема и образованіе конкрецій гидраргиллита происходитъ при содѣйствіи углекислыхъ щелочей [1]).

Люцъ (36) представляетъ себѣ такую послѣдовательность распада алюмосиликатовъ въ процессѣ латеритизаціи:



[1]) См, между прочимъ, Kaiser, E. (22).

По поводу этой схемы можно было бы замѣтить, что образованіе гидратовъ окисей Mg, Ca, K и Na едва ли допустимо, такъ какъ и почвенный воздухъ, и почвенная вода содержатъ углекислоту. Очевидно, при этихъ условіяхъ щелочи и щелочныя земли выносятся въ формѣ карбонатовъ.

Менѣе изученными представляются красноземы южной Европы и южныхъ частей С. Америки. Красноземы Европы давно извѣстны уже подъ именемъ terra rossa, но взгляды на условія и способъ ихъ образованія должны считаться не достаточно еще установленными, несмотря на рядъ изслѣдованій, занимавшихся этимъ вопросомъ. На нѣкоторыхъ изъ этихъ работъ мы здѣсь и остановимся, чтобы показать, насколько разнообразны заключенія изслѣдователей.

Неймайръ (46) тѣсно связываетъ южно-европейскіе красноземы съ областью известняковъ и указываетъ, что намъ не извѣстно ни одного случая, гдѣ бы краснозем встрѣчался въ отсутствіи известняка, и что если такіе случаи наблюдаются, то представляютъ вторичное залеганіе краснозема, снесеннаго водой изъ области известняковъ. Такимъ образомъ смотритъ, напримѣръ, Неймайръ на красноземы Истріи и Далмаціи, лежащіе на песчаникахъ флиша. Изслѣдователь сближаетъ красноземы съ красной глиной глубокаго моря, которая происходитъ отъ разложевія известковыхъ скорлупокъ глобигериноваго ила. Этотъ процессъ онъ параллелизируетъ съ процессомъ вывѣтриванія на земной поверхности известняковъ, состоящихъ изъ того же глобигериноваго или ему подобнаго ила. Обрабатывая 77,76 гр. карстоваго известняка уксусной кислотой, Неймайръ получилъ 0,044% краснаго вещества, въ которомъ содержалось почти 20% Fe_2O_3 [1]). Возможность присутствія въ известковыхъ породахъ краснаго вещества, несомнѣнно, усложняетъ нѣсколько вопросъ о происхожденіи южно-европейскихъ красноземовъ, но обобщать выводы Неймайра едва ли возможно.

Фуксъ [2]) указываетъ на то обстоятельство, что въ Италіи, Карстѣ и Греціи краснозем образуется на различныхъ известнякахъ, даже не морского происхожденія, что, слѣдовательно, сближать процессъ образованія красноземовъ съ процессомъ образованія красной глины глубокаго моря едва ли возможно. Въ то же время Фуксъ подчеркиваетъ, что типичное развитіе красноземовъ наблюдалъ лишь на плотныхъ, чистыхъ и бѣлыхъ известнякахъ, но никогда не находилъ типичнаго краснозема на мягкихъ, мергелистыхъ, мѣлоподобныхъ и темныхъ или сѣ-

[1]) На красноземистую примѣсь къ карстовымъ известнякамъ въ количествѣ отъ 2 до 23% въ одной разности и отъ 6 до 13% въ другой указываетъ и Lorenz (33). Красноземы, получившіеся изъ глины известняковъ, содержатъ 70—85% Fe_2O_3 и Al_2O_3.

[2]) Fuchs. „Verhandl. d. k.-k. Geolog. Reichsanst". Wien. 1875. S. 194—196.

рыхъ известнякахъ. Онъ точно такъ же указываетъ, что красноземы получаются лишь на известнякахъ южной Европы, что ни силурійскіе известняки Богеміи, ни разнообразныя палео- и мезозойскія известковыя породы сѣверной Франціи, Бельгіи и Англіи не даютъ краснозе-мовъ. Въ виду этихъ фактовъ, Фуксъ высказывается въ пользу вліянія климата на процессы образованія краснозема. Онъ утверждаетъ, что красноземъ встрѣчается лишь тамъ, гдѣ климатъ сухъ, и поэтому растительность спорадична и не ведетъ къ накопленію гумуса. Едва ли, однако, можно согласиться съ заключеніями Фукса. Въ прибрежьяхъ Средиземнаго и Адріатическаго морей выпадаетъ мѣстами свыше 1000 мм. осадковъ и, во всякомъ случаѣ, болѣе 500 (въ Италіи до 800). Если этотъ климатъ можетъ считаться нѣсколько сухимъ для растительности, то для процессовъ вывѣтриванія онъ не всегда сухъ. Дѣло въ данномъ случаѣ не столько въ годовомъ количествѣ осадковъ, сколько въ ихъ распредѣленіи по временамъ года. Южная Европа, какъ извѣстно, лежитъ въ полосѣ зимнихъ дождей, лѣто же здѣсь сравнительно сухое. Такое распредѣленіе осадковъ сказывается, конечно, на растительности, вызывая развитіе особой формаціи жестколистныхъ древесныхъ породъ. Но, въ общемъ, влаги расходуется здѣсь на процессы вывѣтриванія не мало, почему въ этомъ смыслѣ климатъ южной Европы далеко не всюду можетъ считаться сухимъ.

Очень интересны по отношенію къ краснозёмамъ Европы факты, добытые Стахе [1]). Изслѣдователь указываетъ, что болѣе старыя залежи terra rossa южной Истріи содержатъ иногда твердые участки краснаго глинисто-сланцеваго матеріала съ мелкими зернами бобовой руды въ тѣсномъ соединеніи со свѣтлымъ тонко — пизолитоваго строенія веществомъ, богатымъ глиноземомъ. Въ размытыхъ осадкахъ terra rossa сѣверной Истріи и Крайны Стахе находилъ, кромѣ зеренъ бобовой руды, различной формы кусочки бураго желѣзняка. Такія находки даютъ возможность сближать нѣкоторые красноземы южной Европы съ бокситами Вохейна. Наблюденія Стахе особенно интересны въ виду того, что они могли бы больше другихъ подтвердить родство европейскихъ красноземовъ съ латеритами, принимавшееся нѣкоторыми авторами (напр. Passarge), но самъ изслѣдователь изъ своихъ наблюдевій дѣлаетъ другіе выводы.

Въ послѣднее время terra rossa Истріи описывалъ графъ zu Leiningen (30), который отмѣтилъ, между прочимъ, что растительный покровъ (лугъ, верещатникъ) дѣйствуетъ лишь на самую поверхность

[1]) Stache. Verhandl. d. k.-k. Geolog. Reichsanst. 1886, p. 61—65; 385—387 Въ первый изъ этихъ статей имѣется указаніе на взгляды Zippe, Tietze и Suess,a по поводу terra rossa. См. также Vierthaler. Boll. Soc. Adriatica di scien. natur. Trieste. 1879, 4, p. 34 и 1880, 5, p. 318.

почвы; даже подъ зарослями Calluna vulgaris, Erica carnea и пр. не наблюдается накопленія гумуса, а замѣчается лишь переходъ краснаго цвѣта почвы въ буро-красный или бурый. Лѣсная растительность и маккіи также почти не оказываютъ вліянія на цвѣтъ почвы.

Красноземы Истріи чрезвычайно тонкозернисты, содержатъ до 81,4% грубой глины, поэтому они являются сильно гигроскопичными и мало водопроницаемыми.

Графъ zu Leiningen приводитъ слѣдующій анализъ образца terra rossa, взятаго между Аббаціей и Lovrana:

H_2O и орган. вещ.	11,77%
SiO_2	47,78
Fe_2O_3	32,24
Al_2O_3	3,15
Mn_3O_4	1,35
CaO	0,68
MgO	1,37
K_2O	1,15
Na_2O	1,56
P_2O_5	0,23
CO_2	0,20

Наконецъ о terra rossa Румыніи кратко упоминаетъ Мургочи. Въ статьѣ Трейтца (63) подчеркивается родство европейскихъ terra rossa съ латеритами.

При обсужденіи вопроса о происхожденіи европейскихъ terra rossa слѣдуетъ имѣть въ виду, что во многихъ случаяхъ красноцвѣтныя почвы южной Европы представляютъ древніе продукты вывѣтриванія, получившіеся еще въ третичномъ періодѣ и мѣстами уничтожающіеся путемъ размыванія или путемъ деградаціи въ современную эпоху. Такого рода явленія мнѣ пришлось наблюдать въ окрестностяхъ курорта Биксадъ въ Венгріи, гдѣ дѣйствительно сохранились мѣстами третичные красноземы, произошедшіе изъ авгитовыхъ андезитовъ, но здѣсь мы этихъ наблюденій касаться не будемъ, а разсмотримъ ихъ совмѣстно съ другими аналогичными наблюденіями въ главѣ объ ископаемыхъ и древнихъ почвахъ.

Возможно, что и нѣкоторыя мѣсторожденія восточно-венгерскихъ [1]) бокситовъ, а также и итальянскихъ [2]) стоятъ въ связи этими древними процессами вывѣтриванія.

Въ послѣднее время, изучая красноземы Кроаціи, Тучанъ (64) [3]) приходитъ къ выводу, что они образовались изъ известковыхъ породъ, частью доломитовыхъ, и содержатъ, между прочимъ, гидраты глинозема,

[1]) См. Lachmann и возраженія Szádeczky, J. von. (54).

[2]) Stelzner-Bergeat (60), а также Lotti (34).

[3]) См. также Kišpatić (24) и Doelter u. Distler. (10),

въ томъ числѣ коллоидную модификацію діаспора, которой Тучанъ даетъ названіе спорогелита, и гидраргиллитъ. Параллельное изслѣдованіе красноземовъ и известняковъ, изъ которыхъ они произошли, приводятъ изслѣдователя къ выводу, что минералы, слагающіе красноземъ, существуютъ уже въ известнякѣ и что всѣ известняки Кроаціи содержатъ гидраты глинозема. Происхожденіе послѣднихъ Тучанъ объясняетъ осажденіемъ гидратовъ глинозема изъ растворовъ въ морской водѣ при помощи углекислаго аммонія или натра. Съ этимъ толкованіемъ, однако, трудно согласиться. Гораздо вѣроятнѣе было бы предположеніе, что и въ предыдущія геологическія эпохи процессы вывѣтриванія по берегамъ средиземноморскаго бассейна совершались по латеритному типу, и мелкій илъ продуктовъ вывѣтриванія попадалъ въ морскіе бассейны.

По отношенію же къ современнымъ красноземамъ Кроаціи приходится принять, что существующія тамъ въ настоящее время климатическія условія благопріятствуютъ сохраненію древнихъ красноземовъ. Если бы это было иначе, то красноземы несомнѣнно деградировались бы, какъ это наблюдается въ другихъ районахъ (см. ископаемыя и древнія почвы).

Совершенно оригинальный взглядъ на происхожденіе красноземовъ южной Италіи высказалъ Galdieri (14). Онъ отмѣчаетъ, что нерастворимый остатокъ мѣстныхъ известняковъ и залегающихъ на нихъ красноземовъ рѣзко отличаются другъ отъ друга своимъ химизмомъ, минералогическимъ составомъ и морфологіей, и поэтому никакъ нельзя допустить, что южно-итальянскій красноземъ произошелъ путемъ вывѣтриванія известняковъ. Въ красноземахъ присутствуютъ минералы, характерные для атмосферной пыли и имѣющіе соотвѣтственныя внѣшнія формы. На основаніи этихъ данныхъ Galdieri приходитъ къ заключенію, что материнская порода, послужившая для образованія итальянскихъ красноземовъ, произошла эоловымъ путемъ и аналогична лессу, но преобразована на мѣстѣ по латеритному типу.

Подобныя европейскимъ красноземамъ почвы существуютъ и въ юго-восточной части С. Америки, и на сосѣднихъ островахъ (Бермудскіе). Свѣдѣнія о нихъ можно почерпнуть въ цитированной ранѣе работѣ Russel'я [1]).

Переходной группой къ почвамъ средняго увлажненія служатъ, повидимому, мало изслѣдованныя пока желто-бурыя или красновато-желтыя почвы южной Европы (особенно распространены въ южной Франціи). Эти почвы мы объединяемъ, можетъ быть, не совсѣмъ удачнымъ терминомъ „желтоземы“. Къ этой же группѣ присоединяемъ и венгерскія „nyirok“ [2]).

---

[1]) О красноземахъ Нов. Гвинеи см. Meigen, W. (39).

[2]) Treitz, P. (63).

Желтоземы, по моимъ бѣглымъ наблюденіямъ, по дорогѣ изъ Парижа въ Бордо и южнѣе, у испанской границы, а также по дорогѣ въ Ліонъ, образуются на различныхъ породахъ. между прочимъ, и на известнякахъ. Небольшое количество гумуса, насколько можно судить по окраскѣ гумусовыхъ горизонтовъ, и значительное количество полуторныхъ окисловъ сближаетъ эти почвы съ красноземами. Однако, есть, какъ будто, и нѣчто общее съ почвами средняго увлажненія, такъ какъ здѣсь, судя по даннымъ Богословскаго (5), происходитъ все же нѣкоторое передвиженіе полуторныхъ окисловъ. Богословскій описываетъ одинъ изъ разрѣзовъ этихъ почвъ у ст. Ривъ между Гренобломъ и Ліономъ слѣдующимъ образомъ:

1. Красновато-желтый галечно-глинистый горизонтъ (пахотный) . . . . 0,2 м.
2. Буровато-красный суглинисто-щебневатый горизонтъ, рыхлый, безъ какихъ-либо примазокъ . . . . . 0,4—07 „
3. Слоистыя галечныя отложенія сѣраго цвѣта.

Почвы этой группы, повидимому, широко распространены и въ Японіи, и намъ кажется, что лучшими областями для изученія этихъ почвъ должны считаться именно Франція и Японія. И тамъ, и здѣсь совершенно отсутствуютъ почвы континентальныхъ зонъ и поэтому можно прослѣдить всѣ переходы отъ почвъ подзолистой группы къ настоящимъ красноземамъ.

Литература.

1. Atterberg. Zentralbl. f. Mineral. 1909, № 12.
2. Bauer, Max. Sitzungsber. der Gesellsch. z. Förd. der gesamt. Naturwiss. in Marburg. Jahrg. 1902, pp, 45 u. 89.
3. — Neues Jahrb. f. Miner. etc. 1907. Festband zur Feier des 100jährigen Bestehens.
4. Bemmelen, van. Zeitschr. f. anorg. Chemie. 42, 1904, pp. 265—324.
5. Богословскій, Н. „Почвовѣдѣніе", 1902, № 4.
6. Chantard, J. et Lemoine, P. Comptes rendus Acad. de Sc., 1908, p. 239
7. Cornet. Peterm. Mitteil., Bd. XVIII.
8. Crosby. Proc. Boston Soc. of natural history. 1885.
9. Dana. Americ. Journ. of Science, Vol. 39, 1890, pp. 317—319.
10. Doelter u. Distler. Zentralbl. f. Mineral. 1913, № 7.
11. Du-Bois. Tscherm. mineral. u. petrograph. Mitteil. Bd. 12, H. 1, 1903; въ этой работѣ большой списокъ литературы, которую мы въ нашъ списокъ не включали.
12. Fritzsche. Peterm. Mitteilungen, 1891, 10.
13. Fuchs. Verhandl. d. k.k. geolog. Reichsanst. Wien, 1875, pp. 194—196.
14. Galdieri. L'origine della terra rossa. Ann. della R. Scuola Sup. d'Agricoltura di Portici, Vol. XI, 1913.
15. Gallieni. Deux compagnes au London français 1886—1888. Paris, 1991.
16. Goldefleiss. Keilhack's Geolog. Zentralbl., Bd. II, № 16, p. 486.
17. Grandidier. Comptes rendus, 1894.
18. Gudgeon. Journ. Manchest. Geogr. Soc., 1888, Bd. IV.
19. Hardt. Geology and physical geography of Brasil. Boston, 1870.
20. Hettner. Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde. Berlin, 1891, Bd. 25.
21. Kaerger. Togoland und die Kolonisation Deutsch-Ost-Afrikas. Berlin, 1892.
22. Kaiser, E. Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. 1904, 56.
23. Katzer. Neues Jahrb. f. Mineral. 1899, Bd. 2, H. 3. Briefl. Mitt., p. 177.
24. Kišpatić. Neues Jahrb. f. Miner., Beil.-Bd. XXXIV, p. 513.
25. Kolbe. Naturwiss. Wochenschr., 1901, Neue Folge, Bd. I, № 13.
26. König u. Kiesow. Ann. d. Landw. in Preussen, 1873.
27. Lachmann. Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1908, p. 353—362.
28. Lange. Peterm. Mitteilungen, 1892, XII.
29. Lefroy. Americ. Journ. of Science, 3 Ser. Vol. 6, 1873.
30. Leiningen. zu, Graf. Naturwiss. Zeitschrift für Forst- und Landwirte, 9. Jahrg. 1911, H. 1 u. 2.
31. Liebrich. Beitrag zur Kenntnis des Beauxits vom Vogelsberge. Inaug.-Dissert. Giessen, 1891.
32. — 28. Bericht der Oberrh. Ges. f. Natur u. Heilkunde.
33. Lorenz. Verhandl. d. könig.-kais. geolog. Reichsanst. 1881, p. 81—82.
34. Lotti. Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1908, H. 12, p. 501—502.
35. Lyons, A. B. Amer. Journ. of Science, 152, 1896.
36. Luz. Kolloid.-Zeitschr. Bd. XIV.
37. Maxwell. Jahresber. d. Agriculturchemie, 1900.
38. Mc. Gee, W. J. Geolog. Magaz. London. New Series, Vol. 7, 1880.

39. Meigen, W. Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. 57, H. 4. Brief. Mitt., p. 557—564.
40. Merensky. Afrikanischer Grund u. Boden. — Deutsche Kolonialzeitung, 1889.
41. Mierisch, Br. Peterm. Mitteilungen, 1895, III.
42. Moisisović. Jahrb. d. k.k. geolog. Reichsanst. Wien, Vol. 30, 1880.
43. Mohr, E J. van Bemmelen Gedenkbook, 1910.
44. Müntz et Marcano. Comptes rendus, 1888, p. 908.
45. Müntz et Rousseaux. Bullet. du Ministère d'Agriculture, 1900, № 5.
46. Neumayr, M. Verhandl. d. k.k. geolog. Reichsanst. Wien, 1875, p. 50—51
47. Oldham. A manuel of the geology of India (2-е изд. книги Medlicot and Blanford). Calcutta, 1893.
48. Pelatan. Les mines de la Nouvelle Calédonie. — Génie civil, 1892.
49. Richthofen, von. Zeitschr. der deutsch. geolog. Gesellsch., 1860.
50. Russel. Bulletin № 52. United States Geolog. Survey. 1899.
51. Sapper. Peterm. Mitteil. Ergänzungsheft, № 127, 1899
52. — Peterm. Mitteil., 1902, II.
53. Sawkins, J. G. Report on the geology of Jamaica, London, 1869.
54. Szádezky. Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1908, p. 504—505.
55. Sandor. Verhandl. d. zweiten internat. Agrogeologen-Konferenz. Stockholm, 1911.
56. Schmidt. Peterm. Mitteil. 1899.
57. Scott Elliot and Miss Raisin. Sierra Leone. Report on the geology and botany. London, 1893.
58. Schloesing. Comptus rendus. T. CXXXII, 1901, № 50.
59. Stache. Verhandl. d. k.k. geolog. Reichsanst., 1886, № 2, p. 61—65.
60. Stelzner-Bergeat. Die Erzlagerstätten, 1905—06, II.
61. Storer, F. Science, Vol, I, 1893.
62. Tippenhauer. Die Insel Haiti, I. Allgem. Teil. Leipzig, 1892.
63. Treitz, P. Foldtani közlöny. XII, H. 7—8, 1910.
64. Tućan, Fr. N. Jahrb. f. Miner., Beil.-Bd. XXXIV, p. 401.
65. Vageler. „Почвовѣдѣніе", 1912, № 1.
66. — Die Mkattaebene. — Beihefte zum Tropenpflanzer. Bd. XI, № 4/5, 1910.
67. Warth, H. and Warth, F. J. Geolog. Magaz. New Ser. (4), 10, 154—159 1903.
68. Wohltmann. Ges. f. Naturkunde u. Heilkunde, Bonn, 1895, 1896.

II. Почвы средняго увлаженія.

Наиболѣе распространенной группой почвъ этого класса являются подзолистыя почвы и близко къ нимъ стоящія по генезису дерновыя. И тѣ, и другія сплошной полосой захватываютъ лѣсныя области умѣренныхъ зонъ, покрывая сѣверную Европу и Европейскую Россію, сѣверную Азію и С. Америку. Въ южномъ полупаріи, судя по климатическимъ и растительнымъ условіямъ, ихъ можно встрѣтить, какъ мы уже упоминали выше, на самой южной оконечности южной Америки. Спорадически тѣ же почвы могутъ встрѣчаться и въ другихъ областяхъ земного шара, въ другихъ почвенныхъ зонахъ, при соотвѣтствующей комбинаціи факторовъ почвообразованія.

Хотя процессы подзолообразованія наблюдаются и внѣ лѣсныхъ областей, слѣдовательно безъ всякой связи съ лѣсной растительностью, однако въ виду пріуроченности большей части подзолистыхъ почвъ именно къ лѣснымъ районамъ, ихъ генезисъ ставили въ связь съ лѣсами. Еще Киндлеръ (36) наблюдалъ обезцвѣчиваніе песковъ подъ хвойными лѣсами, на аналогичныя же явленія, происходящія подъ вліяніемъ корней растеній въ равнинѣ Рейна и Лотарингіи указывалъ Добрэ (10). Почвы этого типа были описаны также и Sprengel'емъ (69) еще въ 1837 году.

Обезцвѣчиваніе, появленіе бѣлесой или сѣровато-бѣлой окраски и является причиной того, что русскій народъ издавна окрестилъ эти почвы „подзолами“ (напоминающими золу); это же обезцвѣчиваніе представляетъ одинъ изъ характерныхъ признаковъ описываемой группы почвъ.

Изъ болѣе новыхъ западно-европейскихъ изслѣдователей подзолистыхъ почвъ необходимо указать Emeis'a (18), Мюллера (47), Emmerling, Loges, Раманна, A. Mayer'a (44) и Münsta (48). Западно-европейскіе изслѣдователи гораздо большее вниманіе удѣляли тѣмъ разностямъ подзолистыхъ почвъ, которыя сопровождаются образованіемъ ортштейна, хотя попутно характеризовались и такіе разрѣзы подзолистыхъ почвъ, въ которыхъ ортштейна нѣтъ или онъ лишь слабо намѣчается. При этомъ давались иногда превосходные рисунки почвенныхъ разрѣзовъ (Эмейсъ, Мюллеръ, Раманнъ), Мюллеръ даетъ, напримѣръ, слѣдующее, сопровождаемое рисунками, описаніе почвенныхъ разрѣзовъ, между Viborg Krat и Viborger Haide. Здѣсь холмъ, занятый лѣсомъ, незамѣтно переходитъ въ равнину, и граница лѣса приблизительно совпадаетъ съ подножіемъ холма, такъ что на глазъ кажется, что нѣтъ никакой разницы между мѣстностями внутри лѣса и внѣ его, однако на картѣ указано паденіе отъ лѣса къ равнинѣ 1:400 или 1:450. Первый разрѣзъ сдѣланъ внутри лѣса, въ 20 локтяхъ отъ его границы. Подъ небольшой подстилкой лежитъ окрашенный гумусомъ горизонтъ, который на глубинѣ 10 дюймовъ незамѣтно переходитъ въ слабо окрашенный

въ красный цвѣтъ горизонтъ, мощностью въ 8 дюймовъ. Глубже лежитъ бѣдный глиной валунный песокъ. Этотъ разрѣзъ типиченъ для хорошихъ частей дубоваго лѣса даннаго района. Внѣ лѣса, въ 23 локтяхъ отъ его границы, гдѣ растительность состоитъ изъ высокаго верещатника, а почва покрыта гипновымъ слоемъ, верхній горизонтъ почвы окрашенъ гумусомъ до глубины 10 дюймовъ. Онъ плотнѣе и тверже верхняго горизонта предыдущаго разрѣза, богаче гумусомъ, при чемъ средняя его часть окрашена свѣтлѣе. Глубже лежитъ бурокрасный горизонтъ, мощностью 8 см. Еще дальше отъ лѣса лежитъ почва, гумусовый горизонтъ которой дѣлится на три части: верхняя и нижняя—темныя, а средняя свѣтлая; общая мощность 12 дюймовъ. Глубже лежитъ черно-бурый ортштейновый слой, дающій карманы внизъ.

Аналогичные профили верещатниково-подзолистыхъ почвъ изображаетъ и Эмейсъ.

Въ разрѣзахъ, описанныхъ Мюллеромъ, проявляется, по нашему мнѣнію, связь между строеніемъ подзолистой почвы и измѣненіемъ рельфа мѣстности, связь, которая была прослѣжена подробнѣе въ нѣкоторыхъ русскихъ работахъ. Раньше чѣмъ перейти къ этимъ работамъ, дадимъ описаніе песчанаго и глинистаго подзоловъ, сдѣланное Георгіевскимъ (29) для почвъ Лужскаго у. Петроградской губ.

Песчаный подзолъ (въ бору):

A_1 — рыхлый и разсыпчатый слой сѣровато-бѣлаго цвѣта, мощность 4—5 д.

A_2 — снѣжно-бѣлесоватаго цвѣта, состоитъ, главнымъ образомъ изъ тонкаго кварцеваго песка, мощность 10 д. и болѣе.

B — ортштейнъ; это болѣе или менѣе плотная, частью даже твердая, масса темнобураго или чернаго цвѣта; часто онъ обладаетъ и меньшей связностью и переходитъ въ ортштейновый песокъ. Данный горизоитъ является въ видѣ прерывистыхъ полосокъ, а нерѣдко и въ видѣ изолированныхъ конкрецій; мощность 5—10 д.

C — красновато-желтый и желтоватый валунный песокъ.

Глинистый подзолъ.

A_1 — сѣровато-бѣлесоватый мелкозернистый слой, мощностью около 5—6 д.

A_2 — подзолистый горизонтъ; въ естественномъ влажномъ состояніи представляетъ болѣе или менѣе плотную, слегка листоватую массу, почти бѣлаго цвѣта; при высыханіи она еще болѣе бѣлѣетъ и въ концѣ концовъ разсыпается въ тончайшій мучнистый порошокъ. Встрѣчаются бурыя стяженія, мощность 3—5 д.

B — очень плотная глинистая масса съ довольно многочисленными темными и бурыми конкреціями. Окраска горизонта замѣчательно пестрая, такъ какъ въ ней постоянно чередуются бѣлесоватыя пятна подзолистаго вещества съ красноватыми и желтоватыми полосками и прожилками мало измѣненной коренной породы, мощность около 8 д.

C — очень плотная валунная глина краснобураго цвѣта.

На породахъ лесовиднаго характера подзолистыя почвы даютъ болѣе мощные разрѣзы, имѣющіе такое строеніе (Туминъ).

Гор. A_1 — свѣтло-сѣрый съ темноватымъ оттѣнкомъ, при разламываніи легко дѣлятся горизонтально; есть конкреціи, но немного; онѣ округлой формы съ діаметромъ 1—2 мм. Мощность 14 см.

„ A_2 — бѣлесый, слоистый и пористый. Толщина слоиковъ 1—2 м.м. Поры яйцевидныя, длиной 1—2 мм., шириной 0,5—0,75 мм. Желѣзистыя конкреціи встрѣчаются, но въ меньшемъ количествѣ чѣмъ въ A_1. Мощность 11 см.

„ B — бурый съ бѣлесыми пятнами и полосами, слоистый. Количество бѣлесыхъ пятенъ книзу уменьшается, слоистость также ослабѣваетъ. На глубинѣ 90 см. появляются слабыя ржавыя пятна; бѣлесыя пятна есть и здѣсь и замѣтны до глубины 120 см. Желѣзистыя конкреціи очень рѣдки.

„ C — бурый лессовидный суглинокъ со слабыми ржавыми пятнами.

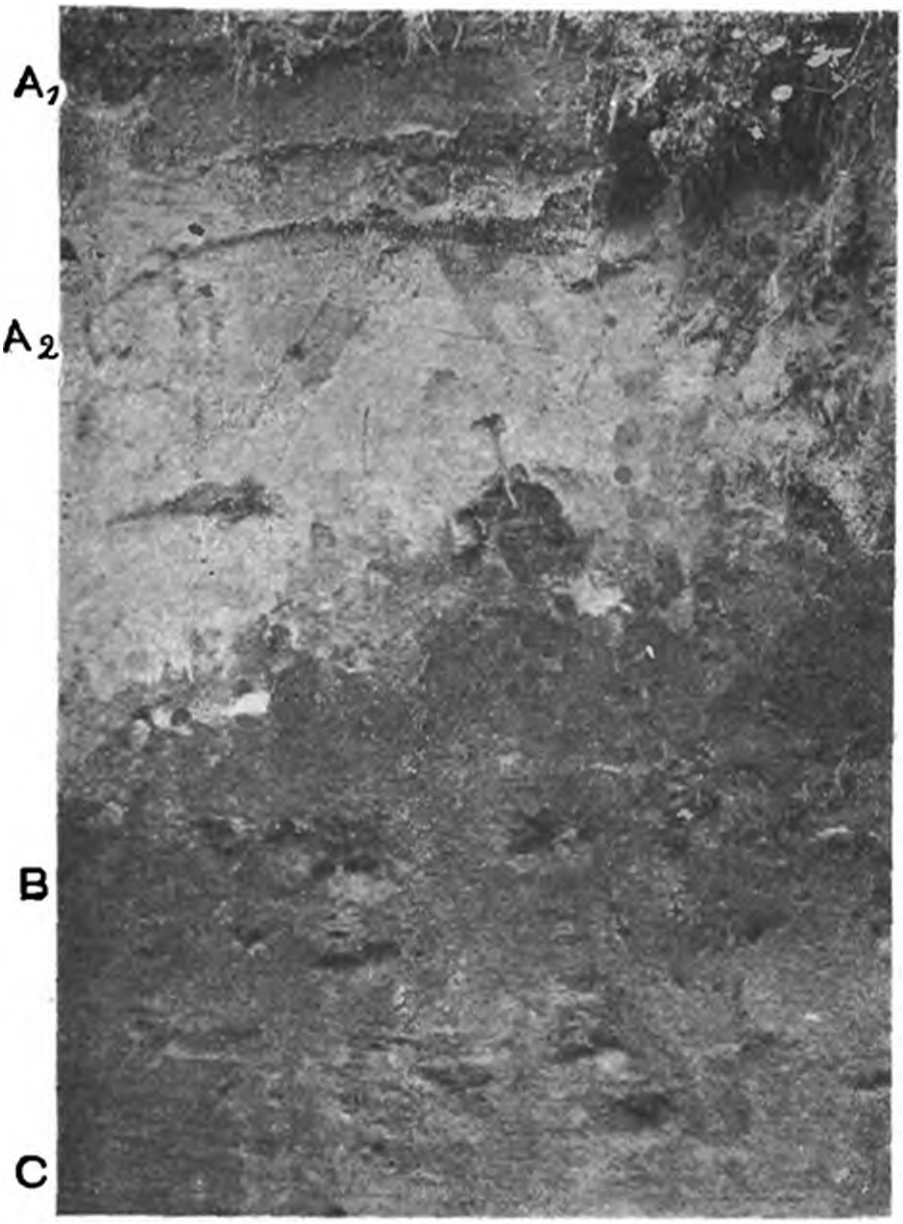


Рис. 12. Песчаный подзолъ изъ окрестностей Ново-Александріи. Фот. С. Ганешина.

Всѣ описанные до сихъ поръ разрѣзы русскихъ почвъ принадлежатъ къ категоріи такъ называемыхъ подзоловъ (рис. 12, 13 и 14). Послѣднимъ именемъ мы обозначаемъ почвы съ рѣзкимъ и сплошнымъ развитіемъ бѣлесаго горизонта A_2. Если этотъ послѣдній выраженъ менѣе рѣзко и не вполнѣ ясно отграничивается,—почвы называются подзолистыми и, наконецъ, если послѣдняго горизонта нѣтъ, а наблюдаются лишь бѣлесыя пятна и прожилки въ гор. B, почва называется слабо-подзолистой. Всѣ указанныя разности могутъ развиваться на какихъ угодно материнскихъ породахъ.

Слабо подзолистыя почвы, какъ показали Шульга (70) и Драницынъ, слагаютъ въ Сибири особую подзону подзолистыхъ

почвъ, переходныхъ къ почвамъ тундры. Шульга даетъ слѣдующую характеристику разрѣзовъ подобныхъ почвъ:

A_0 — Лѣсная настилка („трунда") изъ отмершихъ частей дерна, хвои и листвы; книзу слабо минерализована до 6—7 см.

A_1 — грязновато-бураго цвѣта, слегка оподзоленъ; мелкозернистой структуры, довольно рыхлый; безъ малѣйшихъ слѣдовъ слоеватости, но съ замѣтнымъ содержаніемъ мелкихъ, не прочныхъ желѣзистыхъ стяженьицъ; 7—8 см.

A_2 — замѣтно свѣтлѣе предыдущаго, но съ тѣмъ же блѣдно-буроватымъ оттѣнкомъ, съ облаковидно, слабо выдѣляющимся на общемъ фонѣ, болѣе блѣдными пятнами; рыхлѣе предыдущаго, пузырчато пористъ. Плоскозернистой структуры, пластинчатости нѣтъ; желѣзистыхъ стяженій не меньше чѣмъ въ A_1, но онѣ также мелки (не болѣе 1,5 мм.) Мощность около 23 см. Этотъ горизонтъ очень постепенно переходитъ въ слѣдующій.

B — интенсивнѣе окрашенъ въ тотъ же буроватый цвѣтъ; замѣтно (но далеко не рѣзко) плотнѣе предыдущихъ; совершенно не оподзоленъ; ясной крупнозернистой структуры, ортштейновыхъ стяженій нѣтъ. Съ глубиной, приблизительно со 130 см., утрачиваетъ способность структурно дѣлиться и переходитъ въ довольно вязкую буроватую глину.

Встрѣчаются и такія разности подзолистыхъ почвъ, гдѣ результаты подзолообразованія настолько слабо выражены, что требуется особая внимательность со стороны изслѣдователя, чтобы эти результаты замѣтить и оцѣнить. Даже полное отсутствіе сколько нибудь замѣтныхъ слѣдовъ подзолистыхъ пятенъ въ верхнихъ горизонтахъ почвы не даетъ еще намъ права выдѣлять такія почвы изъ группы подзолистыхъ, такъ какъ нерѣдко оказывается, что бѣлесый подзолистый горизонтъ ясно развивается внизу, при полномъ отсутствіи его въ верхнихъ частяхъ почвеннаго разрѣза. Подобное строеніе почвъ наблюдается въ тѣхъ случахъ, когда почва развивается на песчаномъ наносѣ, подстилаемомъ на небольшой глубинѣ (1—1,5 метра) болѣе или менѣе вязкой глиной. Такіе случаи далеко не представляютъ рѣдкости среди ледниковыхъ наносовъ сѣверной Россіи.

Въ нѣкоторыхъ подзолистыхъ почвахъ, развивающихся на лессовидныхъ породахъ, на небольшой глубинѣ подстилаемыхъ болѣе вязкими моренными глинами, обнаруживается иногда присутствіе яснаго второго гумусоваго горизонта, хотя и менѣе опредѣленно выраженнаго, чѣмъ верхній. Менѣе ясно нижній гумусовый горизонтъ намѣчается и въ томъ случаѣ, если никакого измѣненія механическаго состава почвообразующей породы не происходитъ, что увидимъ ниже при разсмотрѣніи аналитическихъ данныхъ. Кромѣ второго гумусоваго горизонта наблюдаются иногда на глубинѣ 1 м. и болѣе скопленія пятенъ окисловъ марганца. Приведемъ описаніе двухъ разрѣзовъ подзолистыхъ почвъ Гжатскаго у. Смоленской губ.

Близъ дер. Уполозы по р. Ворѣ почва формировалась на остаткахъ смытаго отчасти безвалуннаго суглинка, подстилаемаго валунной глиной. Всю небольшую толщу безвалуннаго суглинка заняли поверхностный гумусовый и подзолистый горизонты, изъ коихъ послѣдній является въ видѣ сплошного прослойка до 5 см. мощностью. Отъ этого прослойка въ толщу валунной глины посылаются неглубокіе подзолистые карманы. Непосредственно надъ валунной глиной идетъ сплошной прослоекъ окисловъ марганца, мощностью до 2 см.



Рис. 13. Глинистый подзолъ Новгородск. губ. на моренной глинѣ. Фот. А. Райкина.

По той же рѣкѣ, противъ Михѣева, почва формируется также на безвалунномъ суглинкѣ, имѣющемъ въ данномъ случаѣ уже болѣе значительную мощность и подстилаемомъ валунными песками, въ верхнихъ горизонтахъ небогатыми галькой и валуномъ. Въ этихъ пескахъ проходятъ на различныхъ уровняхъ, въ видѣ волнистыхъ линій, два тонкихъ прослойка глины и на верхнемъ изъ нихъ столь же волнистой линіей, какую представляетъ глинистый прослоекъ, располагается лента марганцовыхъ окисловъ, состоящая изъ отдѣльныхъ продолговатыхъ пятенъ.

Изъ обоихъ описанныхъ примѣровъ видно, что окислы марганца сосредоточились надъ менѣе проницаемыми породами, которыя, вѣроятно и способствовали задержанію растворовъ, просачивавшихся сверху.

Наблюдаются въ природѣ и другіе случаи образованія иногда мощныхъ гумусовыхъ горизонтовъ. Одинъ изъ такихъ случаевъ былъ отмѣченъ на почвахъ Восточной Сибири (Филатовъ, 20), въ которыхъ, на небольшихъ, сравнительно, глубинахъ находится болѣе или менѣе постоянная мерзлота. Надъ этимъ то постоянно мерзлымъ слоемъ и собираются иллювіальнымъ путемъ вещества гумуса. Разности такихъ подзолистыхъ почвъ располагаются обычно по пониженнымъ мѣстамъ и служатъ переходомъ къ почвамъ болотнаго типа.

Другой случай наблюдался въ темноцвѣтныхъ подзолистыхъ почвахъ Московской губ. (Филатовъ, 22), разрѣзы которыхъ имѣютъ слѣдующій видъ:

A_0 — плотная дернина, мощностью около 6 см.

A_1 — свѣтло-сѣрый, глинистый, съ слабо выраженной листоватостью 6 см.

A_2 — явственно-бѣлый, съ отчетливой листоватостью и множествомъ рыхлыхъ, въ видѣ дробнокъ, ортштейновыхъ зернышекъ. Мощн. 5—7 см.

B_1 — темно-сѣрый (мышинаго цвѣта) слой съ расплывчатымъ облакообразнымъ очертаніемъ, мѣстами выклинивающійся. Структура не ясно зернистая, но и не листоватая; содержитъ множество ортштейноподобныхъ зернышекъ, величиной до горошины. Мощность 5—10 см.

B_2 (G) — пятнистый, благодаря присутствію слабыхъ подзолистыхъ примазокъ и темносѣрыхъ участковъ, напоминающихъ B_1. Общій фонъ бурогрязный, мѣстами оглеенный. Ортштейноподобныхъ зернышекъ мало, но появляются расплывчатыхъ очертаній ржавыя пятна. Структура неясно плитчатая. Весь слой замѣтно влаженъ. Мощность около 23 см.

G — очень влажный, внизу же совершенно мокрый. Цвѣтъ грязно-сѣрый въ мѣстахъ, гдѣ нѣтъ ржавыхъ примазокъ, и слегка зеленоватый въ оглеенныхъ участкахъ. Мощность 35—40 см.

C — структурная глина, оглеенная.

Подобнаго рода разрѣзы со вторыми гумусовыми горизонтами наблюдаются лишь въ „условіяхъ значительной жесткости верхняго слоя грунтовыхъ водъ", слѣдовательно здѣсь причиной задержки гумусовыхъ веществъ является углекислая известь.

Третій случай наблюдался въ Амурской области Томашевскимъ (72). Здѣсь почвы болотнаго типа завоевываются мѣстами лѣсной растительностью, подъ вліяніемъ которой болотная почва начинаетъ постепенно превращаться въ подзолистую. Вначалѣ приблизительно въ средней части очень мощнаго гумусоваго горизонта болотной почвы начинаютъ появляться отдѣльныя бѣлесыя пятна, которыя затѣмъ постепенно сливаются въ сплошной бѣлесый горизонтъ, который, вклиниваясь въ толщу гумусоваго горизонта, разбиваетъ его на двѣ части: верхнюю и нижнюю.

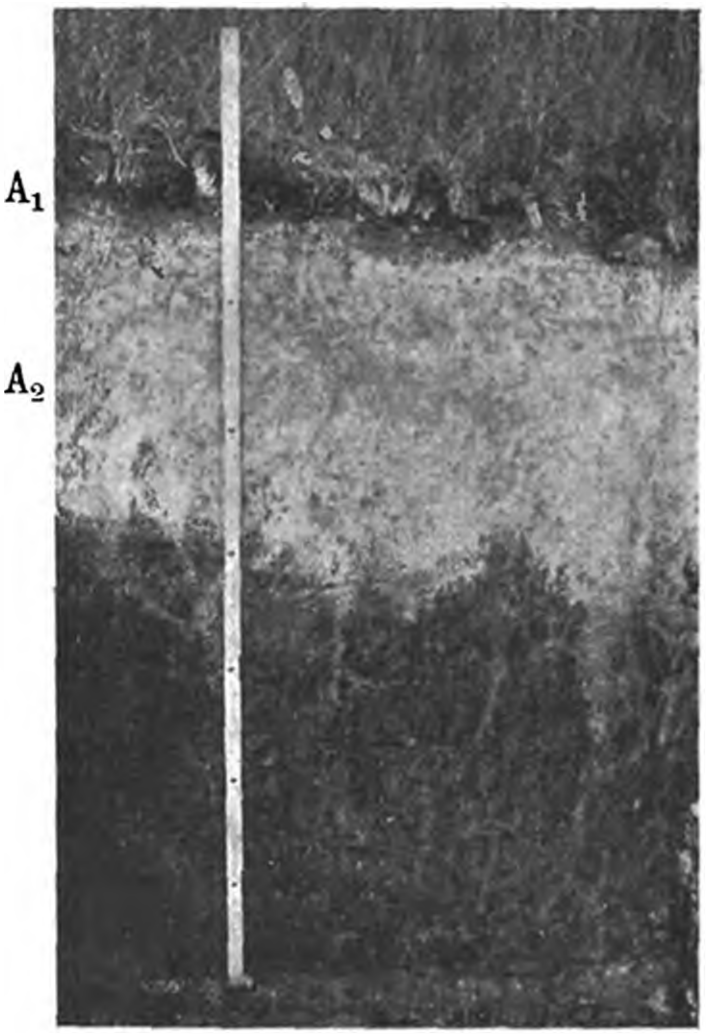


Рис. 14. Глинистый подзолъ Смоленской губ. на лессовидн. суглинкѣ.
Фот. М. Томина.

Нижніе гумусовые горизонты подзоловъ Нарымскаго края Драницынъ (17) также ставитъ въ связь съ вторичностью ихъ происхожденія.

Въ песчаныхъ подзолистыхъ почвахъ глубокіе горизонты почвообразованія болѣе обычны, чѣмъ въ глинистыхъ подзолахъ. Очень часто въ нихъ на глубинѣ 2 и больше метровъ начинаютъ появляться буроватыя и бурожелтыя „зебровидныя“ полоски. Ихъ отмѣтилъ Морозовъ а Высоцкій затѣмъ назвалъ ихъ псевдофибрами. Послѣднія собираютъ, повидимому, тѣ же вещества, которыя концентрируются въ ортштейнѣ. Благодаря легкому и глубокому просачиванію влаги, нѣкоторая часть коллоидныхъ веществъ и суспензій, уносимыхъ изъ поверхностныхъ горизонтовъ почвы, уходитъ въ глубину и отлагается тамъ, гдѣ измѣняются условія просачиванія влаги (переходъ изъ капиллярнаго состоянія въ пленочное) въ связи съ измѣненіемъ механическаго состава

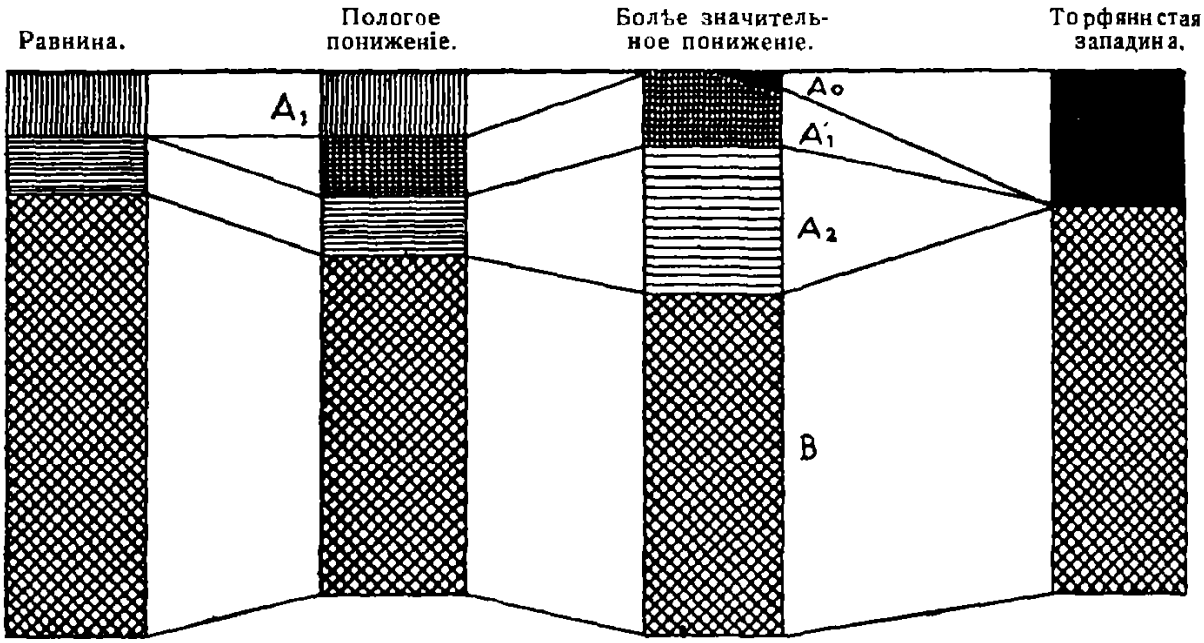


Рис. 15. Вліяніе микрорельефа иа строеніе подзолистыхъ почвъ Смоленской губ. по Тумину.

(Филатовъ, 21). Такъ какъ количество воды неодинаково въ разные годы и въ разныя времена года, то и выдѣленіе можетъ происходить въ разныхъ мѣстахъ разрѣза (выше или ниже).

Въ песчаныхъ подзолахъ на значительныхъ глубинахъ можно встрѣтить, кромѣ псевдофибръ, еще и жерству (Высоцкій, Г. Дубянскій, В.). Въ пескахъ межъ дюнныхъ холмовъ попадаются котловины, которыя весною могутъ заполняться водой. Въ этой области легкія частицы песка поднимаются вѣтромъ въ воздухъ, и въ то время какъ крупный песокъ катится по землѣ, мелкій песокъ и мельчайшія глинистыя частицы переносятся по воздуху и могутъ попасть въ воду котловинъ. Вмѣстѣ съ водой мельчайшія частицы песка и глины проникаютъ вглубь почвы и гдѣ нибудь остаются, образуя пленку, трудно проницаемую. Здѣсь начинаютъ скопляться коллоидныя вещества и получается болѣе или менѣе мощная прослойка буроватаго цвѣта. Въ

свѣжемъ состояніи она довольно мягка, но на воздухѣ и особенно на солнцѣ уже черезъ 10 минутъ твердѣетъ: повидимому, здѣсь происходитъ, при высыханіи, переходъ золей кремнезема въ гели.

Переходимъ теперь къ вопросу о вліяніи микрорельефа на строеніе подзолистыхъ почвъ. Для подзолистыхъ суглинковъ Смоленской губ.

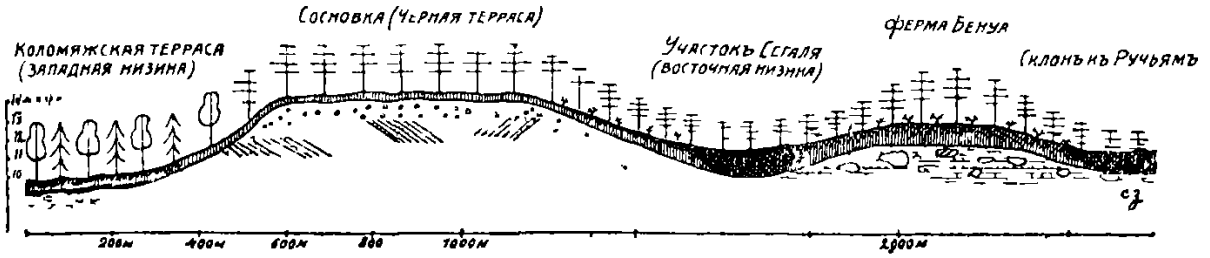


Рис. 16.

Туминъ (75) даетъ слѣдующую схему постепеннаго перехода отъ почвъ ровныхъ мѣстъ къ почвамъ слабыхъ западинъ, болѣе глубокихъ западинъ и, наконецъ, торфянистыхъ котловинъ (рис. 15). Для поясненія схемы укажемъ, что горизонтъ A_1 характеризуется авторомъ слѣдую-

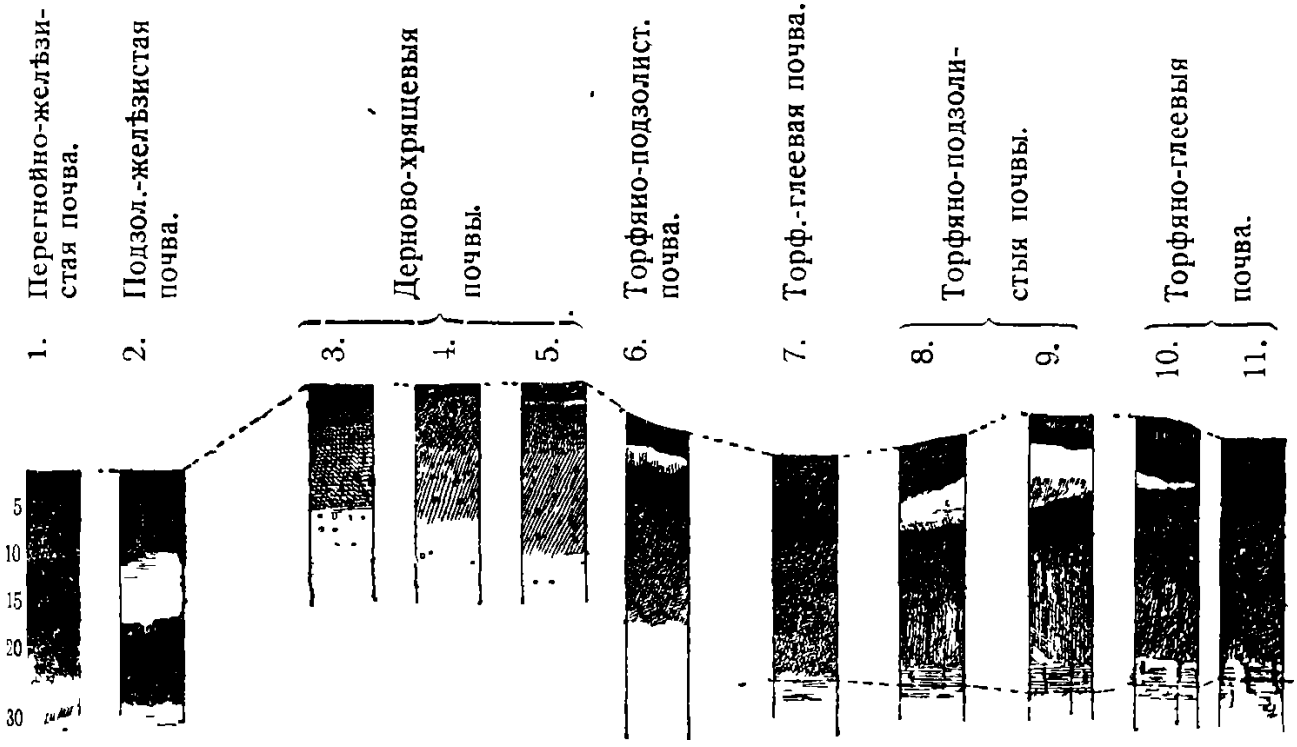


Рис. 17.

щимъ образомъ: „сѣрый съ бѣлесыми пятнами и полосами. Слоистость ясно замѣтна, толщина слоиковъ 1 мм.; верхняя поверхность каждаго слоика свѣтлѣе нижней. Въ данномъ горизонтѣ есть поры, но ихъ мало, Конкрецій очень незначительное количество“. Горизонтъ A_0 представляетъ травяно-моховой покровъ или торфянистую массу. Остальныя обо-

значенія схемы соотвѣтствуютъ обозначеніямъ даннаго выше (стр. 360) разрѣза, описаннаго тѣмъ же изслѣдователемъ.

Гориз. В. торфянистой западины представляетъ свѣтло-синеватый суглинокъ съ бѣлесыми пятнами и полосами кирпичио-краснаго цвѣта. Кирпично-красныя пятна идутъ до глубины 55 см., а ниже почти не встрѣчаются.

Вліяніе микрорельефа въ области песчанистыхъ подзолистыхъ почвъ было прослѣжено Захаровымъ (62) въ окрестностяхъ Петрограда. Схематическій профиль мѣстности, гдѣ производились изслѣдованія, изображается на прилагаемомъ чертежѣ (рис. 16).

Схемы почвенныхъ разрѣзовъ, соотвѣтствующія повышеніямъ и пониженіямъ мѣстности, даютъ такую картину (рис. 17).

Приведемъ, заимствуя у Захарова, описаніе нѣсколькихъ характерныхъ разрѣзовъ, входящихъ въ составъ данной схемы.

Разрѣзъ № 4.

A_1.	Верхній гумусовый горизонтъ, очень слабо развитый, темно-сѣрый въ сухомъ видѣ. Верхняя часть состоитъ изъ полуперегнившихъ растительныхъ остатковъ. Кое-гдѣ слабые бѣлесоватые прослоечки	3 см.
B_1.	Коричневато-сѣрая масса съ сѣрыми пятнами перегнойныхъ веществъ	12 „
B_2.	Желтый песокъ съ многочисленными пятнами ржаваго цвѣта.	

Разрѣзъ № 5, у края гряды.

A_0.	Лѣсная подстилка	2,5 „
A_1.	Перегнойный горизонтъ, плотный, слегка торфянистый . . .	1,5 „
A_2.	Сѣропепельный, рыхлый, безструктурный	1 „
B_1.	Коричнево-сѣрый, рыхлый	12 „
B_2.	Хрящевато-гравельная масса, ржаво-желтая	23 „
C.	Розовато-сѣрый хрящевато-гравельный наносъ.	

Разрѣзъ № 6.

A_0.	Лѣсная подстилка съ торфяно-моховымъ покровомъ	3 см.
A_1.	Черновато-сѣрый перегнойный горизонтъ	4 „
A_2.	Сѣровато-пепельный, безструктурный, рыхлый	5 „
B_1.	Темнокоричневый ортштейновый горизонтъ, довольно рыхлый	11 „
B_2.	Желѣзистый ортштейновый горизонтъ, рыжевато-желтой окраски	27 „
C.	Діагонально-слоистый розоватый песокъ.	

Разрѣзъ № 8.

A_0.	Дернина-травяно-моховая съ отмершими листьями, стеблями	3 „
A_1.	Перегнойно-торфянистый, черновато-бурый, рыхлый	4 „
A_2.	Бѣлесовато-пепельный, рыхлый, тонкопесчанистый	13 „
B_1.	Перегнойно-желѣзисто ортштейновый, темнокоричневый, нѣсколько сцементированный и уплотненный	15 „
B_2.	Желѣзисто-ортштейновый, свѣтлый коричневато-сѣрый, мало сцементированный	15 „
G.	Оглеенная супесь.	

Разрѣзъ № 10.

A. Перегнойно-торфянистый, черноватый, безструктурный . . . 20 „
B. Сѣрокоричневый, перегнойно-орштейновый . . . . . 10 „
G. Сизовато-бѣлый глеевый горизонтъ.

Такова закономѣрность смѣны подзолистыхъ почвъ подъ вліяніемъ колебанія рельефа или, иными словами, подъ вліяніемъ измѣневія количества влаги, идущей на процессы почвообразованія, а также подъ вліяніемъ направленія, по которому влага поступаетъ въ почву, т. е. имѣемъ ли мы дѣло только съ влагой, просачивающейся съ поверхности и формирующей почвенные горизонты или и съ влагой, поднимающейся отъ уровня грунтовой воды и формирующей горизонты глеевые.

Надъ нѣкоторыми особенностями глеевыхъ горизонтовъ намъ придется еще остановиться при характеристикѣ почвъ болотнаго типа, гдѣ эти горизонты обычны, но такъ какъ и въ подзолистыхъ почвахъ низменнаго залеганія глеевые горизонты нерѣдко лежатъ очень неглубоко, то мы опишемъ одинъ разрѣзъ такой песчанисто-подзолистой почвы изъ окрестностей Ново-Александріи.

A_1.	Темносѣрый, почти черный въ сыромъ состояніи .	13—14 см.	Почвенные горизонты.
A_2.	Сѣрый съ мелкими бѣлыми пятнами	2—3 „	
B_1.	Бурый, болѣе связный, но не плотный	25—27 „	
A'_2.	Бѣлесый съ рѣдкими бурыми пятнами, преимущественно въ верхней части	38—39 „	
G_1.	Слабо-зеленоватый, уплотненный, глееватый горизонтъ, рѣзко выдѣляющійся на разрѣзѣ. Граница его съ горизонтомъ A_2' выражена чрезвычайно рѣзко	10 „	Глеевые горизонты
G_2.	Болѣе рыхлая масса того-же оттѣнка съ обильными прожилками желтовато-красныхъ выдѣленіи гидратовъ окиси желѣза	60 „	
G_3.	Слоеватый песокъ съ рѣдкими и слабо выраженными желтовато-красноватыми прожилками	65 „	
G_4.	Яркая красновато-желтая прослойка, въ которой, на глубинѣ 230 см. отъ поверхности, стояла грунтовая вода.		

Этотъ уровень воды былъ отмѣченъ 21 II 1910 г.; 25 III—уровень былъ на глубинѣ 255 см., а 17 V—на глубинѣ 265 см. Такъ какъ ранняя весна 1910 г. была очень сухая, то ясно, что въ болѣе влажные годы уровень воды поднимался и поднимается выше (въ маѣ 1911 г. она была на глубинѣ 235 м.) и высота его поднятія въ различное время обозначается горизонтальными прослойками гидратовъ окиси желѣза, которые выдѣлялись тамъ, гдѣ грунтовыя воды, богатыя желѣзомъ, соприкасались съ кислородомъ воздуха, проникающаго въ почву.

Такова морфологія подзолистыхъ почвъ тѣхъ районовъ Европейской и Азіатской Россіи, а также и Зап. Европы, которые не испытывали на себѣ въ своемъ геологическомъ прошломъ вліянія сухихъ климатовъ.

Большинство описанныхъ разрѣзовъ, за исключеніемъ тѣхъ, которые представляли собой слабо-подзолистыя (дерновыя) почвы, принадлежатъ къ категоріи подзолистыхъ почвъ, которыя характеризуются ортштейновыми образованіями. Эти послѣднія, какъ мы видѣли, значительно отличаются своимъ внѣшнимъ видомъ другъ отъ друга прежде всего въ зависимости отъ того, пріурочиваются ли они къ почвамъ песчаной или глинистой группы. У первыхъ наблюдаются ортштейновыя образованія болѣе или менѣе сплошного характера, въ видѣ прослойковъ, слоевъ, дающихъ иногда отдѣльные карманы, прожилки и пр. У глинистыхъ почвъ ортштейнъ является въ видѣ отдѣльныхъ конкрецій округлой формы, діаметръ которыхъ колеблется отъ 1—2 мм. до сантиметра и даже нѣсколько болѣе.

Среди ортштейновыхъ образованій песчаныхъ и супесчаныхъ подзолистыхъ почвъ еще Мюллеръ выдѣлилъ прежде всего три основныя группы:

A. Ортштейнъ, обязанный своимъ происхожденіемъ вмыванію[1]).

1. Глинистый ортштейнъ. Болѣе или менѣе пористая и твердая смѣсь песку и глины сѣраго цвѣта. Щелочи и кислоты не дѣйствуютъ.

2. Торфообразный ортштейнъ. Плотная землистая, или твердая чернобурая, черная и голубовато-черная масса съ бѣлыми песчинками. Разрушается растворомъ щелочи; распадается на воздухѣ.

B. Ортштейнъ, получившійся путемъ абсорбціи.

3. Гумусовый ортштейнъ. Плотный, землистый или твердый желтовато-бураго или чернобураго цвѣта. Отъ дѣйствія щелочи распадается. Разбавленныя кислоты слабо измѣняютъ. Распадается на воздухѣ. Этотъ типъ имѣетъ двѣ разновидности:

a) Желѣзисто-гумусовый ортштейнъ. Содержитъ желѣза больше, чѣмъ подстилающій его горизонтъ.

b) Бѣдный желѣзомъ гумусовый ортштейнъ. Содержитъ желѣза меньше чѣмъ подстилающій его горизонтъ.

C. Ортштейнъ конкреціоннаго происхожденія (Durch Konkretion entstandener Ortstein).

4. Желѣзистый песчаникъ.

5. Дерновая руда.

Мы полагаемъ, что третью группу едва-ли слѣдуетъ выдѣлять въ ортштейновыя, во-первыхъ потому, что отнесенный къ ней желѣзистый песчаникъ не отличается существенно отъ ортштейновъ предыдущихъ группъ, а во вторыхъ потому, что дерновая руда имѣетъ совершенно

[1]) Мы употребили терминъ „вмываніе“ вмѣсто принятаго авторомъ „Abschwemmung“, такъ какъ по нашему мнѣнію первый терминъ точнѣе опредѣляетъ характеръ совершающагося здѣсь процесса. Вмываніе глинистыхъ частицъ въ подзолистыхъ почвахъ принималъ и A. Mayer. Landw. Versuchst. 1903, 58, p. 161.

иное происхождевіе, чѣмъ ортштейнъ. Она, какъ это правильно отмѣтилъ фанъ Беммеленъ (2), не является продуктомъ выдѣленія изъ просачивающихся сверху водъ, а продуктомъ, образуемымъ поднимающимися къ поверхности подпочвенными водами.

Образуется ли ортштейнъ путемъ абсорбціи (вторая группа Мюллера) или слѣдуетъ принять иной способъ образованія, мы пока не обсуждаемъ, отлагая этотъ вопросъ до разсмотрѣнія генезиса подзолистыхъ почвъ вообще.

Раманнъ (53, 35) различаетъ три формы ортштейна, а именно:

1) Branderde. Образующій легко распадающуюся массу, богатую органическими веществами; залегаетъ на небольшихъ глубинахъ.

2) Ортштейнъ твердый, какъ камень, бурой до черной окраски, со среднимъ содержаніемъ органическаго вещества. Встрѣчается преимущественно въ сѣверной Германіи.

3. Буроватый или бурый ортштейнъ, очень твердый, содержащій небольшое количество органическаго вещества. Онъ обычно имѣетъ большую мощность и перекрывается слоемъ менѣе твердаго и темнаго ортштейна.

Прежде чѣмъ мы перейдемъ къ химическимъ свойствамъ подзолистыхъ почвъ, необходимо отмѣтить, что ортштейновыя образованія встрѣчаются далеко не во всѣхъ подзолистыхъ почвахъ, и что не только тѣ почвы, которыя мы относимъ къ категоріи просто подзолистыхъ или слабо-подзолистыхъ (дерновыхъ) почвъ, часто совершенно не сопровождаются ясно развитыми ортштейновыми образованіями, но и въ подзолахъ, т. е. почвахъ съ ясно и рѣзко оформленными бѣлесыми горизонтами (A_2), часто нѣтъ ортштейна (Туминъ, 75).

Слѣдовательно, для образованія ортштейновыхъ разностей подзолистыхъ почвъ требуются какія-то другія, особыя условія, помимо условій общихъ для развитія подзолистыхъ почвъ вообще. Каковы эти условія, мы увидимъ ниже, а теперь обратимся къ химической характеристикѣ подзолистыхъ почвъ и остановимся прежде всего на химизмѣ тѣхъ разностей, въ которыхъ отсутствуетъ ортштейнъ. Мы располагаемъ слѣдующими данными для подзолистыхъ почвъ Якутской области, развившихся изъ гранита и изъ близкой къ діориту породы.

I. Подзолъ изъ гранита на Яблоновомъ хребтѣ въ бассейнѣ р. Туигира.

A_1. Торфяносто-перегнойный горизонтъ.
A_2. Бѣлесый сплошной горизонтъ.
B. Буровато-желтый мелкоземистый горизонтъ.
C. Гранитъ.

Необходимо пояснить, что горизонтъ B представляетъ не только механически измельченную массу гранита, въ которую не попали болѣе

крупныя зерна кварца, входящаго въ составъ гранита, такъ какъ они менѣе, чѣмъ полевой шпатъ, обладающій хорошо выраженной спайностью, способны превращаться въ порошокъ, но отчасти и иллювіальный горизонтъ. Для анализа горизонтовъ A_1, A_2 и B взяты только мелкоземистыя части послѣднихъ, однихъ и тѣхъ же размѣровъ, полученныя путемъ отсѣиванія черезъ одно и тоже сито.

	A_1.	A_2.	B.	C.
H_2O при 100° Ц.	3,06%	1,69%	4,10%	0,98%
Гумуса	10,94	1,25	2,29	—
Потери при прокал.	12,78	5,02	6,00	1,21
SiO_2	66,86	74,01	63,60	74,87
Al_2O_3	13,38	13,78	17,10	13,82
Fe_2O_3	1,71	1,95	4,50	1,92
Mn_3O_4	0,04	0,04	0,08	0,04
CaO	1,38	0,92	0,69	0,63
MgO	0,14	0,13	0,45	0,40
K_2O	2,36	2,28	4,12	3,96
Сумма	100,26	99,89	100,05	99,50

Перечисливъ цифры на минеральное вещество, получаемъ:

	A_1.	A_2.	B.	C.
SiO_2	76,42%	78,01%	67,65%	76,17%
Al_2O_3	15,29	14,52	18,19	14,06
Fe_2O_3	1,98	2,05	4,78	1,95
Mn_3O_4	0,04	0,04	0,08	0,04
CaO	1,57	0,97	0,73	0,64
MgO	0,16	0,13	0,47	0,40
K_2O	2,69	2,40	4,38	4,03
Na_2O	1,78	1,84	3,68	2,66

Изъ полученныхъ цифръ видно, что несмотря на то, что изъ горизонтовъ A_1 и A_2 были удалены крупныя зерна кварца, а гранитъ анализировался цѣликомъ, въ составѣ первыхъ двухъ горизонтовъ находимъ не только не меньше SiO_2 чѣмъ въ гранитѣ, а даже больше (особенно въ A_2). Очевидно, что изъ поверхностныхъ горизонтовъ вынесена не только нѣкоторая часть основаній, но и полуторныхъ окисловъ [1]). Это особенно ясно изъ сравненія состава горизонтовъ A_1 и A_2 съ B.

Такъ какъ въ данномъ случаѣ мы имѣли дѣло съ породой, богатой кварцемъ, въ силу чего могла образоваться значительная разница состава породы и ея мелкозема, то интересно прослѣдить тѣ измѣненія, которыя подзолообразовательный процессъ произвелъ въ безкварцевой породѣ.

[1]) Известь иногда накопляется въ поверхностныхъ горизонтахъ въ связи съ большимъ содержаніемъ гумуса и торфообразныхъ частицъ.

II. Подзолъ изъ породы, близкой къ діориту (Яблоновый хребетъ, бассейнъ р. Тунгира) [1]).

A_1. — Торфянисто-перегнойный горизонтъ.
A_2. — Бѣлесый сплошной горизонтъ.
B. — Буроватый мелкоземистый горизонтъ.
C. — Порода, близкая къ діориту.

Какъ и въ предыдущемъ случаѣ, анализировался мелкоземъ горизонтовъ A_2 и B. Въ горизонтѣ A_1 опредѣлялись только гигроскопическая вода и потеря при прокаливаніи.

H_2O при 100° Ц.	7,55%	2,58%	3,48%	0,89%
Гумуса	—	2,80	1,65	—
Потери при прокал.	29,45	4,19	4,74	3,37
SiO_2	—	69,55	62,22	54,74
Al_2O_3	—	14,96	17,93	21,28
Fe_2O_3	—	3,08	4,58	2,46
FeO	—	—	1,85	6,38
Mn_3O_4	—	сл.	0,31	0,43
CaO	—	1,62	2,08	5,65
K_2O	—	2,15	2,04	0,74
Na_2O	—	2,57	2,81	2,75
P_2O_5	—	0,07	0,08	0,31
Сумма		99,10	99,91	99,77

Перечисливъ цифры на миперальное вещество, получаемъ:

	A_2.	B.	C.
SiO_2	73,28%	65,38%	56,78%
Al_2O_3	15,76	18,84	22,07
Fe_2O_3	3,24	4,81	2,55
FeO	—	1,94	6,61
Mn_3O_4	сл.	0,32	0,44
CaO	1,70	2,18	5,86
MgO	0,95	1,33	1,72
K_2O	2,26	2,14	0,76
Na_2O	2,70	2,95	2,85

На этомъ примѣрѣ ясно виденъ выносъ полуторныхъ окисловъ изъ гориз. A_2. Такова общая картина, которую даютъ анализы подзолистыхъ почвъ даже въ томъ случаѣ, если онѣ не содержатъ ортштейна. Горизонты A_1 и A_2 оба являются элювіальными, и происходящій въ нихъ процессъ вымыванія болѣе или менѣе одинаковъ, несмотря на различіе ихъ морфологіи, главнымъ образомъ, цвѣта. Поэтому мы и обозначаемъ оба эти горизонта одной и той же буквой A. Горизонтъ B, напротивъ,

[1]) Оба образца были доставлены экспедиціей Сукачева, входившей въ составъ экспедицій, командируемыхъ по иниціативѣ Переселенческаго Управленія для изученія почвъ и растительности Азіатской Россіи.

является иллювіальнымъ, такъ какъ въ него вмыто кое-что изъ поверхностныхъ горизонтовъ.

Приведемъ теперь рядъ аналитическихъ данныхъ, касающихся той категоріи подзолистыхъ почвъ, которая сопровождается ортштейновыми образованіями. Для этой цѣли мы воспользуемся анализами Раманна для песчанистыхъ подзоловъ Помераніи, анализами Туксена для датскихъ песчанистыхъ подзоловъ и анализами Гельбига (Мюнстъ, 48) для подзоловъ Шварцвальда, образовавшихся изъ гранита.

Всѣ эти анализы даютъ, въ общихъ чертахъ, одну и ту же картину: горизонтъ A_2 обѣдненъ основаніями и полуторными окислами по травленію съ материнской породой, а ортштейнъ обогащается полуторными окислами и окислами марганца, тогда какъ количество основаній въ немъ не всегда увеличивается (исключеніе составляетъ иногда окись магнія, о чемъ скажемъ еще ниже). Разлагаемость ортштейна въ соляной кислотѣ замѣтно повышена, по сравненію съ разлагаемостью материнской породы, но и это касается опять-таки преимущественно полуторныхъ окисловъ, окисловъ марганца, фосфорной, сѣрной кислоты и кремнезема и сравнительно въ меньшей степени основаній.

Анализы Раманна.

Составныя части.	Подзолъ съ 1,5% гумуса.			Ортштейнъ съ 7,28% гумуса.			Желтобурый песокъ подъ ортш.		
	Растворилось въ HCl.	Не растворилось.	Всего.	Растворилось въ HCl.	Не растворилось.	Всего.	Растворилось въ HCl.	Не растворилось.	Всего.
K_2O	0,0076	0,618	0,626	0,0178	0,754	0,772	0,0085	1,103	1,117
Na_2O	0,0111	0,167	0,178	0,0033	0,360	0,363	0,0213	0,528	0,549
CaO	0,0110	0,060	0,071	0,0194	0,170	0,189	0,0254	0,225	0,250
MgO	0,0026	0,020	0,023	0,0137	0,028	0,042	0,0401	0,064	0,104
Mn_3O_4	0,0032	0,060	0,063	0,0044	0,047	0,051	0,0068	0,026	0,033
Fe_2O_3	0,0964	0,450	0,546	0,1936	0,690	0,784	0,3448	0,760	1,105
Al_2O_3	0,0268	1,650	1,677	1,5256	2,320	3,845	0,4000	3,210	3,610
P_2O_5	0,0059	0,043	0,049	0,2966	0,042	0,338	0,0281	0,043	0,071
Сумма	0,1646	2,068	2,233	2,0744	4,441	6,482	0,895	5,938	6,833

Анализы Туксена (Данія).

Растворилось въ соляной кислотѣ.	Торфъ.	Подзолистый горизонтъ.	Ортштейнъ.	Подпочка.	Торфъ.	Подзолистый горизонтъ.	Ортштейнъ.	Подпочва.
P_2O_5	0,044	0,011	0,038	0,031	0,025	0,005	0,039	0,008
Al_2O_3	0,218	0,265	0,170	1,695	0,382	0,086	0,804	0,191
Fe_2O_3	0,451	0,182	3,720	1,462	0,142	0,053	0,791	0,632
CaO	0,088	0,007	0,096	0,039	0,038	0,008	0,007	0,006
MgO	0,053	0,005	0,032	0,040	0,009	0,009	0,005	0,002
K_2O	0,055	0,017	0,073	0,084	0,015	0,006	0,008	0,012
Na_2O	0,032	0,005	0,037	0,021	0,006	0,005	0,008	0,004
Сумма растворимыхъ минеральныхъ веществъ	0,941	0,492	4,166	3,372	0,613	0,172	1,672	0,855
Общее содержаніе гумуса	36,03	2,8	12,02	2,59	13,24	1,76	11,96	1,21

Анализы Helbig'a.

	Валовой составъ.			Растворяется въ HCl.		
	Подзолъ.	Ортштейнъ.	Матер. порода.	Подзолъ.	Ортштейнъ.	Матер. порода.
SiO_2	81,46%	62,83%	69,61%	0,0969%	2,2076%	0,1178%
Al_2O_3	10,22	18,56	15,24	1,5399	12,2624	8,1492
Fe_2O_3	1,38	4,80	2,33		1,5688	
MnO	0,11	4,14	1,12	0,1055	0,5634	0,2363
CaO	0,17	0,78	0,97	0,1167	0,1819	0,1973
MgO	0,57	0,63	0,69	0,0624	0,3380	0,1421
K_2O	3,90	4,48	5,20	0,0935	0,2062	0,2188
Na_2O	3,64	4,63	5,47	0,1223	0,1591	0,0544
P_2O_5	0,29	0,89	0,58	0,0282	0,1268	0,0920
SO_3			–	0,0491	0,2552	0,0522

Такіе же результаты даютъ анализы подзоловъ съ ортштейнами, произведенными Гельбигомъ (48), изъ которыхъ видно, что въ ортштейнахъ особенно рѣзко повышается растворимость глинозема. Къ сожалѣнію, въ анализахъ Гельбига нѣтъ опредѣленій гумуса, что же касается потери при прокаливаніи, то она опредѣляется такими цифрами:

Гранитные ортштейны { 1 . . . 23,38% / 2 . . . 21,40

Песчаниковые ортштейны { 1 . . . 10,82 / 2 . . . 3,57 / 3 . . . 7,03

Изъ этихъ данныхъ видно, что количество органическаго вещества иногда бываетъ очень не велико въ ортштейнахъ.

Чрезвычайно интересенъ фактъ нахожденія въ послѣднее время въ ортштейнахъ супесчаныхъ подзоловъ Донской области палыгорскита (Полыновъ,). Получается ли палыгорскитъ во всякомъ подзолистомъ процессѣ, или для этого необходимы нѣкоторыя спеціальныя условія, пока недостаточно ясно.

Ортштейновыя конкреціи глинистыхъ подзоловъ содержатъ также значительныя количества полуторныхъ окисловъ и окисловъ марганца. Опредѣленіе этихъ группъ въ конкреціяхъ подзоловъ Смоленской губ. по горизонтамъ почвы дало слѣдующіе результаты (Туминъ).

Гориз.	Глубина.	$Fe_2O_3+Al_2O_3$.	Mn_3O_4.
A_1	2—7 см.	31,94%	18,12%
A_2	16—21 „	23,73	2,46
B	60—65 „	25,46	5,06

Приведемъ анализы конкрецій ортштейна въ глинистыхъ подзолахъ Биксада (Венгрія) параллельно съ анализомъ гориз. A_2 тѣхъ же подзоловъ (Glinka, K.).

	Гориз. A_2.	Ортштейнъ.
Потеря при прол. . . .	5,30%	6,45%
SiO_2	77,58	51,59
Al_2O_3	11,99	10,67
Fe_2O_3	2,88	14,49
MnO	—	12,93
CaO	0,81	1,91
MgO	0,61	0,93
K_2O	0,95	1,13
Na_2O	0,74	1,06
Сумма	100,86	101,09

У подзолисто-глеевыхъ почвъ (торфянисто-подзолистыхъ) полуторные окислы въ ортштейновомъ горизонтѣ B скопляются въ меньшемъ количествѣ, что можно видѣть изъ слѣдующихъ аналитическихъ цифръ [1]):

Вытяжка 10% HCl.

	Гориз.	Al_2O_3.	Fe_2O_3.
Суглинистый подзолъ Охтенскаго лѣсничества Петроградской губ.	A_1 (7—10 см.)	0,288	0,585
	A_2 (11—14 „)	0,186	0,214
	B (14—18 „)	7,009	7,290
	B (20—30 „)	2,815	1,053
	C (85—95 „)	2,048	1,911
Подзолисто-глеевая почва оттуда-же.	A_1 (18—29 „)	0,663	0,117
	A_2 (29—35 „)	0,926	0,254
	B (40—60 „)	1,748	0,975
	C (70—80 „)	0,650	2,114

[1]) Витынь (79); см. также Frosterus, B. 25.

Какъ распредѣляется гумусъ по горизонтамъ подзолистой почвы и въ ортштейновыхъ конкреціяхъ той же почвы, видно изъ слѣдующей таблицы, относящейся къ подзолистымъ суглинкамъ Смоленской губ. (Туминъ).

Глубина въ см.	Горизонты почвы.	Почва. Гумусъ.	Почва. Потеря при прок.	Конкреціи. Гумусъ.	Конкреціи. Потеря при прок.
2—7	A_1	6,28%	10,22%	5,28%	15,37%
16—21	A_2	0,595	1,98	1,57	6,02
27—32	B	0,460	5,34	0,996	6,35
60—65	B	0,258	5,55	0,66	6,47
100—105	B	0,371	5,27	0,65	5,55
130—135	C	0,143	5,46	0,53	5,11

Для гумуса подзолистыхъ почвъ является характернымъ рѣзкій скачекъ при переходѣ отъ гориз. A_1 къ гориз. A_2, а также нахождевіе второго небольшого максимума на нѣкоторой глубинѣ. Послѣднее явленіе не случайно, такъ какъ повторяется во всѣхъ анализахъ подзолистыхъ почвъ Смоленской губ. Въ гумусѣ ортштейновыхъ конкрецій скачекъ также большой отъ гориз. A_1 къ горизонту A_2, но менѣе рѣзкій, чѣмъ для горизонтовъ самой почвы. Содержаніе гумуса, за исключеніемъ гориз. A_1, въ конкреціяхъ превышаетъ содержаніе гумуса въ самой почвѣ.

Чтобы закончить съ химическими свойствами подзолистыхъ почвъ, намъ остается разсмотрѣть еще данныя водныхъ вытяжекъ, въ которыхъ обнаруживается рядъ своеобразныхъ свойствъ, первоначально отмѣченныхъ Захаровымъ (63), а именно: эти вытяжки имѣютъ кислотную реакцію, величина которой понижается по мѣрѣ углублевія. Органическаго вещества всегда переходитъ въ вытяжку больше, чѣмъ минеральнаго, причемъ количество послѣдняго по мѣрѣ углубленія падаетъ. Всѣ эти положенія подтверждаются на приводимыхъ ниже данныхъ для подзолистой почвы изъ гранита Якутской области.

На 100 гр. возд. сухой почвы:	Гориз. A_1.	Гориз. A_2.	Гориз. B.
Цвѣтъ вытяжки	Желтов. Оч.	слабо желтов.	Безцвѣтн.
Кислотн. въ граммахъ NaHO	0,0064	0,0033	0,0017
Сухой остатокъ	0,0807	0,0480	0,0254
Минер. веществъ	0,0139	0,0100	0,0082
Потери при прок.	0,0668	0,0380	0,0172
SiO_2	0,0008	0,0016	0,0010
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	0,0038	0,0018	0,0008
CaO	0,0014	0,0020	0,0015
MgO	0,0001	0,0012	0,0008
K_2O	0,0005	0,0005	0,0014
Na_2O	0,0017	0,0010	0,0006
P_2O_5	0,0002	сл.	сл.
Cl	0,0052	0,0019	0,0023
SO_3	0,0013	0,0014	0,0010

Кислотная реакція водной вытяжки подзолистыхъ почвъ не зависитъ отъ свободной или полусвязанной (въ бикарбонатахъ) углекислоты. Если взять 50 куб. см. такой вытяжки и кипятить ее до тѣхъ поръ, пока въ чашкѣ останется всего лишь 5 куб. см. жидкости, то и послѣ этого опредѣляется ясная кислотная реакція.

Сопоставляя теперь всѣ сообщенныя до сихъ поръ данныя о морфологіи и химическихъ признакахъ подзолистыхъ почвъ, мы должны прежде всего притти къ заключенію, что совершающійся здѣсь процессъ вывѣтриванія протекаетъ въ кислой средѣ. И дѣйствительно, при сравненіи состава элювіальныхъ горизонтовъ подзолистыхъ почвъ (A_1 и A_2) съ составомъ тѣхъ материнскихъ породъ, изъ которыхъ они произошли, получается впечатлѣніе, какъ будто бы элювіальные горизонты обработаны были какой-то кислотой. Отъ алюмосиликатовъ элювіальныхъ горизонтовъ отняты не только основанія, но и полуторные окислы, которые и унесены вмѣстѣ съ веществами гумуса въ глубину. Простымъ гидролизомъ объяснить этого явленія, очевидно, нельзя, какъ нельзя сдѣлать предположенія, что полуторные окислы уносятся чисто механически: желѣзо въ видѣ тонкихъ суспензій гидратовъ, а глиноземъ въ составѣ глинообразныхъ веществъ. Правда, механическое вмываніе изъ поверхностныхъ горизонтовъ почвы въ болѣе глубокіе тончайшихъ частицъ происходитъ, оно имѣетъ мѣсто и въ подзолистыхъ почвахъ, что, какъ мы видѣли, допускалось и Müller'омъ и A. Mayer'омъ, но этимъ путемъ нельзя получить ортштейновъ того состава, какой былъ приведенъ выше для гранитныхъ почвъ Шварцвальда или для суглинистыхъ подзоловъ Смоленской губерніи и окрестностей Биксада (Венгрія). Глиноземъ этихъ ортштейновъ обладаетъ столь высокой растворимостью и на ряду съ этимъ въ растворъ переходитъ настолько небольшое количество кремнезема, что трудно сдѣлать допущеніе, что глиноземъ находится въ ортштейнахъ въ видѣ глинообразныхъ силикатовъ; гораздо больше данныхъ за то, что глиноземъ здѣсь находится преимущественно въ соединеніи съ веществами гумуса, которыя и способствовали какъ его отщепленію отъ алюмосиликатовъ, такъ и переносу въ видѣ псевдорастворовъ въ глубину.

Изученіе гумусовыхъ веществъ подзолистыхъ почвъ показываетъ, что въ горизонтѣ A_1 находятся тѣ группы веществъ, которыя извѣстны подъ именемъ „гуминовой“ и „креновой“ кислотъ, а въ гориз. A_2 находится почти одна „креновая кислота“ [1]). При наличности кислой реакціи „гуминовая кислота“ не способна передвигаться на значитель-

[1]) Интересно, что реакція глеевыхъ горизонтовъ той подзолистой почвы изъ Новоалександріи, которая была описана выше, щелочная. Къ этому вопросу мы вернемся еще при характеристикѣ болотныхъ почвъ.

ныя глубины, ибо она переходитъ въ состояніе золя въ щелочной средѣ. „креновая же кислота" обладаетъ большой подвижностью и можетъ переноситься съ водой на значительныя глубины. Поэтому-то иногда совершенно безцвѣтныя вытяжки подзолистыхъ почвъ оказываются очень богатыми органическимъ веществомъ. Той-же группѣ гумусовыхъ веществъ обязана подзолистая почва и своимъ бѣлесымъ цвѣтомъ. Что дѣйствительно это такъ, показываетъ очень простой опытъ: если медленно прокаливать кусочекъ гориз. A_2 подзолистой почвы, то онъ сначала темнѣетъ, становится темно-сѣрымъ, а затѣмъ, постепенно теряя органическое вещество, дѣлается желто-бурымъ, буроватымъ и пр. Группа подвижныхъ и безцвѣтныхъ гумусовыхъ веществъ находится не только въ подзолахъ, но и во многихъ другихъ почвахъ, но только въ подзолахъ она даетъ кислую реакцію, такъ какъ только здѣсь она является ненасыщенной или недосыщенной основаніями. Происходитъ это потому, что, благодаря достаточнымъ количествамъ влаги, органическіе остатки, изъ которыхъ образуются вещества гумуса, теряютъ свои зольные элементы еще раньше, чѣмъ успѣютъ гумифицироваться. Впрочемъ, по мѣрѣ просачиванія въ глубину, кислотныя вещества гумуса замѣтно насыщаются основаніями и поэтому кислотность подзолистой почвы, по мѣрѣ углубленія, падаетъ. Этимъ же, вѣроятно, объясняется и то обстоятельство, что далеко не всегда самые бѣлые горизонты подзолистой почвы являются и самыми выщелоченными. Сплошь и рядомъ приходится наблюдать, что, прокаливая кусочекъ болѣе бѣлесаго горизонта подзолистой почвы, получаешь въ результатѣ болѣе интенсивную желѣзистую окраску, чѣмъ прокаливая кусочекъ менѣе бѣлесаго горизонта. Въ первомъ случаѣ бѣлый цвѣтъ можетъ быть связанъ съ болѣе насыщенными основаніями веществами гумуса, оказывающими уже слабое растворяющее дѣйствіе, во второмъ — съ менѣе насыщенными и потому дѣйствующими энергичнѣе.

Выше мы уже отмѣтили, что можно различать двѣ главныя категоріи подзолистыхъ почвъ: у одной изъ нихъ присутствуютъ ортштейновыя образованія въ видѣ конкрецій, сплошныхъ прослойковъ и даже цѣлыхъ слоевъ, у другихъ ортштейновыхъ горизонтовъ не образуется, а развиваются лишь ихъ аналоги — иллювіальные горизонты, обогащенные и болѣе тонкозернистыми частицами, и содержаніемъ полуторныхъ окисловъ по сравненію съ горизонтами элювіальными.

Наблюденія въ природѣ (Туминъ, 75) показываютъ, что ортштейновыя образованія развиваются лишь въ группѣ такихъ подзолистыхъ почвъ, которыя, занимая пониженные участки рельефа, иногда пересыщаются влагой настолько, что въ нихъ временно могутъ совершаться возстановительные процессы. Гессельманъ (Hesselmann, 35) отмѣтилъ, между прочимъ, что кислая, богатая гумусомъ, почва чрезвы-

чайно энергично задерживаетъ въ своихъ поверхностныхъ горизонтахъ кислородъ воздуха, содержащійся въ атмосферной водѣ, такъ что болѣе глубокіе горизонты почвы получаютъ уже обезкислороженную воду. Если при этомъ атмосферная вода хотя бы временно находится въ такомъ избыткѣ, что преграждаетъ доступъ кислорода атмосферы вглубь почвы, то создаются условія для развитія возстановительныхъ процессовъ. Соединенія желѣза и марганца становятся при этомъ подвижными и выщелачиваются въ болѣе глубокіе горизонты. Но такъ какъ пересыщеніе влагой здѣсь лишь временное, то черезъ извѣстный періодъ наступаетъ очередь окислительныхъ процессовъ. Это происходитъ тогда, когда поверхностные горизонты почвы освобождаются отъ избытка влаги и становятся доступными для кислорода атмосферы. Закисныя соединенія при этомъ окисляются и становятся неподвижными, давая начало ортштейновымъ образованіемъ (Мауег, А., 44).

Эти поперемѣнно дѣйствующіе процессы возстановленія и окисленія затрогиваютъ не только соединенія желѣза и марганца, но и вещества гумуса, которыя въ большихъ или меньшихъ количествахъ присоединяются къ ортштейну. Въ почвахъ бѣдныхъ желѣзомъ вещества гумуса будутъ играть господствующую роль, въ почвахъ же, богатыхъ желѣзомъ — подчиненную. Поэтому-то и различаются сильно гумусныя и мало гумусныя ортштейновыя образованія.

Изслѣдованія Майера показали, что извлекаемыя щелочью вещества гумуса въ подзолистой почвѣ содержали до 59—60% углерода, тогда какъ въ ортштейнѣ той же почвы содержаніе углерода гумуса, выдѣляемаго изъ щелочной вытяжки, падало до 55 и даже 47,5%. Часть гумусовыхъ веществъ ортштейна растворялась въ соляной кислотѣ и эта часть по составу и свойствамъ отвѣчала такъ называемой апокреновой кислотѣ. Послѣдняя и должна получаться при окисленіи креновой кислоты, которая, какъ мы видѣли, характерна для подзолистыхъ почвъ.

Въ послѣднее время, однако, даннымъ выше толкованіемъ происхожденія ортштейна уже не довольствуются. Оказывается, что при извѣстныхъ условіяхъ ортштейновыя образованія формируются не только какъ результатъ чисто химическихъ процессовъ. Если бы желѣзистый ортштейнъ являлся исключительно продуктомъ выдѣленія ихъ растворовъ, какъ это указано выше, то едва ли бы мы могли объяснить его химическій составъ. Органическія кислоты гумуса имѣютъ очень большой вѣсъ частицы, и если бы въ ортштейнѣ выдѣлялась вмѣстѣ съ желѣзомъ и органическая кислота, то желѣза въ ортштейнѣ должно было бы быть значительно меньше, чѣмъ гумуса, въ природѣ же, какъ мы видѣли, часто наблюдаются совершенно обратныя отношенія. Слѣдовательно, однимъ химическимъ процессомъ, возстановленіемъ и окисленіемъ солей желѣза и органическихъ кислотъ объяснить образованіе всѣхъ видовъ ортштейна нельзя.

Аарніо (1), задавшись цѣлью выяснить роль коллоидовъ въ процессѣ образованія ортштейна, бралъ торфянистую массу, получалъ изъ нея водную вытяжку, которая содержала опредѣленное количество органическихъ веществъ въ растворѣ или псевдорастворѣ, а затѣмъ бралъ коллоидный растворъ гидрата окиси желѣза. Эти два раствора были вполнѣ опредѣленной концентраціи. Онъ сливалъ ихъ вмѣстѣ, и если относительныя количества этихъ веществъ находились въ извѣстныхъ предѣлахъ, то растворы дѣйствовали другъ на друга коагулирующимъ образомъ, т. е. изъ нихъ выпадали, въ видѣ гелей, и желѣзо, и органическое вещество. Такимъ образомъ, если въ почвѣ гидратъ окиси желѣза переходитъ въ состояніе золя, то онъ начинаетъ просачиваться внизъ. При извѣстныхъ количественныхъ соотношеніяхъ между органическимъ веществомъ и желѣзомъ они выпадаютъ вмѣстѣ. При этихъ условіяхъ очень ничтожное количество органическихъ веществъ можетъ осадить замѣтное количество желѣза. Здѣсь нѣтъ даже надобности въ предварительномъ возстановленіи желѣза въ закись.

Такимъ образомъ чисто химическіе процессы съ одной стороны, и коллоидное состояніе окиси желѣза и органическихъ веществъ, съ другой, являются причинами образованія ортштейна.

Разница въ морфологіи ортштейновыхъ образованій песчаныхъ и глинистыхъ почвъ обусловливается вліяніемъ механическаго состава почвы. Тамъ, гдѣ прониканіе воды и воздуха идетъ болѣе или менѣе равномѣрно во всей толщѣ породы (песчаныя почвы), образуется болѣе или менѣе сплошная прослойка или слой ортштейна, въ породахъ съ меньшей степенью водопроницаемости и воздухопроницаемости (супесчаныя почвы) образуются крупныя неправильной формы конкреціи, въ почвахъ, наименѣе проницаемыхъ (суглинистыя, глинистыя), ортштейнъ принимаетъ форму отдѣльныхъ, болѣе или менѣе округлыхъ конкрецій. Въ глинистыхъ массахъ просачивающаяся вода скорѣе переходитъ изъ капиллярнаго состоянія въ пленочное и пленки растворовъ, окружающія отдѣльныя зерна или группы зеренъ почвы, находясь подъ значительнымъ давленіемъ, способствуютъ большей концентраціи въ нихъ растворимаго вещества, а слѣдовательно и болѣе легкому выпаденію послѣдняго изъ раствора. Повидимому, этимъ путемъ совершается образованіе въ природѣ многихъ округлыхъ конкрецій.

Переходимъ теперь къ той категоріи почвъ подзолистаго типа, которая пріурочивается къ областямъ, находившимся ранѣе при условіяхъ иного, болѣе сухого климата. Всѣ почвы этой группы являются въ той или иной мѣрѣ продуктами деградаціи. Изъ нихъ прежде всего обратили на себя вниманіе такъ называемые лѣсные суглинки или сѣрыя лѣсныя земли. На своеобразность этихъ послѣднихъ впервые указалъ Плагге, главный садовникъ Казанскаго университета.

о чемъ упоминается въ извѣстной работѣ Рупрехта (61). Однако, ни Плагге, ни Рупрехтъ, ни другіе изслѣдователи, хорошо знавшіе, что въ черноземной полосѣ Россіи зачастую нѣтъ чернозема подъ лѣсами (Борисякъ, Левашовскій), не останавливаются на своеобразной морфологіи лѣсныхъ почвъ. Этого вопроса впервые касается Докучаевъ въ 1883 г., а затѣмъ онъ подробнѣе разрабатывается участниками Нижегородской и Полтавской почвенныхъ экспедицій. Къ вопросу о строеніи и структурѣ этихъ почвъ Докучаевъ (15) вновь приступаетъ въ 1888 г., а вопросъ о ихъ генезисѣ одновременно разсматривается Костычевымъ (38) и Коржинскимъ (37).

Докучаевъ въ началѣ своихъ работъ держался того взгляда, что лѣсныя земли представляютъ самостоятельный почвенный типъ, произошедшій въ степной полосѣ независимо отъ чернозема, при иныхъ условіяхъ почвообразованія. Коржинскій, наоборотъ, изслѣдуя сѣверную границу чернозема на востокѣ Россіи, пришелъ къ заключенію, что лѣсные суглинки представляютъ результатъ послѣдовательнаго измѣненія чернозема подъ вліяніемъ надвинувшагося на него лѣса; такое измѣненіе чернозема и получило названіе деградаціи.

Прежде чѣмъ перейти къ знакомству со строеніемъ и свойствами лѣсныхъ земель, остановимся нѣсколько на сущности процесса деградаціи черноземныхъ почвъ. Заселеніе степи лѣсами несомнѣнно влечетъ за собой измѣненіе той обстановки, въ которой протекаетъ процессъ почвообразованія, такъ какъ подъ вліяніемъ лѣса мѣняются условія температуры и влажности какъ воздуха, такъ и горизонтовъ почвы и грунта. Болѣе равномѣрная температура и большая влажность поверхности способствуютъ болѣе энергичному распаду органическихъ остатковъ и полученію продуктовъ этого распада иного качества, чѣмъ въ степи. Такъ какъ гумусообразователями являются, повидимому, не столько бактеріи, какъ грибы, и такъ какъ эти послѣдніе подъ пологомъ лѣса, при условіяхъ отѣненія и болѣе постоянной влажности поверхности почвы и лѣсной подстилки, находятъ для себя здѣсь лучшія условія существованія, чѣмъ въ степи, то болѣе энергичный распадъ органическихъ остатковъ въ лѣсу становится понятнымъ.

Установившееся нѣкогда въ степи равновѣсіе между приходомъ и разложеніемъ органическихъ остатковъ нарушается и начинаютъ разлагаться не только остатки лѣсной растительности, но и старый степной гумусъ. Корни лѣсной растительности уже не доставляютъ того количества матеріала на образованіе гумуса, какое давала корневая система травянистой растительности, ибо не даютъ особенно густой сѣтки, а крупные корни, отмирая, часто разлагаются совнутри и зачастую отъ нихъ остается лишь одна внѣшняя оболочка, въ то время, какъ вся внутренность превратилась въ газообразные продукты.

Гумусовые горизонты чернозема, завоеваннаго лѣсомъ, начинаютъ понемногу свѣтлѣть, при чемъ это явленіе въ болѣе рѣзкой формѣ сказывается первоначально на болѣе глубокихъ слояхъ этихъ горизонтовъ, въ то время какъ поверхностные сохраняются больше отъ измѣненія. Данное явленіе стоитъ, быть можетъ, въ связи съ распредѣленіемъ древесныхъ корней, по ходамъ которыхъ влага скорѣе и въ большихъ количествахъ достигаетъ мелкихъ отвѣтвленій корневой системы, чѣмъ путемъ непосредственнаго просачиванія сквозь массу почвы. О характерѣ просачивающейся подъ лѣсами влаги мы уже знаемъ: это кислая влага, содержащая такъ называемую креновую кислоту. Слѣдовательно, типъ почвообразованія здѣсь по существу тотъ же, что и у подзолистыхъ почвъ, и на ряду съ уничтоженіемъ вѣками накопленныхъ запасовъ гумуса идетъ и оподзоливаніе гумусовыхъ горизонтовъ почвы. Измѣненіе условій почвообразованія отражается здѣсь, однако, не только на гумусовыхъ, но и на болѣе глубокихъ горизонтахъ, которые не только лишаются на нѣкоторую глубину углекислой извести (и гипса, если таковой былъ), но и принимаютъ, какъ увидимъ ниже, своеобразный характеръ.

Помимо ряда наблюденій въ природѣ надъ деградаціей чернозема, имѣются и опытныя изслѣдованія Костычева, правда, нѣсколько искусственныя, но дающія тѣмъ не менѣе извѣстное представленіе о процессѣ, протекающемъ въ природѣ. Изслѣдователь бралъ черноземную почву изъ Екатеринославской губерніи и помѣщалъ ее въ два цилиндрическіе сосуда слоемъ въ 6 дюймовъ. Почвы было взято по 300 гр. въ каждомъ опытѣ, и въ одномъ сосудѣ поверхность ея была покрыта слоемъ опавшихъ дубовыхъ листьевъ въ количествѣ 150 гр. Послѣ этого почвы поливались водой каждый разъ въ такомъ количествѣ, чтобы онѣ не могли задержать всей воды, но чтобы часть послѣдней проходила въ подставленные внизу стаканы. Всего было употреблено для поливки:

Для чернозема съ покровомъ изъ листьевъ . . . . . 10.100 куб. см.
„ „ безъ покрова „ „ . . . . . 10.125 „ „

Въ подставленные стаканы фильтровались совершенно безцвѣтные растворы, изъ которыхъ вскорѣ осѣдало бѣлое вещество, оказавшееся углекислой известью. Опыты продолжались годъ; вода, прошедшая сквозь почву, собиралась и выпаривалась въ платиновыхъ чашкахъ, и затѣмъ твердый остатокъ анализировался. Результатъ получился слѣдующій:

	Въ сухой почвѣ %.	Въ растворѣ изъ сосуда съ листьями.	Безъ листьевъ.
		Граммы.	
Гумусъ	8,461	—	—
Химич. связ. H_2O	3,258	—	—
Потеря при прок.	11,718	1,9012	1,2530

Растворим. въ HCl:			
SiO_2 (въ раств. соды)	16,508	0,3128	0,1705
Al_2O_3	6,337	0,2704	0,0204
Fe_2O_3	4,984		
Mn_2O_3	0,234	0,1018	0,0219
CaO	2,088	1,3569	1,7618
MgO	1,715	1,3483	0,3667
K_2O	0,736	0,0726	0,0496
Na_2O	0,103	0,0654	0,0593
P_2O_5	0,168	0,0053	сл.
SO_3	сл.	0,0839	0,1611
CO_2	0,424		
Сумма растворим. . . .	24,938		
Нерастворим.	63,344		

Количество гумуса было опредѣлено послѣ опыта въ обоихъ сосудахъ, при чемъ оказалось;

въ почвѣ съ покровомъ изъ листьевъ . .	7,30%
„ „ безъ покрова „ „ . .	6,57

Такъ какъ передъ опытомъ каждый изъ образцовъ содержалъ 253,83 гр. гумуса, то, слѣдовательно, за годъ разложилось:

въ почвѣ съ покровомъ . .	34,8 гр.
„ „ безъ покрова . .	56,7 „

Такимъ образомъ покровъ ослаблялъ, какъ видно, потерю гумуса въ очень значительной мѣрѣ, что и понятно, такъ какъ онъ самъ содержалъ матеріалъ, служившій для пополненія запаса гумусовыхъ веществъ.

Черноземная почва послѣ опыта измѣнила свой цвѣтъ, приблизившись въ этомъ отношеніи къ сѣрымъ лѣснымъ землямъ. Изъ нея извлечено было при лиственномъ покровѣ около 6 гр. сухого вещества, а безъ подстилки 4 гр., т. е. 0,2 и 0,13%. Вмѣстѣ съ тѣмъ почва сдѣлалась менѣе связной. Послѣ трехлѣтней обработки по указанному способу почва сохранила лишь 2,5% перегноя.

Такимъ образомъ для насъ ясно, что черноземъ дѣйствительно способенъ деградироваться, и что основной причиной деградаціи является увеличеніе количества влаги, идущей на процессы почвообразованія. Отсюда можно заключить, что лѣсъ въ процессахъ деградаціи играетъ роль постольку, поскольку онъ способенъ увеличивать количество влаги въ верхнихъ горизонтахъ почвы, и что мыслимы случаи, когда деградація чернозема будетъ совершаться и безъ содѣйствія лѣса, а просто подъ вліяніемъ измѣненія воднаго режима бывшихъ степныхъ районовъ въ сторону большей влажности. И дѣйствительно, случаи деградаціи послѣдняго рода, какъ увидимъ ниже, въ природѣ существуютъ.

Обратимся теперь къ морфологіи почвеннаго разрѣза типичнаго лѣсного суглинка, получившагося путемъ деградаціи, какъ она

(морфологія) была описана изслѣдователями Полтавской губ. (Георгіевскій, 28).

A_0. — Лѣсная подстилка, толщиной отъ 2,5 до 5 см.; состоитъ изъ мало перегнившихъ, хотя и сильно побурѣвшихъ, листьевъ, мелкихъ сучьевъ, древесныхъ плодовъ и другихъ остатковъ лѣсныхъ растеній; изрѣдка попадаются легкіе комочки безформенной органической массы.

A_1. — Темносѣраго, коричиевато-сѣраго до свѣтло-сѣраго цвѣта. Структура его мелко гороховата, отчасти крупитчата. Книзу окраска горизонта постепенно свѣтлѣетъ, а размѣры „горошинъ" увеличиваются, и на глубинѣ 24—26 см. горошины достигаютъ величины лѣсного орѣха.

A_2. — Пепельно-сѣрый, такъ называемый „орѣховатый" горизонтъ. Въ сухомъ состояніи очень легко, при самомъ ничтожномъ сотрясеніи, распадается на небольшіе угловатые комочки (орѣшки), покрытые съ поверхности бѣлесо-пепельнымъ порошкомъ, количество котораго, однако, не велико. По мѣрѣ углубленія діаметръ орѣшковъ растетъ; вмѣстѣ съ чѣмъ почва становится плотнѣе и компактнѣе. Мощность горизонта A_2 достигаетъ 47—48 см.

B_1. — Красновато-бурый плотный суглинокъ, въ верхнихъ частяхъ содержащій еще отдѣльными участками гумусовую окраску и орѣховатую структуру. По трещинамъ и порамъ встрѣчаются темно-коричневыя примазки, типичныя въ большей или меньшей степени для всѣхъ почвъ, испытавшихъ на себѣ вліяніе лѣса [1]). Мощность горизонта въ Полтавской губерніи достигаетъ 0,7—1,4 метра.

B_2. — Буроватый сильно известковистый суглинокъ, мѣстами превращающійся въ совершенно бѣлый твердый известковистый мергель—0,7—1,4 метра.

C. — Желтый лёссъ.

Таково типичное строеніе лѣсныхъ суглинковъ (рис. 18 и 19) [2]). Такъ какъ послѣдніе въ Европейской и Азіатской степи и предстепьи представляютъ продуктъ деградаціи и такъ какъ конечной стадіей деградаціи является подзолистая почва, то совершенно очевидно, что мы должны встрѣтить въ природѣ, съ одной стороны, рядъ переходовъ отъ типичнаго лѣсного суглинка къ подзолу, а съ другой — такой же рядъ переходовъ къ черноземy.

---

[1]) Богословскій, Н. (4).

[2]) Почвы съ аналогичнымъ строеніемъ и структурой извѣстны и въ сѣверной подзолистой зонѣ Россіи (Псковской губ.), гдѣ, конечно, никто и никогда не могъ бы заподозрить существованія степи. Тамъ онѣ располагаются на особыхъ плотныхъ и вязкихъ разностяхъ моренныхъ глинъ, лишенныхъ въ своихъ верхнихъ горизонтахъ валуновъ. Обычно въ такихъ районахъ поселяются дубовые лѣса съ рѣдкою ясенью и лещиной (Corylus Avellana). Почвы эти у мѣстныхъ жителей носятъ названіе „поддубицы", „дубняжины" — термины, указывающіе на развитіе такихъ почвъ подъ дубовыми лѣсами. Сходство описываемыхъ почвъ съ лѣсными суглинками предстепья и степи ограничиваются лишь гумусовыми горизонтами, а горизонтовъ B, аналогичныхъ степнымъ, въ сѣверныхъ почвахъ не наблюдается.

Послѣдній рядъ почвъ составляютъ такъ называемые деградированные черноземы, въ строеніи которыхъ ослабѣваютъ типическіе признаки лѣсного суглинка и усиливаются типическіе признаки чернозема (рис. 20). Горизонтъ A_1 становится темнѣе и у нѣкоторыхъ разностей кажется иногда почти чернымъ въ природѣ (начальныя стадіи деградаціи). Горизонтъ A_2 также темнѣе и мало выражена орѣховатость, а горизонты B_1 и B_2 находятся въ зачаткѣ или выражены значительно слабѣе.

Существуетъ, однако, какъ мы упоминали выше, и другая разность деградированныхъ черноземовъ, развивающаяся не подъ вліяніемъ лѣса, а въ силу измѣненія почвенныхъ условій въ сторону большей влажности. Эту разность можно наблюдать вдоль сѣверной границы черноземной зоны и особенно, кажется, въ западной ея части. Мнѣ неоднократно приходилось штудировать разрѣзы такихъ деградированныхъ черноземовъ въ Грубешовскомъ уѣздѣ Холмской губ. У этой разности горизонтъ A_1 является болѣе свѣтло окрашеннымъ, замѣтно иногда оподзоленнымъ и выщелоченнымъ, а горизонтъ A_2 темнѣе. Красно-бурые горизонты въ этихъ случаяхъ не наблюдаются, и вскипаніе съ кислотой можно иногда констатировать непосредственно подъ горизонтомъ A_2, тогда какъ въ деградированныхъ черноземахъ первой группы горизонтъ углесолей чаще всего нѣсколько пониженъ.

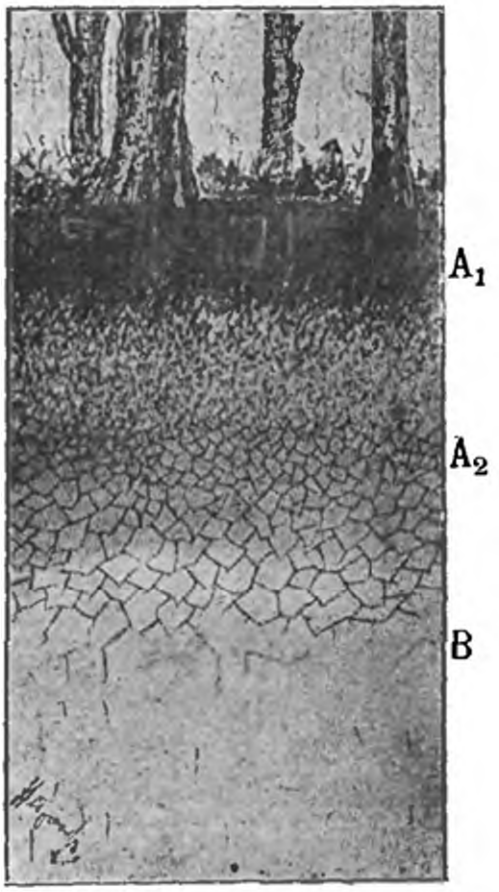


Рис. 18.

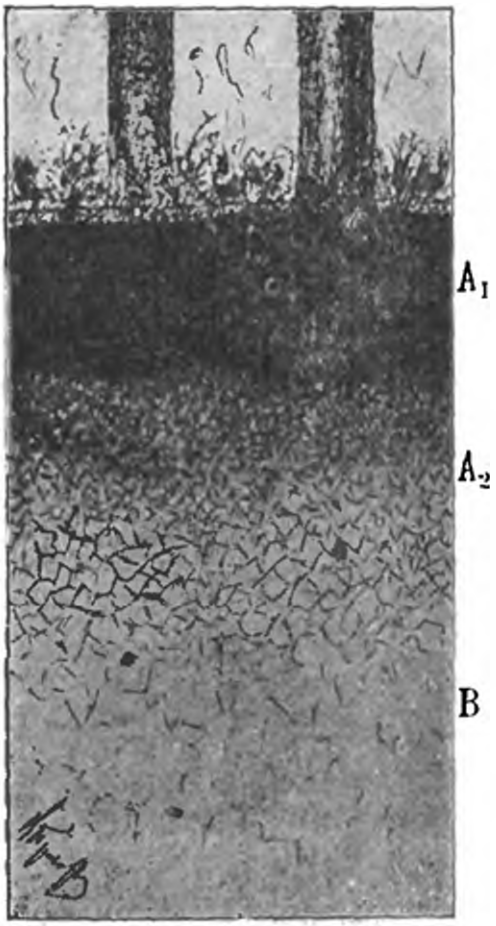


Рис. 19.

Деградированные черноземы, извѣстные во многихъ мѣстахъ Европейской и Азіатской Россіи, были указаны Богословскимъ и для Западной Европы. На южной окраинѣ сѣверо-германской низменности, у г. Гильдесгейма (около 30 килом. къ Ю.-В. отъ Ганновера) изслѣдователь описываетъ такой разрѣзъ:

1. — Коричнево-темный (окрашенный гумусомъ) горизонтъ, въ основаніи или пористо-комковатый (какъ у нѣкоторыхъ разновидностей русскаго чернозема), или же мѣстами распадающійся на угловатые комки (слабо орѣховатый). Отъ кислоты не вскипаетъ. Мощность около 0,50 метра.

Этотъ первый слой автора включаетъ горизонты A_1 и A_2.

2. — Желто-бурый суглинокъ съ мелкими валунами, пронизанный многочисленными черными ходами корней и содержащій по трещинамъ и порамъ характерныя коричневыя примазки (см. лѣсные суглинки). Но тутъ же мѣстами, особенно въ болѣе глубокихъ частяхъ, наблюдаются бѣловатыя карбонатныя жилки, примазки и конкреціи, уцѣлѣвшія въ отдѣльныхъ разрозненныхъ пунктахъ и указывающія на бывшій здѣсь когда-то, до поселенія лѣса, степной характеръ растительности и степной типъ вывѣтриванія. Наблюдались вмѣстѣ съ тѣмъ изрѣдка кротовины, наполненныя буроватой массой, несущей на себѣ ясные признаки позднѣйшей деградаціи, подъ вліяніемъ кислаго лѣсного перегноя. Мощность всего горизонта (B и частью C) колеблется между 0,5 и 1 м., а ниже слѣдуютъ коренныя (нижнемѣловыя) черныя глины.

Что касается почвъ переходной серіи между лѣсными суглинками и подзолистыми почвами, то таковыя были отчасти изучены уже изслѣдователями Нижегородской губ., описывались для сѣверо-востока Россіи Рисположенскимъ, а позже указаны Фрейбергомъ (23) для Орловской губ. Присутствіе этихъ почвъ констатировано также въ окрестностяхъ Воронежа, на территоріи опытной фермы Воронежскаго Сельско-Хозяйственнаго Института Императора Петра I.

У такихъ почвъ гориз. A_1 имѣетъ сѣрый или коричнево-сѣрый цвѣтъ. Онъ совершенно безструктуренъ и обнаруживаетъ склонность, смотря по погодѣ, распыляться или заплывать, образуя корку. Мощность гориз. A_1 въ среднемъ 16 см. (колебанія между 9 и 29 см.). Горизонтъ A_2' въ общей массѣ сѣро-сизаго цвѣта, обыкновенно съ сильно бѣлесоватымъ оттѣнкомъ, всегда распадается на характерные „плитки“ и „листочки“, усѣянные съ поверхности тонкозернистой бѣлесоватой пылью. Средняя мощность — 14 см. (колебанія между 27 и 7 см.). Горизонтъ A_2'' въ общей массѣ и въ разрѣзѣ буро-сѣрый съ темными бѣлесовато-грязноватыми мазками, распадается и на плитки, и на „орѣшки“, часто только на орѣшки. Тонкозернистыхъ бѣлесоватыхъ частицъ здѣсь не такъ

много, какъ въ предыдущемъ горизонтѣ. Отъ сплошного болѣе или менѣе горизонта A_2'' вглубь гориз. В уходятъ отдѣльныя бѣлесоватыя и грязно-бурыя пятна. Средняя мощность гориз. A_2'' достигаетъ 19 см. (колебанія между 9 и 29 см.). Гориз. В и здѣсь, какъ у болѣе типичныхъ лѣсныхъ суглинковъ, получаетъ явно красноватый оттѣнокъ, и лессовая или лессовидная порода (гориз. С), вскипающая съ кислотой, находится лишь на глубинѣ 1—1,5 и болѣе метровъ.



Рис. 20.

Характерно, что и въ типичныхъ подзолистыхъ почвахъ, лежащихъ въ бывшихъ областяхъ степи или предстепья, развиваются красно-бурые горизонты В, которые составляютъ и наиболѣе характерную часть такъ называемыхъ „буроземовъ“ Западной Европы, выдѣляемыхъ Раманномъ. О почвахъ этой послѣдней группы мы скажемъ еще нѣсколько ниже, а пока остановимся на химическихъ свойствахъ группы лѣсныхъ суглинковъ.

Для лѣсныхъ суглинковъ Полтавскаго у. Георгіевскимъ (l. c.) получены слѣдующія данныя (валовой анализъ):

	Потеря при прок.	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	$CaCO_3$	$MgCO_3$
Гориз. A_1	8,41%	73,6%	10,36%	3,01%	1,39%	не опр.	—	—
„ A_2 (орѣховат.) . . .	7,56	71,54	11,05	3,17	1,54	0,64	—	—
„ B_1 (красно-бурый) .	8,42	70,11	11,84	3,54	1,07	0,95	—	—
„ B_2 (мергелистый) . .	—	—	—	—	—	—	1,36	23,94
„ С (неизмѣн. лёссъ) .	6,35	75,84	10,35	1,92	1,83	0,54	9,03	2,7

Та же картина получается у Богословскаго (4) для краснобураго гориз. В лѣсного суглинка Тульской губерніи.

	Потеря при прок.	Гигроскоп. вода.	Гумусъ.	CO_2	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O+Na_2O
Краснобурый гориз. В съ глубины 1—2 м. отъ поверхности	7,83%	3,79%	0,49	0,0	69,49	12,60	5,25	2,63	0,48	2,38
Неизмѣненн. лёссъ .	7,81	1,68	0,29	3,46	70,51	11,38	2,50	4,14	1,60	2,50

Солянокислая вытяжка, произведенная въ лабораторіи Коссовича надъ лѣснымъ суглинкомъ изъ Курской губ., дала слѣдующіе результаты:

	Гумусъ.	N	P_2O_5	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
Гориз. A_1 (10—15 см.) .	3,02	0,13	0,07	0,92	0,98	0,29	0,22	0,14	0,07
„ A_2 (30—45 „) .	0,51	0,03	0,07	1,14	0,92	0,18	0,21	0,11	0,04
„ B (60—97 „) .	0,34	0,03	0,10	**3,47**	**2,46**	0,33	0,49	0,36	0,11

Къ сожалѣнію, въ этомъ анализѣ не хватаетъ горизонта C, но характеръ гориз. B выражается совершенно опредѣленно.

Изъ приведенныхъ данныхъ ясно, что гориз. B_1 (красно-бурый) является наиболѣе обогащеннымъ полуторными окислами и обѣдненнымъ кремнеземомъ. Съ этимъ явленіемъ мы встрѣтимся еще и въ дальнѣйшемъ изложеніи.

Что касается количества гумуса въ лѣсныхъ почвахъ, то оно колеблется въ извѣстной мѣрѣ, соотвѣтственно колебанію содержанія гумуса въ черноземныхъ почвахъ того района, гдѣ взятъ образецъ лѣсного суглинка, и въ связи съ интенсивностью процесса деградаціи. Такъ въ Полтавской губерніи, гдѣ % гумуса въ черноземахъ, въ среднемъ, не высокъ, горизонтъ A_1 лѣсныхъ суглинковъ содержитъ отъ 2 до 4% гумуса, при чемъ замѣчено, что въ образцахъ почвъ, взятыхъ непосредственно изъ подъ лѣса, количество гумуса всегда выше, чѣмъ въ почвахъ, уже находившихся въ культурѣ. Тѣ же соотношенія наблюдаются, впрочемъ, и для всѣхъ подзолистыхъ почвъ, и вообще распашка является, повидимому, и для другихъ почвенныхъ типовъ причиной, ведущей къ уменьшенію гумуса (Панковъ, М., 51). Въ лѣсныхъ суглинкахъ Орловской губ., гдѣ черноземы содержатъ отъ 6—10% гумуса, опредѣляется отъ 2,5 до 5—6% гумуса, при чемъ максимальныя количества соотвѣтствуютъ разностямъ, приближающимся къ деградированнымъ черноземамъ, а минимальныя — разностямъ, приближающимся къ подзолистымъ почвамъ.

Растворимость гумуса лѣсныхъ суглинковъ въ водѣ довольно высока; такъ анализы Лѣснѣвскаго (42) даютъ для горизонта A_1 величину $^1/_{44}$, а для гориз. A_2—даже $^1/_{20}$, т.-е. въ первомъ случаѣ въ растворъ переходитъ немного болѣе 2% всего гумуса почвы, а во второмъ—5%. Для типичныхъ подзолистыхъ почвъ растворимость гумуса опредѣляется въ среднемъ для гориз. A_1—$^1/_{30}$, а для горизонта A_2—$^1/_{12}$—$^1/_{10}$, т.-е. растворимость гумуса въ лѣсныхъ суглинкахъ нѣсколько понижена по сравненію съ типичными подзолистыми почвами.

Количество гумуса въ почвенномъ разрѣзѣ лѣсныхъ суглинковъ не падаетъ такими рѣзкими скачками по направленію сверху внизъ, какъ это наблюдалось въ типичныхъ подзолистыхъ почвахъ. По даннымъ Богословскаго (6), въ лѣсномъ суглинкѣ Горбатовскаго у. Нижегородской губерніи наблюдается слѣдующее распредѣленіе гумуса въ вертикальномъ направленіи:

Поверхностный гориз.	2,18%	% убыли.
На глубинѣ 16—19 см.	1,93%	. . . . . 11,4%
„ „ 26—27 „	1,50%	. . . . . 22,2%

Водныя вытяжки изъ лѣсныхъ суглинковъ, по даннымъ Захарова (63), обнаруживаютъ слабо кислый характеръ горизонта A_1. Въ глубину кислотность, какъ и у подзолистыхъ почвъ, ослабѣваетъ, реакція становится нейтральной, а глубже, еще, повидимому, въ предѣлахъ горизонта В, дѣлается слабо щелочной. Количество переходящаго въ растворъ органическаго вещества въ горизонтѣ А больше, чѣмъ количество минеральнаго вещества. Въ болѣе глубокихъ горизонтахъ минеральное вещество начинаетъ брать перевѣсъ надъ органическимъ.

Сказанное иллюстрируется нижеслѣдующими аналитическими данными Захарова, относящимися къ образцамъ лѣсныхъ суглинковъ изъ дер. Алешни Рязанской губ. (I) и изъ Диканьки Полтавской губ. (II). Послѣдній образецъ представляетъ темно-сѣрую разность, а первый—свѣтло-сѣрую разность лѣсныхъ суглинковъ.

	Глубина взятія пробы въ см.	Цвѣтъ вытяжки.	100 ч. сухой почвы содержатъ: Сухой остат.	Прокал. ост.	Потеря при прокалив.	Кислотн. ($NaHO$).	Щелочн. 2 (HCO_3).	Cl	SO	SiO_2	CaO
I.	10—15	буроват.	0,0947	0,0245	0,0702	0,0036	—	0,0046	0,0037	0,0024	—
	58—63	безцвѣт.	0,0340	0,0132	0.0209	нейтральн.		0,0045	0,0014	0,0040	0,0074
II.	0—22	буроват.	0,0901	0,0227	0,0674	0,0010	—	—	—	—	—
	133—152	безцвѣт.	0,0522	0,0329	0,0193	—	0,0495	0,0058	0,0053	0,0038	0,0174

Нѣсколько выше было отмѣчено, что и у почвъ типично-подзолистой группы, развившихся въ районахъ, отличавшихся раньше болѣе сухимъ климатомъ, находится красно-бурый горизонтъ В, который выраженъ тѣмъ яснѣе, чѣмъ слабѣе развиты гумусовые горизонты. Къ этой категоріи мы причисляемъ и такъ называемые буроземы Раманна (56). Послѣдніе намъ пришлось изучать въ окрестностяхъ Будапешта, близъ сел. Шоймаръ (Solymar), гдѣ они залегаютъ на лессѣ, и здѣсь же пришлось убѣдиться въ томъ, что буроземы должны быть отнесены къ категоріи подзолистыхъ почвъ. Тамъ, гдѣ на этихъ почвахъ находится лѣсъ, оподзоленные гумусовые горизонты еще ясно различимы, подъ ними же залегаетъ болѣе плотный красно-бурый горизонтъ (В). Тамъ, гдѣ эти почвы распаханы, слабо выраженные горизонты A_1 и A_2 смѣшаны съ горизонтомъ В, и почвы уже съ поверхности отличаются красновато-бурой окраской; слѣды подзолообразовательныхъ процессовъ замѣтны только по котловинкамъ.

Эти почвы ближе всего напоминаютъ подзолистыя почвы окрестностей Ново-Александріи, развившіяся на лессѣ; въ послѣднемъ случаѣ только процессы оподзоливанія и выщелачиванія выражены болѣе опредѣленно. Остановимся на характеристикѣ одного изъ разрѣзовъ новоалександрійскихъ почвъ, сдѣланнаго въ вершинѣ лессоваго оврага, между д.д. Влостовице и Сковешинъ (Глинка, К. 33).

1. Свѣтлосѣрый гумусовый горизонтъ подзолистой почвы (A_1) . . . . 30 см.
2. Бѣлесо-сѣрый, равномѣрно оподзоленный (A_2) . . . . . 18 „
3. Оподзоленность выступаетъ пятнами на основномъ красновато-буромъ фонѣ (A_2) . . . . . 12 „
4. Красновато-бурый плотный и вязкіи горизонтъ, рѣзко выдѣляющійся по консистенціи отъ всѣхъ остальныхъ горизонтовъ описываемаго профиля. Въ немъ иногда появляются мягкія темныя пятнышки и рѣже бѣлесыя пятна и прожилки (B_1) . . 38 „
5. Бѣлесыя пятна и прожилки начинаютъ постепенно вытѣснять красно-бурую плотную массу (A_3) . . . . . 30 „
6. Красно-бурая масса выступаетъ только въ формѣ тонкихъ прослойковъ, а вся толща горизонта заполнена бѣлесой рыхлой массой, имѣющей ложную слоеватость. Масса эта того же состава, какъ пятна и прожилки предыдущаго горизонта . . . 36 „
7. Ложная слоеватость исчезаетъ; разрѣзъ пріобрѣтаетъ во всѣхъ своихъ частяхъ болѣе или менѣе однородный сѣроватый оттѣнокъ, но на сѣромъ фонѣ появляются ясно выдѣляющіяся темныя пятнышки или пятна съ неопредѣленными, расплывчатыми очертаніями . . . . . 45—47 „
8. Узкая, слабо оформленная темная полоска со слѣдами выдѣленія гумусовыхъ веществъ . . . . . 3—8 „

Вскипаніе начинается на глубинѣ 2,14 м. отъ поверхности, непосредственно подъ темной полоской.

Другіе разрѣзы повторяютъ только что описанный; колеблется лишь мощность отдѣльныхъ горизонтовъ, послѣдонательность же ихъ остается неизмѣнной. На холмахъ иногда отсутствуютъ гумусовые горизонты, и на дневную поверхность выходитъ красно-бурый горизонтъ B.

Обратимся теперь къ разсмотрѣнію аналитическихъ данныхъ, относящихся къ описанному разрѣзу, и остановимся прежде всего на цифрахъ механическаго анализа (по Сабанину).

	№№ горизонтовъ разрѣза.						
Величина частицъ.	2.	3.	4.	5.	7.	8.	9. [1])
> 0,25 мм. . .	0,75	—	—	—	—	—	—
0,25—0,05 „ . .	27,25	24,50	27,50	28,00	16,25	15,50	20,50
0,05—0,01 „ . .	50,00	55,00	45,25	56,25	62,40	60,75	63,25
< 0,01 „ .	22,00	25,50	27,25	15,75	21,35	23,75	16,25

Изъ приведенныхъ цифръ видно прежде всего, что нижніе горизонты хотя и мелкоземистѣе материнской породы, но носятъ болѣе или меиѣе однотипичный съ нею обликъ, что видно и на разрѣзѣ, механическій же составъ остальныхъ горизонтовъ отличается замѣтнымъ пониженіемъ количества песчаной пыли (0,05—0,01), которая здѣсь уже не играетъ столь доминирующей роли. Выдѣляются особенно рѣзко два го-

[1]) Лёссъ первоначально былъ обработанъ быстро и на холоду слабымъ растворомъ уксусной кислоты для удаленія углесолей, затѣмъ промытъ водой и послѣ этого уже подвергался кипяченію и дальнѣйшимъ манипуляціямъ механическаго анализа.

ризонта: 2-й и 4-й. Первый изъ нихъ обѣдненъ не только песчаной пылью, но и иломъ, что замѣтно и по его консистенціи въ разрѣзѣ, второй обѣдненъ пылью, но зато обогащенъ иловатыми частицами въ большей степени, чѣмъ какой-либо другой изъ горизонтовъ разрѣза. Въ виду того, что анализы №№ 2 и 4 обнаруживаютъ значительную близость (послѣдній богаче иломъ, но бѣднѣе пылью, при чемъ количество песку одинаково), а физическія свойства соотвѣтственныхъ горизонтовъ рѣзко различны, дополнительно къ приведеннымъ даннымъ былъ изученъ составъ иловатыхъ частицъ обоихъ горизонтовъ, при чемъ оказалось, что въ 4-мъ горизонтѣ 27,25% иловатыхъ частицъ состоятъ изъ:

7% частицъ — 0,01—0,005 м.
2,75% „ — 0,005—0,001 „
17,50% „ — < 0,001 „

тогда какъ 22% иловатыхъ частицъ горизонта 2-го составлены изъ:

13,00% частицъ — 0,01 —0,005 мм.
2,25% „ — 0,005—0,001 „
6,75% „ — < 0,001 „

Изъ этихъ данныхъ видно, что почти двѣ трети ила 4-го горизонта (красно-бураго) слагаются чрезвычайно тонкими частицами, въ то время какъ въ илу 2-го горизонта, наоборотъ, около двухъ третей болѣе грубыхъ частицъ. Слѣдуетъ отмѣтить кромѣ того, что иловатыя частицы 4 го горизонта отличаются рѣзкимъ красно-бурымъ оттѣнкомъ, тогда какъ иловатыя частицы 2-го горизонта окрашены въ очень свѣтлый буроватый цвѣтъ.

Химическіе анализы даютъ слѣдующіе результаты:

	2.	3.	4.	6.	7.	8.	9.	
Гигроскоп. воды . .	0,66%	2,50%	2,53%	1,25%	1,34	1,36	1,80	
Потери при прок. .	0,82	1,86	1,66	1,11	1,25	2,94	2,64	(въ томъ числѣ
SiO_2	88,23	82,57	80,44	84,70	84,06	80,82	79,63	CO_2 — 1,20).
Al_2O_3	7,37	10,90	**8,69**	7,31	11,10	7,18	6,73	
Fe_2O_3	0,97		**4,03**	2,11		2,41	3,01	
CaO	0,69	—	1,63	—	1,53	3,26	3,04	(съ CO_2 связано 1,54).
MgO	0,49	—	0,78	—	—	0,88	0,63	
K_2O	0,81	—	1,61	—	—	0,69	2,07	
Na_2O	0,58	—	0,81	—	—	1,03	1,40	
	99,96	—	99,65	—	—	100,21	99,15	

Приведенныя аналитическія данныя отмѣчаютъ для красно-бураго горизонта (№ 4) тѣ же свойства, которыя установлены и анализами Георгіевскаго, для всего же разрѣза они позволяютъ сдѣлать и нѣкоторые другіе выводы. Прежде всего отмѣчается рѣзкая выщелоченность подзолистаго горизонта (2) не только по сравненію съ другими горизонтами вывѣтриванія, но и съ материнской породой. Менѣе выщелоченъ горизонтъ 6-й, но это потому, что анализу подвергались не бѣ-

лыя пятна и прожилки этого горизонта, а смѣсь этихъ прожилковъ съ красно-бурой массой, слѣды которой еще присутствуютъ въ данномъ горизонтѣ. Въ 4-мъ горизонтѣ, на ряду съ относительнымъ обѣднѣніемъ кремнеземомъ, наблюдается ясное накопленіе полуторныхъ окисловъ, но нѣтъ обогащенія основаніями, въ горизонтѣ же 8-мъ накопленія полуторныхъ окисловъ не замѣтно, но есть ясное накопленіе извести. Если принять во вниманіе, что на ряду съ этимъ замѣтно возрастаетъ потеря при прокаливаніи, и что горизонтъ 8-й имѣетъ явственную темноватую окраску, то напрашивается заключеніе, что известь связана здѣсь съ веществами гумуса.

Что же общаго въ условіяхъ развитія во всѣхъ разсмотрѣнныхъ случаяхъ нахожденія красно-бураго суглинка (почвы окрестностей Будапешта, Ново-Александріи, лѣсные суглинки и вторичные подзолы Европейской и Азіатской Россіи)? Общихъ имѣется всего два условія: во-первыхъ, участіе лѣсной растительности въ развитіи всѣхъ почвъ съ красно-бурыми горизонтами, во-вторыхъ, наличность материнской породы, содержащей углесоли извести. Лѣсная растительность въ умѣренной климатической зонѣ создаетъ въ большей или меньшей степени кислотные растворы, а углекислая известь способствуетъ нейтрализаціи этихъ растворовъ и вмѣстѣ съ тѣмъ выпаденію тѣхъ соединеній желѣза, которые этими растворами переносятся.

Отмѣтимъ здѣсь, что Трейтцъ (73) изъ наблюденій въ предѣлахъ Венгріи вывелъ заключеніе, что „подъ известковой породой возникаетъ всегда богатая желѣзомъ красная почва съ небольшимъ содержаніемъ гумуса“. Изъ характеристики, даваемой почвамъ Румыніи проф. Мургочи (49), заимствуемъ слѣдующее описаніе румынскихъ „буроземовъ“. „Буроземъ характеризуется здѣсь древними дубовыми насажденіями съ нѣкоторыми другими видами деревьевъ, тогда какъ подзолъ въ Молдавіи покрытъ буковымъ лѣсомъ, а въ Ольтеніи и Валахіи — смѣшаннымъ дубово-буковымъ. Эта бурая до ржаво-бурой почва (буроземъ) содержитъ 3—5% гумуса, имѣетъ зернисто-угловатую структуру; растворимыя соли и даже карбонаты выщелочены въ ней до глубины 1 м. и глубже. Ея угловатая структура, не похожая на орѣховатую, выступаетъ яснѣе въ подпочвѣ, и здѣсь окраска, благодаря мелкимъ конкреціямъ и пленкамъ окиси желѣза, нѣсколько краснѣе“.

Такимъ образомъ ясно, что причиной содержанія и скопленія желѣза въ горизонтѣ В всѣхъ описанныхъ выше почвъ подзолистой группы является углекислая известь, что легко можно доказать и лабораторными опытами, заставляя просачиваться сквозь содержащій $CaCO_3$ лессъ слабые растворы хлорнаго желѣза. Въ верхнихъ горизонтахъ лесса тотчасъ начинаетъ выдѣляться въ коллоидальномъ состояніи гидратъ окиси желѣза, который и окрашиваетъ эти горизонты въ красно-бурый цвѣтъ.

Ничего подобнаго съ лессомъ, лишеннымъ углекислой извести, не наблюдается.

На ряду съ процессами деградаціи теоретически возможно допустить существованіе и процессовъ реградаціи, т.-е. превращенія лѣсного суглинка, послѣ уничтоженія лѣса и вторичнаго заселенія мѣстности травянистой растительностью, въ черноземъ. На такого рода процессахъ даже настаивали въ свое время нѣкоторые изслѣдователи, не приводя, однако, сколько-нибудь убѣдительныхъ примѣровъ. Намъ кажется, что при рѣшеніи подобнаго рода вопросовъ въ степныхъ районахъ должны играть важную роль краснобурые горизонты. Если бы удалось гдѣ-либо встрѣтить подобные горизонты подъ черноземной почвой, явилась бы возможность утверждать, что данная почва представляется вторичной, возникшей путемъ реградаціи.

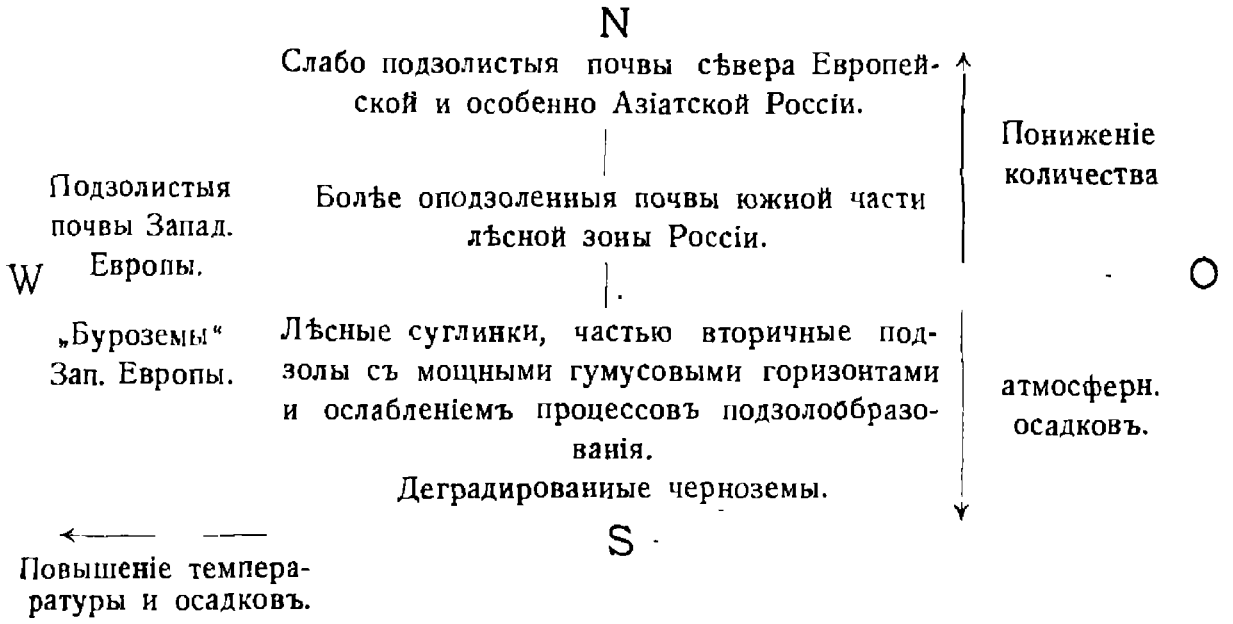
Пока такихъ фактовъ не отмѣчено, мы можемъ разсуждать лишь чисто теоретически о возможности превращенія лѣсныхъ суглинковъ въ черноземъ.

По мѣрѣ перехода изъ Европейской Россіи въ Западную Европу, въ связи съ повышеніемъ температуръ года и вегетаціоннаго періода и нѣкоторымъ повышеніемъ количества атмосферныхъ осадковъ, процессы распада органическихъ остатковъ идутъ энергичнѣе, подзолистость ослабляется, а красно-бурые горизонты выступаютъ рѣзче и замѣтнѣе. „Буроземы“ Западной Европы представляютъ, такъ сказать, послѣднюю стадію подзолистаго (кислотнаго) типа вывѣтриванія, лежащую на пути перехода этого типа въ типъ болѣе южныхъ желтоземовъ и красноземовъ.

Резюмируя все сказанное до сихъ поръ о „почвахъ средняго увлажненія“ мы можемъ предложить слѣдующую классификаціонную группировку этихъ послѣднихъ.

Подзолистыя почвы первичнаго происхожденія.	Торфяно-подзолистыя или подзолисто-глеевыя почвы (переходныя къ почвамъ болотнымъ).	Различаются по степени оподзоливанія, выщелачиванія, механическому составу, характеру матер. пор.
	Подзолистыя почвы съ ортштейномъ.	
	Подзолистыя почвы безъ ортштейна.	Различаются по степени оподзоливанія, выщелачиванія, механическому составу, характеру матер. пор.
Подзолистыя почвы вторичнаго происхожденія съ краснобурымъ гориз. В.	„Буроземы“.	Разности, какъ и въ предыдущихъ случаяхъ.
	Сѣрыя слоисто-зернистыя почвы.	
	Зернисто-орѣховатые лѣсные суглинки.	
	Деградированные черноземы.	

Географически почны этой группы для материка Евразіи распредѣляются слѣдующимъ образомъ:



Литература.

1. Aarnio. Internat. Mitteil. f. Bodenkunde. 1913.
2. Bemmelen, van. Zeitschr. f. anorgan. Chemie, 22, 313, 1900.
3. Богословскій, Н. „Почвовѣдѣніе", 1902, № 4.
4. „ Почвы бассейна р. Оки, 1896.
5. „ Извѣст. Геолог. Ком., 23, стр. 337—343.
6. „ Матер. по изуч. русскихъ почвъ, вып. VI. 1890.
7. Bömer u. Lemcke. Deutsche landw. Presse, 1902, 761.
8. Bradfer, K. Bull. de la Soc. belge de géologie, T. XVII, fasc. III—IV (Deuxième série, tome VII), 1903, p. 267—295.
9. Храмовъ. Лѣсной журналъ, 1889, вып. I, т. XIX.
10. Daubrée. Comptes rendus Acad. de Sc. T. XX, p. 1775—1780.
11. Добровольскій. Мат. по изуч. русск. почвъ, вып. XIII, 1900.
12. Докучаевъ. Тр. Спб. Общ. Ест., 1874, т. VI, стр. XXI.
13. „ Картографія русскихъ почвъ, 1879.
14. „ и ученики. Матер. къ оцѣнкѣ зем. Нижегород. губ. Вып. I—XIV; Матер. къ оцѣнкѣ зем. Полтав. губ., вып. I—XVI.
15. „ Тр. Импер. Вольн.-Экон. Общ. 1880, т. I.
16. Драницынъ, Д. „Почвовѣдѣніе", 1912, № 3.
17. „ Изв. Докуч. Почв. Комит., 1914, № 2.
18. Emeis, C. Waldbauliche Forschungen u. Betrachtungen. Berlin, 1876.
19. Emmerling u. Loges. Vereinsblatt des Haide-Kultur-Vereins für Schleswig-Holstein, 1886, p. 63—70.
20. Филатовъ, М. Труды почв. ботан. экспед. по изуч. колонизац. районовъ Азіатской Россіи. Ч. I. Почвенныя изслѣдов. подъ ред. проф. К. Д. Глинки, 1908, вып. IX. Спб., 1910.

21. Филатовъ, М. Мат. по изуч. почв. Московской губ., вып. 1, 1913.
22. „ Предвар. отч. о почв. изслѣд. въ Дмитровск. у. и с.-в. части Клинскаго у. Московск. губ. Москва 1914.
23. Фрейбергъ. Почвы водосбора верхняго теченія р. Оки (уѣзды Болховскій, Мценскій и Орловскій), Орелъ, 1908.
24. „ и Румницкій. Почвы водосбора верхняго теченія р. Десны въ предѣлахъ Орловской губ. (уѣзды Брянскій, Трубчевскій, Сѣвскій). Тула, 1910.
25. Frosterus, B. Geologiska kommissionen i Finland. Geotekniska Medde landen, № 10, 1912.
26. „ Internationale Mitteil. f. Bodenkunde, 1913.
27. „ u. Glinka, K. Zur Frage nach der Einteilung der Böden in Nordwest-Europas Moränengebieten, Helsingfors, 1914.
28. Георгіевскій. Мат. къ оц. земель Полт. губ., вып. I, 1890,
29. „ Мат. по изуч. русск. почвъ, вып. IV.
30. Глинка, К. Ежегодникъ по геологіи и минер. Россіи, т. V, 1902.
31. „ Földtani közlöny, 41, 1911.
32. „ Матер. къ оцѣнкѣ зем. Полтав. губ. 4, 1891, стр. 62.
33. „ Почвовѣдѣніе, 1911, № 1, 1908, № 2.
34. Гордягинъ. Тр. Казан. Общ. Ест., т. XXXIV, 1900.
35. Hesselman, H. Meddeland. fran Statensförsöksanstalt, H. 7, 1910.
36. Kindler. Poggend. Annal. 1836, XXXVII, 203—206.
37. Коржинскій, С. Тр. Казан. Общ. Ест., 1887, 17, № 6 и 18, вып. 5, 1888.
38. Костычевъ, П. Журн. Сельск. хоз. и лѣсов., 1888, № 4 и 5; Тр. Спб. Общ. Ест. т. XX.
39. Крыловъ. Bullet. de la Soc. Imp. de natural. de Moscou, 1872, № 1.
40. „ Зап. Имп. Минер. Общ., 1873, II серія.
41. Ильенковъ. Русскій сельскій хозяинъ, 1869, т. I.
42. Лѣсневскій. Зап. Ново-Александр. Института, т. X, вып. 2.
43. Lorenz, von, N. Centralbl. ges. Forstwes. 1908, 34, 273.
44. Mayer, A. Landw. Versuchst. 1903, 58, p. 161; 1904, 60, p. 475.
45. Мертваго. Хозяинъ, 1896.
46. Морозовъ, Г. „Почвовѣдѣніе“, 1902, № 3.
47. Müller, P. E. Studien über die natürlichen Humusformen und deren Einwirkung auf Vegetation. Berlin, 1887 (датское изданіе вышло 2 выпусками въ 1878 и 1884 гг.).
48. Münst. Mitteil. der geolog. Abteil. des kgl. Württ. Staats-Landesamtes, 1910, № 8. Къ работѣ приложенъ большой списокъ литературы.
49. Munteanu-Murgoći, G. Comptes rendus de la première conférence agro-géologique. Budapest, 1909, p. 322.
50. Павлиновъ. Матер. по изуч. русск. почвъ. Вып. III.
51. Панковъ, М. Журн. Оп. Агр. 11, вып. 2.
52. Полыновъ. Изв. Докуч. Почв. Комит.
53. Ramann, E. Jahrb. d. k. preuss. geolog. Landesanstalt für 1885. Berlin, 1886.
54. „ Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 1886, 1 Heft.
55. „ Die Waldstreu und ihre Bedeutung für Boden und Wald. Berlin, 1890.
56. „ Bodenkunde, 2. Auflage, 1905, p. 405.
57. Reinders. De sammenstelling en het ontstaan des zoogen. oerbanken, 1889.
58. Рисположенскій. Описаніе коллекціи почвъ Волжско-Камскаго края. Казань, 1896.

59. Рисположенскій. Описаніе коллекціи почвъ Пермской губ. 1895.
60. Roth, J, Allgem. u. chemische Geologie. Bd. I, 1879; p. 597.
61. Рупрехтъ. Прилож. къ X т. Запис. Имп. Акад. Наукъ, № 6, 1866.
62. Захаровъ. „Почвовѣдѣніе", 1910, № 4.
63. „ Журн. Опыт. Агрон., 4, 1906.
64. Сибирцевъ, Н. Тр. Имп. Вольн.-Экон. Общ., 1896, № 1.
65. „ Зап. Ново-Александр. Инст. 1899.
66. Sjollema. Tijdschrift der nederlandsche Heidemaatsschappij, 7, 1901.
67. Слупскій, Е. Тр. Спб. Общ. Естеств. т. VIII, 1877; проток., стр. 2.
68. Сорокинъ. Тр. Общ. Ест. при Казан. Унив., т. XXXI, вып. V.
69. Sprengel. Die Bodenkunde usw., Leipzig, 1837.
70. Шульга. Тр. почв. ботан. экспед. по изслѣд. колонизац. район. Азіатской Россіи. Часть I. Почв. изслѣд. 1909 г. подъ ред. проф. К. Д. Глинки, вып. 7. Спб. 1913.
71. Ткаченко. Лѣса сѣвера. Спб. 1911. Изв. Имп. Лѣсн. Инст. 18, 1908.
72. Томашевскій, И. Тр. командир. по Высочайш. повелѣнію Амурской Экспед. Вып. XV, 1912; подъ ред. проф. К. Д. Глинки.
73. Treitz, P. Földtani közlöny, XL, 1910.
74. Трухановскій. Сельскій хозяинъ, 1895, №№ 23 и 24.
75. Туминъ. Мат. къ оцѣн. зем. Смоленской губ., вып. V, Смоленскъ, 1909.
76. „ Журн. Оп. Агр., 1911, I.
77. Vageler, P. Naturwiss. Rundschau, 1906, 21, 441.
78. Виноградовъ. Изв. Петров. Землед. Акад. 1903.
79. Витынь. Журн. Оп. Агрон., 1911, 2.
80. Высоцкій, I. „Почвовѣдѣніе", 1905, № 4.

III. Почвы умѣреннаго увлажненія.

Въ исторіи русскаго почвовѣдѣнія черноземъ, относящійся къ категоріи данныхъ почвъ, игралъ выдающуюся роль. Громадная площадь его распространенія, своеобразная обстановка, въ которой онъ залегаетъ, огромное сельскохозяйственное значеніе этой почвы издавна привлекали къ ней вниманіе различныхъ изслѣдователей, и до сихъ поръ черноземъ пользуется исключительнымъ вниманіемъ какъ со стороны теоретиковъ, такъ и практиковъ сельскихъ хозяевъ.

Какъ произошелъ черноземъ, откуда такое иногда громадное количество органическихъ веществъ, почему черноземъ ограниченъ въ своемъ распространеніи опредѣленной областью — вотъ вопросы, которые пытались рѣшать путешественники, геологи, ботаники, агрономы и почвовѣды съ давнихъ временъ.

Первая попытка рѣшить вопросъ о происхожденіи русскаго чернозема принадлежитъ Ломоносову, но попытка эта оставалась до 1900 года неизвѣстной ви одному изъ изслѣдователей русскаго чернозема. На нее впервые указалъ акад. Вернадскій, изучая напечатанную въ 1763 г. работу Ломоносова: „Первыя основанія металлургіи".

„Его (чернозема) происхожденіе", говоритъ Ломоносовъ, „не минеральное, но изъ двухъ прочихъ царствъ натуры, изъ животнаго и растительнаго, всякъ признаетъ"... „И такъ нѣтъ сомнѣнія", заканчиваетъ онъ свои разсужденія по вопросу о происхожденіе чернозема, „что черноземъ не первообразная и не первозданная матерія, но произошелъ отъ согнитія животныхъ и растущихъ тѣлъ современемъ [1]).

Этотъ простой и, можно сказать, наиболѣе естественный выводъ съ давнихъ временъ былъ сдѣланъ и русскимъ народомъ, но къ нему не сочли возможнымъ присоединиться многіе изъ изслѣдователей чернозема.

Путешествовавшій въ концѣ XVIII столѣтія по Россіи Палласъ однимъ изъ первыхъ высказался за морское происхожденіе чернозема, ограничивъ, однако, область приложенія своей морской гипотезы южными окраинами Россіи. Изучая ставропольскія степи (Предкавказье) и наблюдая соленосность почвъ и грунтовъ данной территоріи, онъ высказался въ томъ смыслѣ, что эта мѣстность нѣкогда представлялась обширнымъ приморскимъ тростниковымъ болотомъ, или временами затоплялась моремъ, осаждавшимъ на ней илъ, богатый органическими веществами.

Извѣстный геологъ Мурчисонъ значительно расширилъ область

---

[1]) Правда, подъ именемъ чернозема, Ломоносовъ понималъ всякую богатую перегноемъ почву, но и настоящій черноземъ, очевидно, не исключался изъ этой категоріи. См. Павловъ, А. — „Почвовѣдѣніе", 1911, № 4.

приложенія гипотезы Палласа и пришелъ къ выводу, что вся площадь русскаго чернозема представляетъ осадокъ морского дна, но только не южныхъ морей, а сѣвернаго ледяного моря. Напомнимъ, что въ тѣ времена ледниковые наносы считались осадками ледниковаго моря. Чтобы рѣшить вопросъ объ источникахъ органическихъ веществъ, которыми такъ богаты черноземныя почвы, Мурчисонъ выдвинулъ вторую гипотезу, предположивъ, что матеріаломъ для образованія чернозема послужили толщи черной юрской глины, которыя были размыты и перенесены далеко къ югу. Эта гипотеза способна была объяснить, по мнѣнію Мурчисона, и географическое распространеніе чернозема въ Европейской Россіи. Такъ какъ къ сѣверу отъ Москвы нѣтъ основанія предполагать значительныхъ отложеній темноцвѣтныхъ юрскихъ глинъ, то и понятно, что черноземъ не встрѣчается къ сѣверу отъ параллели Москвы.

Нѣсколько позже за морское происхожденіе чернозема высказывался Петцольдъ, предположивъ, что черноземъ представляетъ илъ Чернаго и Каспійскаго морей, воды которыхъ распространялись нѣкогда гораздо дальше на сѣверъ.

Матеріаломъ для образованія гумуса послужили, главнымъ образомъ, остатки животныхъ организмовъ, населявшихъ прежніе морскіе бассейны. Этимъ объясняется, по мнѣнію автора, богатство гумуса азотомъ, а также и безформенность гумуса, въ которомъ нельзя различить никакихъ растительныхъ остатковъ.

Всѣ морскія гипотезы явились результатомъ недостаточнаго знакомства со свойствами чернозема, а главнымъ образомъ съ чертами его строенія, характера материнскихъ породъ и пр. Въ настоящее время всѣ онѣ имѣютъ лишь историческій интересъ.

Менѣе отжившими свой вѣкъ представляются гипотезы о болотномъ происхожденіи чернозема, такъ какъ и до сихъ поръ еще не всѣ изслѣдователи и не всегда рѣзко разграничиваютъ почвы избыточнаго увлажненія (луговыя, полуболотныя) и черноземы, а иногда даже и объединяютъ въ одной общей группѣ эти совершенно различные генетическіе типы.

Родоначальникомъ болотныхъ гипотезъ является академикъ Эйхвальдъ (15), который принималъ русскій черноземъ за продуктъ бывшихъ болотъ и тундръ. Свою гипотезу Эйхвальдъ подкрѣплялъ, во-первыхъ, исторической справкой о прошломъ юга Россіи, изъ которой оказывалось, что нѣкогда этотъ югъ былъ богатъ озерами, болотами и лѣсами, а во-вторыхъ, фактами нахожденія въ нѣкоторыхъ черноземахъ скорлупокъ діатомовыхъ и фитолитарій (по опредѣленіямъ Эренберга).

По поводу перваго изъ соображеній Эйхвальда еще Рупрехтомъ было замѣчено, что допустить прежніе обиліе лѣсовъ на югѣ Россіи нѣтъ никакихъ основаній, что еще во времена Геродота скиѳы и

сарматы сильно жаловались на безлѣсіе. Фитолитаріи въ данномъ вопросѣ еще ничего не доказываютъ, такъ какъ онѣ могли образоваться и изъ ковыля, типичной степной формы (Рупрехтъ), и вообще изъ злаковъ.

Воззрѣнія Борисяка (7) довольно близко стояли къ взглядамъ Эйхвальда, хотя этотъ изслѣдователь оговаривался, что черноземъ „нельзя уподоблять ни съ торфомъ, ни съ перегноемъ". „Происшедшій по окончательномъ высыханіи озеръ и болотъ иловатый суглинокъ, отъ вліянія перемѣнъ воздушныхъ, новой земной растительности, разрыхляясь и мало по малу перерабатываясь, могъ преобразоваться въ настоящій черноземъ, какъ передъ нашими глазами иловатыя почвы, происшедшія отъ высыханія озеръ, сами собой превращаются въ плодоносныя".

Вангенгеймъ фонъ Кваленъ (82), принимая, какъ и два предыдущіе изслѣдователи, болотное происхожденіе чернозема, не счелъ, однако, возможнымъ признать его образованіе in situ. Зная, что болота и торфы пріурочены, главнымъ образомъ, къ сѣверной части Россіи, онъ предположилъ, что массы торфа и болотнаго ила могли быть перемѣщены на югъ потоками ледниковаго моря.

Къ группѣ послѣдователей болотной гипотезы должны быть причислены Людвигъ (43), Г. Романовскій (64), отчасти Черняевъ (10), который принималъ болотное и вообще водное происхожденіе нижнихъ горизонтовъ чернозема. Строго говоря, къ той же категоріи слѣдуетъ причислить Германна (19), находившаго много сходства между русскими черноземами и западно-европейскими маршевыми почвами и почвами приморскихъ болотъ и Орта, который не могъ себѣ представить иначе происхожденія чернозема, какъ при условіи нѣкотораго избытка влаги, и потому сближалъ его съ луговыми землями. Въ данномъ случаѣ сказалось, очевидно, вліяніе тѣхъ многочисленныхъ изслѣдованій западно-европейскихъ спеціалистовъ, которыя выяснили условія накопленія гумуса при заболачиваніи. Большинство изъ этихъ изслѣдователей и не могло себѣ представить иной комбинаціи внѣшнихъ факторовъ, которая могла бы повести къ накопленію значительныхъ количествъ гумуса. Дань господствующимъ воззрѣніямъ отдалъ до нѣкоторой степени и Гюльденштедтъ, въ общемъ высказывавшійся въ пользу растительно-наземнаго происхожденія чернозема. За растительно-наземное происхожденіе высказывались также Эверсманъ, Гюо и неизвѣстный критикъ работы Петцольда.

По справедливому замѣчанію Докучаева, отцомъ научной постановки и самой разработки вопроса о происхожденіи русскаго чернозема является академикъ Рупрехтъ. Вопросъ о происхожденіи чернозема былъ поставленъ Рупрехтомъ на чисто бстаническую почву („черноземъ представляетъ вопросъ ботаническій", заявлялъ этотъ ученый

въ самомъ началѣ своего классическаго труда о черноземѣ). Разобравъ доказательства, представленныя защитниками морской и болотной гипотезъ и найдя ихъ несостоятельными, Рупрехтъ останавливается надъ тѣми соображеніями, согласно которымъ черноземъ могъ произойти изъ лѣсной растительности. Не находя ни одного доказательства въ пользу существованія лѣсовъ въ русскихъ степяхъ, Рупрехтъ отвергаетъ и эти соображенія. Микроскопическія изслѣдованія Вейссе, заявляетъ онъ, надъ 300 образчиковъ чернозема изъ 30 различныхъ мѣстъ не открыли ни малѣйшей частицы древесныхъ корней. Правда, это возраженіе Рупрехта могло бы показаться въ настоящее время несущественнымъ, и защитники бывшаго существованія лѣсовъ могли бы съ полнымъ правомъ утверждать, что время, протекшее съ момента уничтоженія лѣсовъ до современнаго Рупрехту періода, могло быть достаточнымъ для того чтобы превратить въ безформенный гумусъ всѣ древесные остатки, но справедливость взгляда Рупрехта этимъ, конечно, не уничтожается, такъ какъ существуютъ въ его пользу и другіе доводы.

Окончательнымъ выводомъ Рупрехта является положеніе, что черноземъ образовался изъ степной травянистой растительности и, какъ растительно-наземная почва, представляетъ полный аналогъ сѣвернымъ дерновымъ почвамъ Россіи. Послѣднія, однако, отличаются значительно меньшей мощностью и болѣе свѣтлымъ цвѣтомъ. Поставивъ вопросъ, почему сѣверныя почвы тоньше и блѣднѣе черноземныхъ, Рупрехтъ, при рѣшеніи его, не счелъ возможнымъ обосноваться на одномъ различіи флоръ, подъ вліяніемъ которыхъ формировались тѣ и другія почвы, и привлекъ еще и вспомогательный факторъ, въ видѣ возраста, и старался подыскать доказательства въ пользу того, что черноземная флора древнѣе, чѣмъ флора сѣверной Россіи. Вліяніе климатическихъ условій Рупрехтъ совершенно отрицалъ.

Какъ бы ни былъ односторонне рѣшенъ Рупрехтомъ вопросъ о происхожденіи чернозема, большая заслуга этого изслѣдователя въ томъ, что онъ первый обстоятельно развилъ теорію растительно-наземнаго происхожденія черноземныхъ почвъ и сдалъ въ архивъ морскія гипотезы, а отчасти и болотныя. Говоримъ: „отчасти“, потому что гораздо позже Рупрехта, хотя и въ иной формѣ, чѣмъ Эйхвальдъ и Вангенгеймъ фонъ Кваленъ, изслѣдователи пытались разсматривать черноземъ, если и не въ качествѣ болотной почвы, то во всякомъ случаѣ, какъ почву, возникшую при условіяхъ избыточнаго увлажненія.

Не касаясь пока этихъ позднѣйшихъ болотныхъ гипотезъ (о взглядахъ Орта было упомянуто нѣсколько выше), укажемъ, что и другое положеніе Рупрехта, а именно невозможность образованія чернозема подъ лѣсами, также впослѣдствіи подвергалось переоцѣнкѣ. Богдановъ (5,6), присоединяясь къ мнѣнію Рупрехта о растительно-наземномъ

происхожденіи чернозема, не соглашался, однако, исключить участіе лѣсной растительности въ образованіи этой почвы, считая, что Рупрехтъ недостаточно проанализировалъ этотъ вопросъ. Обсуждая теоретически условія накопленія гумуса въ лѣсу и въ степи, Богдановъ приходитъ къ заключенію, что лѣса должны накоплять гораздо больше органическихъ остатковъ, а слѣдовательно и гумуса отъ нихъ должно образоваться больше, чѣмъ отъ бѣдной растительности сухой степи. Самъ изслѣдователь подъ лиственными лѣсами Симбирской и Саратовской губерній наблюдалъ почву, которая, по его словамъ, была неотличима отъ чернозема.

Неполнота толкованій Рупрехта вызывала въ свое время и другія объясненія факта накопленія гумуса въ черноземѣ, опять-таки со стороны лицъ, считавшихъ за доказанное, что черноземъ есть почва растительно-наземная. Такъ, академикъ Карпинскій переносилъ центръ тяжести вопроса на материнскія породы, отмѣчая, что черноземъ пріуроченъ къ лессовой области, и что въ томъ случаѣ, „когда на породѣ, по литологическимъ свойствамъ приближающейся къ лессу, непосредственно залегаетъ растительная земля, послѣдняя является или сходной съ черноземомъ, или настоящимъ черноземомъ“ [1]).

Штукенбергъ, изслѣдуя юго-востокъ Россіи, указалъ, что черноземъ пріуроченъ лишь къ областямъ, гдѣ нѣтъ соленосныхъ каспійскихъ породъ. На послѣднихъ залегаетъ полынная степь, не покрытая черноземомъ, а къ сѣверу отъ границы соленыхъ каспійскихъ осадковъ—ковыльная черноземная степь.

Совершенно особнякомъ среди ученыхъ, рѣшавшихъ вопросъ о генезисѣ чернозема, стоялъ дерптскій профессоръ К. Шмидтъ (74), котораго интересовалъ, въ сущности, не столько вопросъ о происхожденіи самого чернозема, сколько его материнской породы. Въ силу этого онъ не касался органической составной части черноземныхъ почвъ, а только минеральной. Штудируя составъ нѣкоторыхъ черноземовъ и параллельно составъ финляндскихъ и днѣпровскихъ кристаллическихъ породъ, онъ пришелъ къ заключенію, что минеральная составная часть черноземовъ ближе напоминаетъ составъ гранитовъ южной кристаллической полосы, чѣмъ составъ финляндскихъ породъ. Отсюда выводъ: черноземы и подстилающая ихъ порода образозались отъ вывѣтриванія верхняго слоя днѣпровской гранитной возвышенности. Необоснованность этой гипотезы въ настоящее время настолько очевидна, что нѣтъ надобности дольше на ней останавливаться.

---

[1]) На важное значеніе лёсса въ вопросѣ о формированіи чернозема указывали также Конткевичъ (33) и Агапитовъ (2). Какъ извѣстно, проф. Гильгардъ и теперь держится мнѣнія, что черноземъ можетъ быть только на породахъ, содержащихъ углекислую известь.

Изъ всего изложеннаго видно, что если растительно-наземное происхожденіе чернозема и было твердо установлено работами Рупрехта, тѣмъ не менѣе вопросъ о черноземѣ далеко не былъ рѣшенъ во всей его полнотѣ, и за болѣе обстоятельную разработку этого вопроса взялся Докучаевъ, опубликовавшій въ 1883 году капитальную работу подъ заглавіемъ: „Русскій черноземъ".

Докучаеву предстояло рѣшить три главныхъ вопроса, а именно: способенъ ли лѣсъ образовать черноземъ, представляютъ ли лессовыя породы необходимое условіе для развитія чернозема, и наконецъ, дѣйствительно-ли климатъ, какъ это считалъ Рупрехтъ, не игралъ никакой роли въ развитіи черноземныхъ почвъ.

На первый вопросъ Докучаевъ, какъ и Рупрехтъ, отвѣчаетъ отрицательно, частью на основаніи собственныхъ наблюденій, частью на основаніи заключеній Ляйеля и Леваковскаго. По замѣчанію перваго, „лѣса могутъ быть также густы и высоки, какъ въ Бразиліи, и населены міріадами четвероногихъ птицъ и насѣкомыхъ, и все-таки, по окончаніи десяти тысячъ лѣтъ, пластъ чернозема въ нѣсколько дюймовъ толщиной составитъ единственный остатокъ отъ всѣхъ этихъ міріадъ деревьевъ, листьевъ, цвѣтовъ и плодовъ,— отъ безчисленныхъ скелетовъ птицъ, четвероногихъ и пресмыкающихся, населявшихъ плодородныя пространства".

Леваковскій, изучая Таврическія горы, замѣчаетъ, между прочимъ, что лѣса, искони населявшіе извѣстныя полосы этихъ горъ, не только не образовали здѣсь настоящаго чернозема, но даже не произвели хоть сколько-нибудь значительныхъ скопленій перегноя вообще.

Съ точки зрѣнія современнаго почвовѣда примѣры бразильскихъ и таврическихъ лѣсовъ не могутъ представляться убѣдительными, такъ какъ при оцѣнкѣ вліянія лѣсовъ на образованіе чернозема необходимо считаться съ климатическими условіями страны, и поэтому слѣдуетъ штудировать вліяніе лѣсовъ въ той же климатической полосѣ, которую занимаетъ и черноземъ. Изслѣдованіе почвъ подъ лѣсами черноземной полосы показало Докучаеву, что лѣсныя почвы отличаются существенно иными строеніемъ и структурой отъ черноземныхъ почвъ. Если подъ лѣсами въ черноземной степи и находятся черноземы, на что указывалъ, между прочимъ, Богдановъ, то это еще не служитъ доказательствомъ, что черноземъ образованъ лѣсомъ: лѣсъ могъ поселиться уже на готовомъ черноземѣ. Прибавимъ отъ себя, что Богдановъ могъ и не замѣтить, при своихъ изслѣдованіяхъ, признаковъ деградаціи черноземной почвы подъ лѣсомъ, признаковъ, которые легко отмѣчаются новѣйшими изслѣдователями.

И теоретическія соображенія Докучаева о приростѣ и характерѣ

разложенія лѣсныхъ остатковъ привели его къ тому-же выводу о неспособности лѣса образовать черноземъ.

По вопросу о роли климата Докучаевымъ были высказаны слѣдующія соображенія: „вліяніе климата (въ процессахъ почвообразованія), весьма многосторонне: a) климатъ обусловливаетъ качество растительности (степная флора, сѣверная луговая и пр.), b) количество ея (годовой приростъ), c) количество растительной массы, сгорающей (какъ на поверхности, такъ и подъ ней) въ теченіе года, d) наконецъ, характеръ процессовъ гніенія (кислый и сладкій гумусъ)". „Двѣ мѣстности, совершенно одинаковыя по всѣмъ физическимъ особенностямъ, никогда не будутъ тожественны по своимъ почвамъ, если условія b, c и d будутъ различны". Первому условію, какъ видно, Докучаевъ придавалъ сравнительно меньшее значеніе, что, несомнѣнно, представляется ошибочнымъ. Слѣдуетъ, кромѣ того, замѣтить, что оцѣнивая вліяніе климата, Докучаевъ ограничился лишь одной стороной вопроса и не вошелъ въ обсужденіе того, поскольку отзывается климатъ на процессахъ вывѣтриванія.

„Представимъ себѣ, говоритъ далѣе Докучаевъ, три мѣстности съ одинаковыми (приблизительно, конечно) условіями грунта, рельефа и возраста, пусть онѣ одновременно сдѣлаются жилищемъ однихъ и тѣхъ же растеній. Но предположимъ затѣмъ, что одна изъ нихъ находится въ той полосѣ Россіи,—гдѣ чувствуется сильный недостатокъ метеорныхъ осадковъ и сравнительный избытокъ теплоты и свѣта, гдѣ лѣто длинное, а зима короткая, гдѣ растительный періодъ хотя и носитъ на себѣ характеръ энергичный, но онъ весьма непродолжителенъ, гдѣ суховѣй въ теченіе двухъ — трехъ сутокъ высушиваетъ колодцы и спаляетъ растительность, гдѣ нѣтъ лѣсу, мало рѣкъ и сильное испареніе; другая мѣстность пусть залегаетъ въ томъ районѣ Россіи, гдѣ существуетъ (относительно) избытокъ влаги, много лѣсовъ и болотъ, гдѣ чувствуется недостатокъ теплоты, гдѣ зима продолжается 6—7 мѣсяцевъ, а теплое время 3—4, гдѣ испареніе очень слабое, гдѣ почва всегда болѣе или менѣе сыра; наконецъ, третій участокъ помѣщается въ такой полосѣ Россіи, гдѣ климатическія условія занимаютъ какъ разъ средину между двумя упомянутыми крайними случаями. Какъ извѣстно, такія примѣрныя предположенныя нами климатическія особенности довольно близко соотвѣтствуютъ: a) сѣверной, b) крайней южной и крайней юговосточной Россіи и c) лучшимъ (среднимъ) частямъ нашей черноземной полосы, при чемъ, конечно, между ними существуетъ цѣлый рядъ переходовъ. Спрашивается, мыслимо-ли, чтобы при такихъ существенно различныхъ условіяхъ образовались бы одинаковыя растительныя почвы. Конечно нѣтъ"...

Съ этимъ выводомъ Докучаева нельзя не согласиться, но слѣдуетъ вмѣстѣ съ тѣмъ отмѣтить, что если климатическія условія сѣверной

и южной полосъ очерчены имъ настолько полно (хотя для сѣвериой полосы и не вполнѣ точно, такъ какъ тамъ далеко не всегда избытокъ влаги, а только по относительно пониженнымъ мѣстамъ), что выводы объ энергіи и характерѣ разложенія органическихъ остатковъ могутъ быть сдѣланы безъ труда, то климатическія условія черноземной полосы охарактеризованы недостаточно.

На сѣверѣ избытокъ влаги ведетъ къ накопленію органическихъ остатковъ въ видѣ торфяныхъ массъ и не вполнѣ перегнившаго лугового гумуса, на югѣ гумусъ накопляться въ значительныхъ количествахъ не можетъ, а въ черноземной полосѣ онъ накопляется, хотя и не имѣетъ тѣхъ свойствъ, что сѣверный гумусъ. Въ силу какихъ условій онъ долженъ накопляться въ черноземной полосѣ, Докучаевъ опредѣленно не говоритъ, но и изъ его краткихъ характеристикъ можно сдѣлать выводъ, что не избыточная влага здѣсь является причиной. Свои разсужденія о роли климата въ распредѣленіи по Россіи различныхъ почвъ Докучаевъ заканчиваетъ соображеніемъ, что въ весь періодъ образованія чернозема климатъ въ общемъ оставался тотъ же, что и теперь, а теперешнія условія, какъ ясно для всякаго, не имѣютъ ничего общаго съ избыточнымъ увлажненіемъ. Вопросъ былъ бы вполнѣ яснымъ, если бы къ сказанному было прибавлено, что комбинація температуры и влаги въ степяхъ такова, что можетъ развиваться богатая растительность, но, для быстраго и энергическаго разложенія органическихъ остатковъ, тепла, а главное влаги, недостаточно, слѣдствіемъ чего является накоплевіе гумуса.

Такія соображенія были, между прочимъ, довольно опредѣленно высказаны Миддендорфомъ (46).

Фактическую опору сильнаго вліянія климата на географическое распредѣленіе растительно наземныхъ почвъ Европейской Россіи Докучаевъ видитъ въ слѣдующихъ фактахъ:

1) Въ упорномъ слѣдованіи черноземной почвы (взятой въ цѣломъ) не вдоль параллелей, а съ юго-запада на сѣверо-востокъ, какъ разъ параллельно извѣстнымъ изотермамъ, извѣстному рсспредѣленію атмосферныхъ осадковъ и извѣстному характеру дикой травянистой, а частью и лѣсной растительности.

2) Въ томъ, что указаннаго направленія держатся и отдѣльныя гумусовыя полосы.

3) Въ нахожденіи какъ разъ по срединѣ черноземной полосы почвъ наиболѣе богатыхъ гумусомъ, отсюда-же по направленію съ С.-З. и Ю.-В. границамъ черноземъ постепенно и незамѣтно сходитъ на-нѣтъ.

4) Въ замѣчательно рѣзко выраженномъ мѣстами совпаденіи измѣненія характера степной флоры съ постепеннымъ исчезаніемъ чернозема.

Говоря объ отдѣльныхъ полосахъ чернозема, Докучаевъ имѣлъ

въ виду установленную имъ закономѣрность въ распредѣленіи гумуса среди черноземовъ Европейской Россіи. По данной имъ схемѣ, наибольшее количество гумуса содержится въ восточной части центральной области чернозема, а затѣмъ это пятно съ максимальнымъ содержаніемъ гумуса опоясывается съ сѣвера и юга полосами съ постепенно понижающимся содержаніемъ гумуса по направленію къ сѣверной и южной границамъ чернозема. Эти полосы онъ называлъ изогумусовыми.

Дальнѣйшія, болѣе детальныя изслѣдованія показали, что столь правильныхъ соотношеній въ количествѣ гумуса въ черноземахъ Европейской Россіи не существуетъ, но въ общемъ схема Докучаева все же близка къ дѣйствительности, такъ какъ несомнѣнно, что не только количество гумуса, но въ извѣстной мѣрѣ и его качества, по мѣрѣ приближенія къ сѣверной и южной границамъ чернозема, измѣняются, что нельзя не поставить въ связь съ климатическими условіями. Съ другой стороны столь же несомнѣнно, что на количество гумуса оказываетъ большое вліяніе механическій составъ материнскихъ породъ, отъ котораго зависитъ большая или меньшая проницаемость этихъ породъ для воды, воздуха и растворовъ, а слѣдовательно, большая или меньшая энергія процессовъ распада органическихъ веществъ. Еще Рупрехтъ отмѣтилъ то обстоятельство, что на грубыхъ пескахъ черноземъ не образуется, т. е. на пескахъ не накопляется достаточно мощныхъ и достаточно богатыхъ гумусомъ горизонтовъ. Это положеніе должно быть, однако, въ настоящее время принято съ извѣстными ограниченіями.

Позже Докучаевъ, указывая на тотъ фактъ, что черноземы восточной Россіи въ общемъ богаче гумусомъ, чѣмъ тѣ же почвы западной Россіи, ставилъ этотъ фактъ, между прочимъ, въ связь съ механическимъ составомъ материнскихъ породъ востока и запада Россіи.

Вопросъ о необходимости для развитія чернозема лессовыхъ породъ былъ рѣшенъ Докучаевымъ отрицательно, такъ какъ изъ его изслѣдованій въ Европейской Россіи выяснилось, что черноземъ, кромѣ лесса, развивается на юрскихъ глинахъ, на мѣлу и мѣловыхъ рухлякахъ, на девонскихъ известнякахъ, третичныхъ супесяхъ и пескахъ. Иначе говоря, какъ и всякій другой типъ почвообразованія, черноземъ можетъ образоваться на самыхъ разнообразныхъ материнскихъ породахъ, ибо въ данномъ случаѣ не столько имѣетъ значеніе материнская порода, сколько способъ ея измѣненія при превращеніи въ почву.

Чтобы закончить съ теоріями происхожденія чернозема, остановимся еще на соображеніяхъ Краснова (39), который, впрочемъ, интересовался не столько образованіемъ чернозема, сколько происхожденіемъ степей. Важнѣйшимъ условіемъ образованія степи онъ считалъ равнинность мѣстности и, какъ слѣдствіе этого, слабое дренированіе, благодаря которому возникаетъ заболачиваніе, вредящее корнямъ древесной расти-

тельности. Въ томъ же направленіи вліяютъ и соли, которыя, по причинѣ отсутствія дренажа, не выщелачиваются изъ почвы. Такимъ образомъ эти представленія воскрешаютъ передъ нами болотную гипотезу, хотя и въ нѣсколько иномъ видѣ.

Недренированныя степи Краснова считалъ первичными и причислялъ къ этой категоріи припонтійскія и приднѣпровскія степи Россіи, Барабу, прерію средняго Амура, большую часть прерій окрестностей великихъ озеръ С. Америки, Льяно Эстакадо, отчасти пусты Венгріи. „Дальнѣйшій размывъ степи, эрозія ея балками, оврагами и рѣчными долинами удаляютъ ее отъ этого типа. Въ нее внѣдряется лѣсъ, и она становится вторичною, измѣненною, переходной къ лѣсной области страной".

Съ положеніями Краснова никоимъ образомъ нельзя согласиться. Прежде всего равнинность вовсе не является типичнымъ признакомъ всѣхъ степей. Намъ извѣстны степи съ волнистымъ, сопочнымъ, рельефомъ въ горахъ Закавказья, въ Семипалатинской, Акмолинской, Забайкальской областяхъ и Енисейской губ., и тѣмъ не менѣе эти степи покрыты травянистой растительностью, такою же, какъ и равнинныя, и одѣты черноземными и каштановыми почвами. Съ другой стороны, въ подзолистой зонѣ Европейской и Азіатской Россіи существуютъ мѣстами огромныя, удивительно равнинныя пространства, которыя искони были покрыты лѣсомъ. Мы также ни въ коемъ случаѣ но могли бы объединить въ одной группѣ прерію Средняго Амура съ приднѣпровскими степями Россіи и пустами Венгріи. Амурская прерія не степь, а лугъ, какъ это совершенно правильно считалъ и Шимперъ, лугъ, покрытый почвой, ничего общаго съ черноземомъ не имѣющій, приднѣпровскія степи покрыты черноземомъ, а пусты Венгріи, въ значительной своей части, даже каштановыми почвами.

Что поверхность нашей степи когда-то (особенно въ весенніе періоды) была нѣсколько богаче влагой, чѣмъ современная распаханная и изборожденная оврагами степь, это вполнѣ вѣроятно, но что она вся цѣликомъ никогда не страдала избыткомъ влаги, это также несомнѣнно. Избыточное увлажненіе, помимо того вліянія, которое оно оказываетъ на энергію разложенія органическихъ остатковъ и на процессъ накопленія гумуса, отзывается на почвѣ и цѣлымъ рядомъ другихъ признаковъ, съ которыми мы познакомимся при описаніи почвъ избыточнаго увлажненія и которыхъ не наблюдается въ черноземѣ. Накопленіе гумуса, какъ мы уже знаемъ, при достаточномъ количествѣ матеріала, изъ котораго онъ можетъ образоваться, происходитъ не только при условіяхъ избыточнаго, но и недостаточнаго увлажненія, и если по поводу черноземной степи и высказывались иногда за избыточность увлажненія, то полынная степь съ ея ясно выраженной ксерофильной растительностью едва ли могла

бы подать поводъ къ такому заключенію, а между тѣмъ, почвы этой степи содержатъ у ея сѣверной границы до 4 и болѣе процентовъ гумуса.

Параллельно съ изслѣдованіемъ вопроса о происхожденіи русскаго чернозема шло изученіе границъ территоріи, занятой этой почвой. Первыя свѣдѣнія о распространеніи чернозема въ Европейской Россіи и о его границахъ находимъ въ работахъ Шторха (75) и Георги (18), относящихся къ концу XVIII столѣтія. Согласно этимъ свѣдѣніямъ, основаннымъ частью на матеріалахъ Межевого Департамента, черноземъ находится въ Новгородъ-Сѣверскомъ намѣстничествѣ, южной половинѣ Черниговскаго, въ Кіевскомъ, Екатеринославскомъ, сѣверной части Очаковской земли, въ землѣ Войска Донского, въ Кавказскомъ намѣстничествѣ, въ Моздокскомъ уѣздѣ и по Тереку, въ нѣкоторыхъ мѣстахъ степной части Крыма, въ намѣстничествахъ: Харьковскомъ, Курскомъ, Орловскомъ, въ нѣкоторыхъ частяхъ Тульскаго и Калужскаго, исключая сѣверные уѣзды, въ Симбирскомъ, Пензенскомъ, Тамбовскомъ, Воронежскомъ, Саратовскомъ, Казанскомъ, Нижегородскомъ, Уфимскомъ, Вятскомъ, Пермскомъ.

Несмотря на то, что въ этомъ описаніи находятся несомнѣнные ошибки и пропуски, что мѣстами за черноземъ принимались просто черныя по цвѣту почвы, въ общемъ очеркъ черноземныхъ областей оказался довольно подробнымъ и отвѣчающимъ дѣйствительности. Эти свѣдѣнія послужили впослѣдствіи основой для изданной въ 1842 году „Карты промышленности Европейской Россіи“, гдѣ, однако, допущены нѣкоторыя измѣненія; такъ черноземъ не показанъ въ Крыму, по лѣвому берегу Дона и въ Терской и Кубанской областяхъ.

Въ 1851 году вышла въ свѣтъ почвенная карта Россіи, изданная Министерствомъ Государственныхъ Имуществъ подъ руководствомъ акад. Веселовскаго, по матеріаламъ, собраннымъ Министерствомъ въ періодъ 1838—1843 гг. при помощи кадастровыхъ комиссій, палатъ государственныхъ имуществъ, отдѣльныхъ членовъ корреспондентовъ ученаго комитета и пр. При составленіи этой карты приняты были во вниманіе и существовавшія литературныя данныя. На картѣ не показанъ черноземъ Кавказа, но зато появились островки черноземныхъ почвъ тамъ, гдѣ ихъ на самомъ дѣлѣ не существуетъ (напримѣръ по Западной Двинѣ). Карта Веселовскаго переиздавалась безъ существенныхъ измѣненій, въ 1853 и 1857 гг.

Въ 1866 году появилась карта чернозема Рупрехта, въ видѣ приложенія къ его труду: „Геоботаническія изслѣдованія надъ черноземомъ“. На этой картѣ, кромѣ сплошной полосы чернозема, которая въ сѣверо-восточной части разбивается на рядъ острововъ, показанъ еще рядъ мелкихъ островковъ вдоль сѣверной границы чернозема (въ Черниговской, Калужской, Владимірской и Казанской губ.).

Въ 1869 году, подъ редакціей Вильсона, вышло новое изданіе почвенной карты Министерства Государственныхъ Имуществъ, главнѣйшія отличія которой отъ предыдущаго изданія заключались въ измѣненіи сѣверной и юго-восточной границъ чернозема, уничтоженіи двухъ черноземныхъ острововъ вдоль сѣверной границы и нанесеніи нѣсколькихъ новыхъ острововъ.

Въ 1879 году почвенная карта Россіи была переиздана подъ редакціей Чаславскаго, при чемъ еще разъ измѣняются границы чернозема, вновь показывается черноземъ на Кавказѣ, и среди чернозема устанавливается 8 разностей.

Въ 1882 году появилась „Схематическая карта черноземной полосы Европейской Россіи“ проф. Докучаева. Эта карта приложена въ 1883 году къ работѣ послѣдняго „Русскій черноземъ“. На картѣ черноземъ разбитъ на отдѣльныя полосы (изогумусовыя), о которыхъ была уже рѣчь выше.

Наконецъ, въ 1900 году вышла въ свѣтъ почвенная карта Европейской Россіи, изданіе Министерства Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ, предпринятое по иниціативѣ Докучаева, и обработанное Сибирцевымъ, Ферхминымъ и Танфильевымъ. Съ этого изданія нѣсколько позже Ферхминымъ была составлена почвенная карта Европейской Россіи въ масштабѣ 1 : 9.030.000.

Сѣверная зона чернозема, занимая громадное пространство въ Европейской Россіи, распространяется отсюда какъ на востокъ, такъ и на западъ. Вліяніе горныхъ кряжей въ Европейской Россіи на географію чернозема (законъ вертикальной зональности) сказывается весьма наглядно какъ въ направленіи къ югу (къ Кавказу), такъ и по направленію къ востоку. Зона чернозема въ южныхъ частяхъ Самарской и Саратовской губерній смѣняется почвами пустынныхъ степей, а эти почвы въ Предкавказьи вновь переходятъ постепенно въ черноземъ. Подходя къ Уралу, зона чернозема обрывается, при чемъ возвышенности Урала покрываются почвами подзолистаго типа, но черноземная зона тотчасъ же возстанавливается на равнинахъ по восточному краю Уральскихъ горъ. Такую же роль, по отношенію къ зонѣ сибирскаго чернозема, играютъ отроги Алтая, Кузнецкаго Алатау и горы Восточной Сибири. Поэтому почти сплошная зона чернозема Западной Сибири, подходя къ предгорьямъ Алтая и Кузнецкаго Алатау, теряетъ свою сплошность и разбивается на отдѣльные острова. Еще болѣе островной характеръ имѣетъ эта зона въ Восточной Сибири, гдѣ въ нее постоянно вклиниваются отроги различныхъ горъ (Енисейская, Иркутская губ. и Забайкальская область). Самые восточные островки чернозема въ Россіи находятся въ окрестностяхъ Срѣтенска и Нерчинска Забайкальской области. Изъ Забайкалья зона чернозема протягивается въ сѣверную Маньчжурію, но

не доходитъ до береговъ Великаго океана. Амурская и Приморская области совершенно лишены черноземныхъ почвъ.

Въ Азіатской Россіи въ настоящее время, кромѣ чернозема Западной Сибири, достаточно изученъ и черноземъ Енисейской губ. Западно-сибирскій черноземъ изучался въ Тобольской, Томской губ. (въ томъ числѣ въ Алтайскомъ округѣ), а также въ Тургайской, Акмолинской и Семипалатинской областяхъ. Въ Восточной Сибири, кромѣ енисейскихъ черноземовъ, изучались и забайкальскіе [1]).

Еще по даннымъ Гордягина (25), черноземныя почвы Тобольской губ. не образуютъ значительныхъ сплошныхъ площадей, такъ какъ пріурочиваются къ вытянутымъ съ юго-запада на сѣверо-востокъ увальнымъ грядамъ, большею частью довольно узкимъ; между этими грядами развиваются почвы другихъ типовъ, на что будетъ подробнѣе указано въ отдѣлѣ о географіи русскихъ почвъ. Въ южныхъ половинахъ уѣздовъ Курганскаго, Ишимскаго и Тюкалинскаго черноземы покрываютъ болѣе значительные участки ровной степи. Изслѣдователь отмѣчаетъ, что грунтовыя воды здѣсь стоятъ глубоко, и на глубинѣ 2—4 м. значительной влажности не встрѣчается; даже съ глубины 2 м. почва лѣтомъ дѣлается болѣе сухой, чѣмъ на поверхности. Снѣгъ весною сходитъ рано, даже на равнинныхъ участкахъ, и почва быстро высыхаетъ; тоже и послѣ обильныхъ дождей, влага которыхъ не проникаетъ глубоко. Все это указываетъ, что и въ вопросѣ о происхожденіи западно-сибирскаго чернозема не можетъ быть рѣчи объ избыточной влагѣ. Таковы же условія его распространенія и въ Томской губерніи.

Къ западу отъ чернозема Европейской Россіи таже почва извѣстна въ Галиціи, гдѣ въ послѣднее время черноземная зона изучалась Бубером̀ъ (8), затѣмъ въ Венгріи. Границы австро-венгерскаго чернозема были нанесены на карту еще Лоренцомъ. Въ настоящее время слѣдуетъ сдѣлать оговорку, что далеко не все пространство венгерскихъ „пустъ“ принадлежитъ черноземной зонѣ; значительная ихъ часть покрыта каштановыми почвами (21), что уже отмѣчено пока схематически новѣйшими венгерскими почвовѣдами на картѣ. Изъ черноземныхъ площадей Зап. Европы слѣдуетъ еще отмѣтить черноземы Румыніи (47), Болгаріи и Германіи, особенно окрестности Магдебурга и Гильдесгейма, гдѣ черноземныя почвы, въ значительной своей части, деградированы.

Черноземная зона не доходитъ до прибрежій Атлантическаго океана, какъ въ Азіи не доходитъ до Великаго; причиной этому влажные мор-

[1]) Значительная часть этихъ изслѣдованій произведена экспедиціями Переселенч. Управленія, труды которыхъ перечислены въ прилагаемомъ далѣе спискѣ литературы.

скіе вѣтры тамъ и здѣсь, которые дѣлаютъ невозможнымъ существованіе у океаническихъ прибрежій континентальныхъ почвенныхъ зонъ. И въ прибрежьяхъ Атлантическаго океана (Бельгія, Франція) и въ Великомъ океанѣ (Японія) мы наблюдаемъ постепенный переходъ лѣсной подзолистой зоны въ лѣсную-же зону желтоземовъ и красноземовъ болѣе теплыхъ широтъ.

Къ той-же сѣверной черноземной зонѣ, какъ и черноземы Евразіи, принадлежатъ черноземныя почвы Сѣв. Америки, распространенныя въ штатахъ Дакота, Небраска, Техасъ и въ частяхъ другихъ сосѣднихъ штатовъ. Почвы примиссисипскихъ прерій, повидимому, аналогичны пріамурскимъ луговымъ почвамъ и, подобно послѣднимъ, съ востока ограничиваютъ область распространенія чернозема.

Южная зона чернозема опредѣленно извѣстна пока въ Аргентинской республикѣ. Область, занятая здѣсь этой почвой, съ запада ограничивается 65° з. д. (отъ Парижа), съ юга — 38° ю. ш., на сѣверѣ же она теряется у береговъ Rio Salado въ солончакахъ подъ 30° ю. ш. Самый лучшій черноземъ находится въ провинціи Entre Rios; въ провинціи Санта-фэ мощность его меньше, къ западу онъ становится болѣе песчанистымъ. Въ провинціи Cordoba песчаный черноземъ занимаетъ ея восточную часть, а на западѣ постепенно смѣняется песками. Въ провинціи Buenos Aires наиболѣе богатая почва занимаетъ сѣверную ея часть; къ югу и юго-западу суглинистый черноземъ постепенно переходитъ въ песчанистый, а затѣмъ и въ пески. Обстановка, при которой залегаетъ аргентинскій черноземъ, въ общемъ таже, что и всюду въ черноземныхъ областяхъ.

Свѣдѣній о другихъ черноземныхъ областяхъ той-же южной зоны у насъ не имѣется, но возможность существованія таковыхъ не исключена для южной Африки и восточной Австраліи.

Что касается тропической зоны, то существованіе въ ней чернозема пока строго не доказано. Теоретически мыслимо допущеніе, что при переходѣ отъ влажныхъ субтропическихъ областей къ субтропическимъ полупустынямъ должны встрѣтиться районы, гдѣ травянистыя пространства существуютъ при такой комбинаціи температуры и влаги, которая будетъ на накопленіе гумуса дѣйствовать такъ-же, какъ климатическія условія нашей черноземной степи, но будутъ ли мѣстныя темноцвѣтныя почвы вполнѣ аналогичны нашимъ черноземамъ,— этого мы утверждать не можемъ. Не можемъ пока высказываться съ увѣренностью и о полной аналогіи индійскаго регура съ европейско-азіатскимъ черноземомъ, ибо незнакомы въ достаточной мѣрѣ съ морфологіей разрѣзовъ перваго.

Исторія изученія этой интересной почвы во многомъ напоминаетъ таковую же русскаго чернозема. Въ кадастровыхъ описаніяхъ Мадрас-

скаго президентства и въ рядѣ статей Индійскаго геологическаго комитета эти почвы называли regur, regar, regada и cotton soil (хлопковая почва), при чемъ несомнѣнно, какъ это бывало и у насъ, бываетъ и до сихъ поръ, къ регуру относили всякую вообще темную почву, не справляясь съ условіями ея генезиса и ея морфологіей [1]).

Ньюбольдъ для объясненія генезиса регура предполагалъ, что почва эта представляетъ осадокъ, оставленный водами, нѣкогда затоплявшими обширныя пространства. Кингъ (см. у Воейкова, 89), сравнивая регуры съ торфяными болотами Ирландіи, съ черными почвами Аннамалайскихъ лѣсовъ и Нильгерійскихъ болотъ, останавливается на гипотезѣ болотнаго происхожденія регуровъ, несмотря на то, что всякій слѣдъ болотъ и лѣсовъ въ настоящее время здѣсь исчезъ совершенно. Того же мнѣнія придерживаются Футъ (Foote) и Вальтеръ [2]).

Другіе изслѣдователи ставили въ связь происхожденіе регуровъ съ темноцвѣтными вулканическими породами.

О родствѣ регура съ черноземами и объ одинаковомъ способѣ ихъ происхожденія говорили Воейковъ (89) и Рихтгофенъ (63). Образцы, доставленные Воейковымъ изъ Индіи, не были, однако, типическими, почему Докучаевъ и не соглашался въ свое время признать ихъ родство съ черноземами.

За это родство больше всего говорятъ данныя о строеніи регуровъ, кратко сообщаемыя Рихтгофеномъ, а именно указанія на присутствіе подъ гумусовыми горизонтами известковыхъ конкрецій (kunkur). Онъ же указываетъ, что области, занятыя регуромъ, покрыты высокой травянистой растительностью, что лѣсовъ здѣсь нѣтъ и что здѣсь выпадаетъ въ годъ меньше 1200 мм. влаги и наблюдается ясная смѣна сухого и дождливаго временъ года. Зная, что въ черноземной области Аргентины падаетъ до 800 мм. осадковъ при годовой температурѣ въ 16—17°, мы считаемъ теоретически довольно вѣроятнымъ, что если не одинаковые, то весьма близкіе результаты дастъ комбинація въ 1000 мм. и въ 25—28°, каковая существуетъ въ области распространенія индійскаго регура.

Помимо тѣхъ огромныхъ площадей, которыя черноземъ занимаетъ по равнинамъ обоихъ полушарій, онъ встрѣчается и въ горныхъ странахъ, какъ одинъ изъ представителей почвъ вертикальныхъ зонъ. Высота его залеганія находится въ зависимости отъ тѣхъ климатическихъ условій, въ которыхъ лежитъ подошва горъ. Если подошва покрыта лѣсами съ подзолистыми подъ ними почвами, то черноземъ въ горахъ не встрѣтится вовсе, если же подошва расположена въ мѣстности пустынной,

[1]) Воейковъ (89).

[2]) Walther. Lithogenesis der Gegenwart. Jena 1893—1894.

или пустынно-степной, то есть основаніе, при соотвѣтственныхъ условіяхъ рельефа, ожидать присутствія на нѣкоторой высотѣ чернозема. На этомъ основаніи въ горныхъ странахъ средней Европы (Альпы) черноземъ отсутствуетъ, но онъ нерѣдко встрѣчается въ горахъ Закавказья (Тифлисская, Эриванская губ.), гдѣ былъ изслѣдованъ Докучаевымъ (61) и Захаровымъ, и въ горахъ Семирѣчья (Прасоловъ, Бессоновъ (14). Въ южномъ Туркестанѣ (Сыръ-Дарьинская, Ферганская, Самаркандская обл.) встрѣчаются его аналоги, о чемъ подробнѣе будетъ сказано въ географическомъ очеркѣ. Черноземныя почвы или ихъ аналоги возможно встрѣтить на южномъ склонѣ Пиринеевъ.

Черноземныя почвы Европейской Россіи по своей мощности, морфологическимъ особенностямъ и содержанію гумуса (отчасти) распадаются на нѣсколько разностей, а именно: 1) сѣверный черноземъ, 2) обыкновенный (средній черноземъ), 3) тучный или мощный черноземъ и 4) южный черноземъ (Сибирцевъ, Туминъ (79).

Тучный или мощный черноземъ характеризуется слѣдующими морфологическими особенностями: общая мощность гумусовыхъ горизонтовъ ($A_1 + A_2$) достигаетъ 1 метра и болѣе, при чемъ на долю верхняго горизонта (A_1) приходится половина или даже больше половины общей мощности. Горизонтъ A_1 равномѣрно окрашенъ, и суглинистыя его разновидности имѣютъ зернистую структуру. Переходъ въ горизонтъ A_2 постепенный, благодаря чему очень трудно разграничить эти два горизонта. Окраска A_2 равномѣрная, постепенно ослабѣваетъ книзу, и только въ концѣ горизонта замѣтна бываетъ слабо выраженная языковатость и пятнистость. Верхняя часть A_2 имѣетъ зернистую структуру, которая глубже переходитъ въ орѣховатую и потомъ въ призмовидно-комковатую. На супесчаныхъ разновидностяхъ этой почвы структура не выражена и гумусовые горизонты являются рыхлыми.

Обыкновенный или средній черноземъ (рис. 21) имѣетъ максимальную мощность гумусовыхъ горизонтовъ ($A_1 + A_2$) около 70—75 см., при чемъ на долю горизонта A_1 приходится меньше половины общей мощности, иногда только $^1/_3$ ея. Горизонтъ A_1 переходитъ въ A_2 менѣе постепенно, чѣмъ у предыдущей разности, почему здѣсь названные горизонты разграничиваются яснѣе. Кромѣ того горизонтъ A_2 имѣетъ у средняго чернозема ясную пятнистую и языковатую окраску (темныя пятна и языки чередуются съ пятнами и языками, приближающимися къ цвѣту материнской породы. У суглинистыхъ разностей средняго чернозема горизонтъ A_1 зернистый, но зернистость здѣсь выражена слабѣе и есть склонность къ комковатости, при чемъ комки легко распадаются на зерна. Въ горизонтѣ A_2 зернистость переходитъ въ орѣховатость и потомъ призмовидную комковатость. На залежахъ горизонтъ A_1, въ

верхнихъ 5—10 см., имѣетъ слабо выраженную слоеватость, при распахиваніи исчезающую.



Рис, 21. Черноземъ Енисейской губ. Фот. Благовѣщенскаго.

Южный черноземъ характеризуется прежде всего сѣроватымъ оттѣнкомъ своихъ гумусовыхъ горизонтовъ, изъ подъ котораго, впрочемъ, совершенно явственно выступаетъ основной черный тонъ почвы. Такой же сѣрый оттѣнокъ присущъ каштановымъ почвамъ, но изъ подъ него у послѣднихъ не менѣе ясно выступаетъ основной бурый цвѣтъ почвы. Мощность гумусовыхъ горизонтовъ около 60—70 см., при чемъ на долю верхняго горизонта (A_1) приходится обычно отъ 10 до 20 см. Горизонтъ A_1, ясно слоеватый, обнаруживаетъ мелко-крупичатую или пороховидную структуру (размѣръ отдѣльностей 0,5—1 мм.), переходъ въ горизонтъ A_2 быстрый. Горизонтъ A_2 съ ясно выраженной языковатой и пятнистой окраской; верхняя треть или половина горизонта A_2 имѣетъ зернистую структуру, а глубже зернистость переходитъ въ орѣховатость и потомъ въ призмовидную комковатость. Въ разрѣзѣ гумусовые горизонты слабо уплотнены, имѣютъ вертикальныя трещины и поэтому выламываются призмовидными комками, но комки горизонта A_1 легко крошатся на пороховидные элементы, а комки верхней половины A_2—на зернистые.

Морфологія сѣвернаго чернозема изучена пока не достаточно. Обычно отмѣчаютъ сѣроватый оттѣнокъ этой разности (переходъ къ подзолистому типу), слоеватость или плитчатость гориз. A_1, неравномѣрность окраски гориз. A_2 и пр.

Упомянутые признаки присущи лишь суглинистымъ и глинистымъ разностямъ черноземовъ при ихъ плакорномъ залеганіи, т. е. тогда, когда черноземъ лежитъ на равнинной площади, не подвергаясь ни дѣйствію избытка поверхностныхъ водъ, ни подтоку грунтовой воды. Послѣднія условія могутъ значительно мѣнять физіономію почвеннаго разрѣза, о чемъ будетъ рѣчь ниже.

Подгумусовые горизонты чернозема содержатъ выдѣленія углекислой извести, а на большихъ глубинахъ и гипса. Выдѣленія углекислой извести принимаютъ неодинаковыя формы въ различныхъ разностяхъ чернозема. Такъ, мощному черноземy свойственны формы псевдомицелія (лжегрибницы), т. е. такія формы, которыя представлены пересѣкающимися ниточками, напоминающими мицелій плѣсневыхъ грибовъ, у обыкновеннаго чернозема встрѣчаемъ округлыя пятна углекислой извести и пр. Вопросъ о томъ, не принимаютъ ли участіе въ этихъ выдѣленіяхъ различныя полиморфныя разности $CaCO_3$, совершенно не изслѣдованъ.

Упомянутыя выше разности черноземныхъ почвъ слагаютъ особыя подзоны черноземной зоны, смѣняющія другъ друга постепенно по мѣрѣ движенія въ Европейской Россіи съ С.-З на Ю.-В., т. е. въ томъ же направленіи, въ какомъ смѣняютъ другъ друга и почвенныя зоны. Уже постепенность смѣны подзонъ указываетъ на то, что и въ предѣлахъ подзоны возможны колебанія морфологическихъ признаковъ чернозема даже при полной однородности рельефа [1]). Малѣйшія измѣненія рельефа, даже не подмѣчаемыя глазомъ, а обнаруживающіяся лишь при точныхъ нивеллировкахъ (микрорельефъ), влекутъ за собой измѣненія въ морфологіи черноземной почвы; тѣмъ значительнѣе измѣненія подъ вліяніемъ колебаній макрорельефа. Отсюда слѣдуетъ, что и въ черноземной зонѣ, при внимательномъ и детальномъ изслѣдованіи, можно уловить туже сложность или, какъ говорятъ, комплексность почвеннаго покрова.

Детальное изслѣдованіе Чаяновымъ и Мущенко почвеннаго покрова Орловскаго опытнаго поля Воронежскаго губ. земства, лежащаго въ подзонѣ мощнаго чернозема, показало, что западины микрорельефа характеризуются здѣсь особыми разностями чернозема, у которыхъ обнаруживается нѣкоторая глееватость подгумусовыхъ горизонтовъ, пониженная мощность гумусовыхъ горизонтовъ и болѣе глубокое вскипаніе, чѣмъ у черноземовъ плакорныхъ. Аналогичныя наблюденія сдѣланы и на Каменностепной опытной станціи, лежащей въ подзонѣ обыкновеннаго чернозема (Тепловъ). Тамъ-же обнаружены и нѣкорыя другія измѣненія, относящіяся къ строенію гумусовыхъ горизонтовъ чернозема.

Макрорельефныя западины въ области чернозема мѣняютъ нерѣдко уже самый типъ почвообразованія, вызывая къ жизни солонцеватыя почвы, солонцы и даже подзолы.

Если грунтовыя воды въ черноземной полосѣ лежатъ неглубоко, то въ разрѣзахъ чернозема наблюдаются своеобразные глеевые гори-

[1]) Туминъ (80).

зонты. Разрѣзъ подобной почвы записанъ въ имѣніи Клочкова въ Воронежскомъ у.

1. — Сверху лежатъ нормальные гумусовые горизонты мощнаго чернозема. $A_1 + A_2 = 95—98$ см.
2. — Въ подгумусовомъ горизонтѣ встрѣчается псевдомицелій, выраженный слабо.
3. — На глубинѣ 155 см. встрѣчаются пятна и прожилки углекислой извести.
4. — На глубинѣ 275 см. попадаются журавчики $CaCO_3$.
5. — Съ глубины 350 см. начинаютъ встрѣчаться гнѣздышки сѣровато-бѣлой мергелистой глины.
6. — На глубинѣ 415 см. — замѣтный прослой сѣрой глины.
7. — Съ 451 см. идетъ черная глина, разсыпающаяся на орѣхи. Верхняя часть ея очень вязкая. Надъ ней показалась вода.

Совершенно аналогичный разрѣзъ констатированъ Поповымъ на его хуторѣ въ Бобровскомъ у., гдѣ грунтовыя воды также близки къ поверхности.

На поверхности дѣвственнаго чернозема наблюдалось иногда присутствіе растительнаго войлока, въ видѣ сухой переплетенной массы мелкихъ корешковъ съ незначительной примѣсью песка и мельчайшихъ глинистыхъ частицъ (Полѣновъ, 60).

Рѣже, какъ наблюдалъ проф. Докучаевъ на Струковскихъ степяхъ Полтавской губ., на поверхности лежитъ слой бурой порошковатой растительной трухи, по которой нога ступаетъ, какъ по ковру.

Къ числу характерныхъ признаковъ черноземнаго разрѣза принадлежитъ также присутствіе кротовинъ. Иногда послѣднія встрѣчаются въ такихъ количествахъ, что горизонты почвы, особенно въ нижнихъ частяхъ A_1 и въ A_2, бываютъ настолько переработаны, что съ трудомъ опредѣляются границы отдѣльныхъ горизонтовъ. На разрѣзѣ кротовины представляются въ видѣ округлыхъ, овальныхъ и неправильной формы пятенъ, при чемъ пятна эти въ гумусовой части разрѣза выдѣляются тогда, когда онѣ заполнены матеріаломъ материнской породы, а въ подгумусовой, — когда выполнены матеріаломъ гумусовыхъ горизонтовъ. Сукачевъ различаетъ четыре типа кротовинъ: 1) кротовины сплошныя, состоящія цѣликомъ изъ болѣе или менѣе однороднаго матеріала и представляющіяся на разрѣзахъ въ видѣ сплошныхъ круговъ или эллипсовъ; 2) кротовины окаймленныя, состоящія изъ двухъ вставленныхъ одинъ въ другой цилиндровъ. Въ разрѣзѣ получается кругъ съ ободкомъ другого цвѣта. Цвѣтъ ободка въ лессѣ темнѣе цвѣта остальной массы кротовины, а въ гумусовыхъ горизонтахъ — свѣтлѣе. Онъ обыкновенно плотнѣе и тверже какъ массы кротовины, такъ и массы окружающей породы, и богаче углекислой известью. Если ободокъ широкій, то онъ часто ясно слоистъ; иногда наблюдаются

и полуокаймленныя кротовины; 3) кротовины концентрично или эксцентрично слоистыя въ разрѣзѣ представляются въ видѣ круговъ или эллипсовъ, на фонѣ заполняющей массы которыхъ замѣтны полосы, расположенныя концентрично или эксцентрично. У кротовинъ этого типа заполняющая ихъ масса ни по цвѣту, ни по плотности не отличается рѣзко отъ окружающей породы. Эксцентричность получается въ томъ случаѣ, если разрѣзъ пришелся не вполнѣ перпендикулярно къ длинѣ кротовины. Этотъ типъ встрѣчается сравнительно рѣже, чѣмъ два предыдущихъ; 4) послѣдній типъ не является, собственно говоря, самостоятельнымъ. Онъ получается благодаря комбинированію двухъ первыхъ типовъ и происходитъ отъ того, что одна кротовина заходитъ въ другую или пересѣкаетъ ее въ мѣстѣ прохожденія разрѣза.

Сплошныя кротовины, по мнѣнію Сукачева, получаются при засыпаніи норы механически, или при заполненіи норы самими животными, окаймленныя подъ вліяніемъ атмосферныхъ факторовъ и живущихъ въ норахъ животныхъ. Первые обусловливаютъ выдѣленіе на стѣнкахъ кротовинъ углесолей, вторыя, постоянно ползая въ норѣ взадъ и впередъ, оставляютъ на стѣнкахъ жиръ, остатки пищи, экскременты, вообще органическія вещества, образующія впослѣдствіи гумусъ. Полуокаймленность можетъ явиться результатомъ частичнаго осыпанія, а также и въ томъ случаѣ, если на днѣ норы былъ запасъ пищи или экскременты животнаго. Труднѣе всего поддаются объясненію слоистыя кротовины; надо полагать, что въ образованіи ихъ принимала участіе вода.



Рис. 22. Черноземная почва съ иллювіемъ. Рис. Г. Н. Высоцкаго.

Изученіе глубокихъ горизонтовъ черноземныхъ почвъ показало, что въ лессовыхъ областяхъ нерѣдко на глубинѣ отъ 2 до 4 метровъ наблюдаются неясно оформленные гумусовые горизонты, въ связи съ коими находятся также скопленія углекислой извести и гипса [1]). На прилагаемомъ рисункѣ (рис. 22), заимствованномъ изъ работы Высоцкаго, буквами F и G обозначены скопленія гумуса и гипса. Гумусовый горизонтъ, какъ видно на чертежѣ, залегаетъ на глубинѣ отъ 3 до 4 метровъ, но даетъ отростки какъ въ верхнюю, такъ и въ нижнюю часть разрѣза. Гипсъ въ данномъ случаѣ пріурочивается къ тому же гумусо-

вому горизонту и является или въ видѣ мелкихъ кристалловъ, или въ видѣ довольно крупныхъ друзовидныхъ конкрецій (отъ орѣха до кулака величиной). Иногда скопленія гипса лежатъ выше или ниже гумусоваго горизонта, а порой и совершенно отсутствуютъ.

Что касается выдѣленій углекислой извести, то наблюденія говорятъ слѣдующее: верхній слой черноземной почвы, въ среднемъ до глубины 47 см., лишенъ замѣтныхъ количествъ углекислой извести (не вскипаетъ съ кислотой), глубже начинаетъ уже вскипать. Замѣтныя скопленія углекислой извести появляются въ видѣ жилокъ, напоминающихъ иногда грибной мицелій (лжегрибница Измаильскаго), въ видѣ пятенъ, мелкихъ глазковъ и крупныхъ конкрецій. Первый горизонтъ скопленія углекислой извести появляется немного ниже верхняго гумусоваго горизонта (на глубинѣ около 0,85—0,9 м.) въ видѣ глазковъ. Второй горизонтъ наблюдается уже на глубинѣ 4,15—4,4 м. и состоитъ изъ разрозненныхъ плотныхъ желваковъ и расплывчатыхъ бѣловатыхъ пятенъ. Въ промежуточномъ (E) и гумусовомъ (F) горизонтахъ крупныя выдѣленія углекислой извести или совсѣмъ отсутствуютъ, или попадаются въ небольшихъ количествахъ. Жилки углекислой извести (лжегрибница) наблюдаются въ различныхъ горизонтахъ.

Скопленіе верхняго горизонта углекислой извести Высоцкій объясняетъ передвиженіемъ растворовъ въ лѣтній періодъ, когда почвенныя воды наиболѣе богаты углекислотой, снизу вверхъ, что связано съ высыханіемъ поверхностныхъ горизонтовъ почвы. До поверхности, однако, эти растворы дойти не могутъ, такъ какъ влага перехватывается корнями растеній на значительной глубинѣ, гдѣ и происходитъ выдѣленіе солей, заполняющихъ мелкія пустоты, въ видѣ камеръ и гнѣздъ мелкихъ животныхъ (черви, пауки) и насѣкомыхъ.

Изучая подобные разрѣзы черноземныхъ почвъ въ Велико-Анадолѣ Екатеринославской губ., а также наблюдая параллельно за просачиваніемъ атмосферныхъ водъ, за промоканіемъ и высыханіемъ грунта въ различныя времена года и при различныхъ условіяхъ, Высоцкій пришелъ къ заключенію, что на плато и пологихъ склонахъ съ болѣе или менѣе глубокимъ залеганіемъ грунтовыхъ водъ не происходитъ сплошного промыванія грунта просачивающимися водами. Ежегодно, на глубинѣ между 2 и 4 метрами, остается слой, влажность котораго, не достигая капиллярной влагоемкости, круглый годъ болѣе или менѣе постоянна. Этотъ слой былъ названъ Высоцкимъ „мертвымъ горизонтомъ", представляющимъ какъ бы предѣлъ просачиванія въ глубину всякихъ растворовъ, возникающихъ при почвообразованіи, а особенно такихъ сравнительно трудно растворимыхъ соединеній, какъ гипсъ и углекислая известь, а также и такихъ, которые при извѣстномъ измѣненіи условій способны видоизмѣняться и принимать нерастворимыя формы. Къ типу послѣд-

нихъ принадлежатъ растворы „креновой“ кислоты, которые, возстановляясь при недостаточной аэраціи, способны давать мало подвижную „гуминовую“ кислоту. Въ силу указанныхъ причинъ, какъ минеральныя, такъ, частью, и органическія вещества остаются въ предѣлахъ промокаемаго горизонта и здѣсь выдѣляются, образуя замѣтныя на простой глазъ скопленія. Всѣ эти скопленія органическаго и неорганическаго характера Высоцкій предложилъ называть „иллювіемъ“ отъ глагола illuo—вмываю).

Ученіе объ иллювіальныхъ горизонтахъ черноземныхъ почвъ поколеблено, однако, новѣйшими изслѣдованіями Боча, который доказываетъ, что иллювій Высоцкаго представляетъ не что иное, какъ древнюю (ископаемую) почву, извѣстнымъ образомъ лишь деформированную подъ вліяніемъ современныхъ процессовъ почвообразованія.

Чтобы закончить съ морфологіей черноземныхъ почвъ, отмѣтимъ своеобразныя черты строенія горныхъ закавказскихъ черноземовъ. Прежде всего рельефъ здѣшнихъ черноземныхъ участковъ (окрестности оз. Гокчи) мало напоминаетъ безбрежныя равнины русской черноземной степи. Въ общемъ здѣсь скорѣе волнистая, чѣмъ равниная поверхность; кое-гдѣ выступаютъ почти голые холмики, сложенные изъ той же черной базальтовой лавы, изъ которой формируется и здѣшній черноземъ. Общій характеръ флоры переноситъ изслѣдователя въ черноземную степь Саратовской губ.; обиліе ковыля (Stipa pennata) мѣстами поражающее (окрестности с. Еленовки на берегу оз. Гокчи). Черноземные участки расположены здѣсь на абсолютной высотѣ около 1850 метр.

На ровныхъ участкахъ черноземъ имѣетъ такое строеніе: поверхностные гумусовые горизонты ничуть не отличаются отъ таковыхъ же русскаго чернозема; подъ ними лежитъ сплошной бѣлый горизонтъ, переполненный углекислой известью, содержащій также и углекислую магнезію. Нижнія части этого горизонта часто какъ бы припаяны къ верхнимъ неизмѣненнымъ частямъ материнской породы. Такимъ образомъ въ разрѣзѣ наблюдатель видитъ рѣзко выдѣляющуюся бѣлую полосу, заключенную между двумя черными. На склонахъ строеніе чернозема измѣняется въ томъ отношеніи, что подъ гумусовыми горизонтами находятся буроватая суглинистая порода, также переполненная углесолями, а подъ ней уже лежитъ лава. Кое-гдѣ лава смѣняется почти чистымъ вулканическимъ стекломъ (обсидіаномъ).

Выше сообщенныя свѣдѣнія о материнскихъ породахъ чернозема уже даютъ возможность заключить, что среди представителей этого типа почвообразованія, какъ и среди представителей каждаго другого типа, могутъ встрѣчаться разности, болѣе или менѣе рѣзко различающіяся другъ отъ друга своимъ механическимъ составомъ, начиная отъ тяжелыхъ суглинистыхъ и кончая супесчаными и даже скелетными. Только

рѣзко песчаныхъ разностей чернозема, какъ указывалъ еще Рупрехтъ, не существуетъ. Данное обстоятельство находитъ свое объясненіе въ томъ, что пески представляютъ среду, легко доступную влагѣ и воздуху, благодаря чему разложеніе органическихъ веществъ протекаетъ здѣсь энергичнѣе, гумуса много накопляться не можетъ, а соли также не задерживаются и не накопляются. Къ тому же, если въ степное пространство вклиниваются широкія полосы песковъ, то на нихъ обычно поселяется лѣсъ, а подъ послѣднимъ развиваются подзолистыя почвы. Изслѣдователь, пересѣкающій черноземную полосу Европейской Россіи на пути изъ Москвы въ Саратовъ (черезъ Рязань, Козловъ, Тамбовъ), легко можетъ убѣдиться въ справедливости сказаннаго. Какъ конечные члены рыхлыхъ почвъ черноземнаго типа описывались въ русской почвенной литературѣ черноземныя супеси и черноземные глинистые пески (въ Саратовской губ.).

Значительно большее распространеніе въ предѣлахъ русскихъ степей суглинистыхъ разностей чернозема сравнительно съ супесчаными легко объясняется преобладающимъ типомъ материнскихъ породъ, характеризующихся своей мелкоземистостью.

Для примѣра приводимъ здѣсь нѣсколько механическихъ анализовъ поверхностныхъ горизонтовъ черноземныхъ почвъ; болѣе глубокіе горизонты мало изучались въ этомъ направленіи.

	Хрящъ	Песокъ.		Пыль		Илъ
	>2 мм.	2—1	1—0,5	0,5—0,25	0,25—0,01	<0,01 мм.
Ключищи Нижег. г. . .	0,295	—	0,079	0,044	41,071	58,323
Руновщина Полт. г. . .	—	0,01	0,16	0,69	43,59	42,15
Каменная степь Ворон. г.	—	—	—	—	66,21	33,19
Тоже	—	—	—	0,2	68,17	31,07
Велико-Анадоль Екатер. г.	—	—	—	—	67,40	30,0
Голотовщина Полтавск. г.	—	—	—	0,4	61,69	25,01
Еньки „ „	—	—	—	0,67	77,13	12,4
Сибирскіе черноземы.						
Сорочья степь Тобол. г. . . .	0,20	0,99		1,62	30,59	66,60
Замиралово „ „ . . .	—	0,18		0,37	29,23	77,21

Суглинистыя разности черноземовъ отличаются большой влагоемкостью и сравнительно невысокой капиллярностью. Послѣднее касается только дѣвственныхъ черноземовъ, обладающихъ хорошо выраженной зернистой структурой. При распашкѣ структура исчезаетъ, верхніе горизонты становятся пылеватыми, и въ этомъ состояніи ихъ капиллярность повышается, но зато значительно ослабляется водопропускающая способность. Къ сожалѣнію, большинство физическихъ свойствъ русскихъ черноземовъ изучалось на образцахъ, взятыхъ съ культурныхъ распа-

ханныхъ участковъ, почему мы не считаемъ возможнымъ приводить здѣсь цифровыхъ данныхъ.

Переходя къ характеристикѣ химическихъ свойствъ чернозема, отмѣтимъ прежде всего, что почвы эти довольно богаты гумусомъ, и не только тогда, когда онѣ находятся въ дѣвственномъ состояніи, но и тогда, когда распаханы. Для черноземовъ Европейской Россіи можно принять слѣдующія нормы содержанія гумуса:

Сѣверный черноземъ	4— 6%
Тучный (мощный) западной части черноземной зоны	6—10%
Та же разность восточной части зоны	10—13 и болѣе %
Обыкновенный (средній)	6—10%
Южный черноземъ	4— 6%

Для знакомства съ валовымъ составомъ черноземовъ Европейской Россіи приведемъ анализы проф. К. Шмидта, относящіеся къ различнымъ горизонтамъ почвы с. Крутого, Балашовскаго у., Саратовской губ.

Глубина	0—30 см.	30—55	55—80	80—110	Глубже 110 см.
H_2O при 100° С.	13,47%	13,10%	12,03%	14,02%	10,88%
„ „ 150° С.	1,35	1,38	1,03	1,47	0,90
Гумусъ	14,85	11,37	8,69	6,16	3,54
SiO_2	44,35	55,83	57,87	54,32	48,20
Al_2O_3	15,79	14,84	15,75	14,61	14,65
Fe_2O_3	4,52	5,16	5,19	4,83	4,64
Mn_2O_3	0,07	0,08	0,09	0,10	0,09
CaO	1,94	2,05	1,54	5,82	10,00
MgO	1,55	1,48	1,92	1,76	1,47
K_2O	2,27	2,37	2,33	2,27	2,03
Na_2O	0,71	0,58	0,84	0,88	0,86
CO_2	0,05	0,06	0,07	3,57	7,54
P_2O_5	0,22	0,18	0,16	0,16	0,15
SO_3	0,006	0,004	0,001	0,002	0,005
NaCl	0,007	0,004	0,003	0,003	0,006
N	0,607	0,417	0,272	0,180	0,076

Чтобы узнать, какія изъ минеральныхъ веществъ пріобрѣлъ и какія потерялъ поверхностный гумусовый горизонтъ сравнительно съ горизонтомъ наиболѣе глубокимъ, произведемъ вычисленія въ предположеніи, что абсолютное количество глинозема во всѣхъ горизонтахъ остается неизмѣннымъ. Предварвтельно перечислимъ цифры перваго и послѣдняго столбцовъ на породу безводную, безгумусовую и безкарбонатную. Произведя всѣ вычисленія, получаемъ [1]):

[1]) Результаты вычисленій для большей наглядности приведены въ цѣлыхъ числахъ.

	% сохранившихся составныхъ частей.	% утраченныхъ составныхъ частей.
K_2O	+ [1])	0,0%
Na_2O . . .	76%	24,0
CaO	+	0,0
MgO . . .	98,0	2,0
Al_2O_3 . . .	100,0	0,0
Fe_2O_3 . . .	90,0	10,0
Mn_2O_3 . . .	74,0	26,0
SiO_2	85,0	15,0

Результаты показываютъ, что выносъ отдѣльныхъ соединеній происходилъ съ малой энергіей и что материнская порода, превратившись въ черноземъ, потеряла лишь небольшія количества натра, желѣза, марганца, кремнезема и ничтожное количество магнезіи.

Близкіе результаты мы получаемъ, просматривая и перечисляя и другіе анализы черноземныхъ почвъ. Вотъ, напримѣръ, данныя для Тобольскаго чериозема:

	Гориз. А.	Гориз. С.
H_2O при 100° С. . . .	4,57%	3,37%
Потеря при прок. . .	10,74	5,90
Гумусъ	7,58	2,40
SiO_2	64,28	61,10
Al_2O_3	13,61	12,69
Fe_2O_3	4,75	4,79
CaO	1,53	6,50
MgO	1,78	2,38
K_2O	1,55	1,53
Na_2O	1,28	1,89

Перечисливъ данныя на минеральное вещество безъ карбонатовъ, получаемъ:

	Гориз. А.		Гориз. С.	
SiO_2	71,74%		71,33%	
Al_2O_3	15,19	20,49	14,81	20,40
Fe_2O_3	5,30		5,59	
CaO	1,70		2,07	
MgO	1,97		2,77	
K_2O	1,97		1,78	
Na_2O	1,79		2,20	

Составъ чернозема Акмолинской области выражается слѣдующими данными:

[1]) Знакъ + показываетъ, что почва не только не потеряла, но даже пріобрѣла.

	1—16 см.	14—28 см.	33—48 см.	94—104 см. (С.)
Гигроск. вода . . .	6,85%	7,20%	6,90%	5,15%
Гумусъ	12,23	5,70	1,88	0,44
CO_2	—	—	—	4,53
Потеря при прокал. .	13,72	8,62	5,62	8,45
SiO_2	61,22	63,81	65,48	59,23
Al_2O_3	12,59	14,36	14,90	12,54
Fe_2O_3	5,60	5,75	5,94	5,31
MnO	0,49	0,33	0,54	0,37
CaO	2,15	1,26	1,83	8,14 (2,38)
MgO	1,45	1,84	2,10	2,06
K_2O	1,83	2,41	2.27	1,70
Na_2O	0,89	1,31	1,08	1,35
SO_3	0,39	0,44	0,44	0,62
P_2O_5	0,15	0,16	0,11	0,08
	100,48	190,29	100,32	99,85

Перечисливъ приведенныя аналитическія данныя на безводную, безгумусовую и безкарбоиатную минеральную массу, получаемъ:

	1	2	3	4
SiO_2 . . .	70,56	69,60	69,14	69,16
Al_2O_3 . .	14,51	15,66	15,73	14,64
Fe_2O_3 . .	6,45	6,26	6,27	6,20
MnO . . .	0,56	0,35	0,57	0,42
CaO . . .	2,47	1,37	1,93	2,77
MgO . . .	1,67	2,00	2,21	2,40
K_2O . . .	2,10	2,62	2,39	1,98
Na_2O . . .	1,02	1,42	1,14	1,57
SO_3 . . .	0,44	0,48	0,47	0,72
P_2O_5 . . .	0,17	0,16	0,11	0,08

Просматривая полученныя цифры, мы приходимъ къ заключенію, что существенныхъ различій въ составѣ силикатной части данной черноземной почвы отъ другихъ почвъ того же типа не замѣчается. Бросается лишь въ глаза значительное богатство мѣстнаго черіозема сѣрной кислотой. Повидимому, это свойство общее большинству почвъ западно-сибирской черноземной зоны и, вѣроятно, находится въ связи съ нѣкоторой гипсоносностью мѣстныхъ материнскихъ породъ.

Приведемъ, наконецъ, аналитическія данныя для восточно-сибирскаго чернозема (окрестности Стрѣтенска):

	Гориз. А.	Гориз. A_2	Гориз. С.
Потеря при прок. . .	11,04%	6,38%	4,63%
SiO_2	58,32	61.28	62,50
Al_2O_3	15,87	18,00	17,70
Fe_2O_3	6,09	5,62	6,50
CaO	3,42	2,80	2,91
MgO	2.05	2,29	2,21
K_2O	2,20	2,15	2,34
Na_2O	1,36	1,59	1,50
Сумма . .	100,36	100,11	100,29

Перечисливъ на минеральное вещество получаемъ:

	A_1		A_2		C.	
SiO_2 . . .	65,55%		65,45%		65,53%	
Al_2O_3 . .	17,84	24,68	19,22	25,22	18,56	25,37
Fe_2O_3 . .	6.84		6,00		6,81	
CaO . . .	3,84		2,99		3,05	
MgO . .	2,30		2,44		2,31	
K_2O . . .	2,47		2,29		2,45	
Na_2O . .	1,54		1,69		1,57	

Наблюдающееся иногда накопленіе извести въ гориз. A_1 объясняется присутствіемъ значительнаго количества малоподвижныхъ гумусовыхъ веществъ. Слѣдуетъ, впрочемъ, оговориться, что вычисленія, касающіяся извести, могутъ быть и не вполнѣ точными. Мы условно принимаемъ, что вся углекислота карбонатовъ связана съ известью, на самомъ же дѣлѣ возможно, что небольшая часть углекислоты связана съ магнезіей.

О вертикальномъ распредѣленіи гумуса и углекислоты въ черноземахъ равнинной Россіи даетъ представленіе слѣдующая таблица [1]):

	Глубина въ см.	Гумусъ.	Потеря при прокалив.	Относит. содер. гумуса.	Растворим. гум. въ %.	Относ. раств. гумуса ко всему количеству.	CO_2
A.	0— 10	11,21	20,46	100	0,0470	1/240	0,096
	15— 20	11,20	20,14	100	—	—	0,102
	20— 25	7,897	16,81	70,5	0,0577	1/137	0,054
	30— 35	7,298	15,41	65	—	—	0,065
	40— 45	6,616	15,58	60	0,9573	1/115	0,076
B.	50— 55	4,916	13,35	43,8	—	—	0,087
	58— 60	4,546	12,24	40	0,0397	1/115	0,072
	60— 63	3,526	11,31	31	—	—	0,076
	65— 69	2,896	11,42	26	0,0409	1/70	3,760
	75— 80	2,520	11,09	22.5	0,0301	1/84	6,440
	85— 90	1,801	9,607	16	—	—	7,59
C.	95—100	1,585	8,893	14	—	—	7,11
	105—110	1,528	9,138	13,6	—	—	8,15
	115—120	1,323	8,988	12	—	—	8,55
	125—130	1,091	8,576	9,7	0,0219	1/50	8,84

Какъ эти опредѣленія, такъ и имѣющіяся въ литературѣ другія, показываютъ, что въ черноземныхъ почвахъ равнинной Россіи максимальныя количества карбонатовъ достигаютъ 16—17%. Значительно богаче карбонатами горные черноземы Закавказья, гдѣ количество ихъ обыкновенно выше 20%, а иногда достигаетъ и 35%.

1) Димо (11).

Черноземы Лорійской степи.		$CaCO_3$
№ 1	Гор. С (16—20 верш.)	31,810
	„ (20—24 „)	30,050
	„ (12—16 „)	24,701
№ 2	„ (24—28 „)	33,756

Водныя вытяжки изъ черноземныхъ почвъ, по даннымъ Захарова, даютъ слѣдующіе результаты:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Горизонты.	Глубина взятія пробы въ см.	Цвѣтъ вытяжки.	Сухой остатокъ.	Минеральн. остатокъ.	Потеря при прокалив.	Щелочность 2 (HCO_3).	Cl	SO_3	SiO_2	CaO
A_1	10—25	золот. желтый	0,0734	0,0366	0,0368	0,0196	0,0062	0,0030	0,0047	0,0160
A_2	30—80	безцв.	0,0640	0,0288	0,0362	0.0241	0,0061	0,0017	0,0039	0,0144
С	90—150	„	0,0644	0,0386	0.0258	0,0388	0,0039	0,0024	0,0031	0,0146

Процентное содержаніе сухого и прокаленнаго остатка водной вытяжки.

		Въ % сухого остатка.				Въ % прокален. остатка.				
1	2	4	5	6	7	5	8	9	10	11
A_1	10— 25	100	49,96	50,04	26,70	100	16,85	8,15	12,77	43,48
A_2	30— 80	100	44,99	55,01	37,66	100	17,57	4,90	13,53	41,46
С	90—150	100	57,21	42,76	60,25	100	10,10	6,22	8,03	37,82

Просматривая эти таблицы, мы замѣчаемъ прежде всего, что у черноземныхъ почвъ не только глубокіе, но и поверхностные горизонты обнаруживаютъ щелочную реакцію.

Эта послѣдняя, по мнѣнію Захарова, связана съ бикарбонатомъ извести. Количество минеральныхъ и органическихъ веществъ, переходящихъ въ растворъ, почти одинаковы.

Изъ переходящихъ въ растворъ основаній первое мѣсто занимаетъ известь.

Имѣются данныя, которыя позволяютъ утверждать, что водныя вытяжки изъ черноземныхъ почвъ различныхъ подзонъ болѣе или менѣе замѣтно различаются между собой: наибольшее количество минеральнаго вещества даютъ вытяжки южнаго чернозема, за ними идутъ вытяжки обыкновеннаго или средняго, а затѣмъ — мощнаго. Это даетъ поводъ заключить, что гумусовыя вещества черноземовъ не одинаково насыщены зольными элементами, и что насыщенность эта понижается по мѣрѣ приближенія къ сѣверной границѣ черноземной зоны. Такая закономѣрность представляетъ не только теоретическій интересъ, но имѣетъ, повидимому, и практическое значеніе. Отъ степени минерализаціи водной вытяжки можетъ зависѣть дозировка удобренія черноземныхъ почвъ.

Къ группѣ почвъ умѣреннаго увлажненія слѣдуетъ причислить, кромѣ черноземовъ, еще темноцвѣтныя черноземовидныя почвы, встрѣчающіяся по пониженнымъ мѣстамъ среди почвъ каштановой зоны. Темноцвѣтныя почвы западинъ даютъ въ разрѣзѣ такую картину [1]):

A_0. Торфоподобная подстилка мощностью въ 1,5—2 см.

A_1. Буровато-черный; пронизанъ массой корней; ясно обособленныхъ структурныхъ элеметовъ не видно. Мощность 7,5—8 см.

A_2. Болѣе комковатъ и плотенъ, неясно мелкозернистъ; въ нижней части пятнистъ, благодаря неравномѣрной окраскѣ, и становится крупно-орѣховато-комковатымъ. Мощность — 15 см.

B. Мелкокомковатъ и плотенъ, въ верхней части сильно пятнистъ, книзу свѣтлыя пятна ясно локализируются въ широкіе потеки и языки. Мощность 27 см., съ глубины 47 см. на свѣтлыхъ пятнахъ между концами темныхъ языковъ появляется вскипаніе.

C. Лессовидная глина. До 150 см. нѣтъ ни хлора, ни SO_3

Содержаніе гумуса въ этихъ почвахъ колеблется, повидимому, въ зависимости отъ географической широты, а также и отъ глубины тѣхъ западинъ, гдѣ такія почвы залегаютъ. Такъ, въ Саратовской губерніи количество гумуса опредѣлялось въ 7—7,5%, въ Тургайской области [2])—въ 4,6%.

О распредѣленіи CO_2 въ двухъ образцахъ темноцвѣтныхъ почвъ даетъ представленіе слѣдующая таблица [1]).

Глубина въ см. Почва № III.	CO_2	Глубина въ см. Почва № 6.	CO_2
5— 10	0,030	5— 10	0,063
25— 28	0,026	25— 28	0,048
30— 45	—	40— 45	0,097
45— 50	0,037	50— 55	3,186
70— 75	4,089	60— 65	4,375
80— 85	5,371	75— 80	5.890
90— 95	**6,176**	85— 90	**7,136**
105—110	—	100—105	6,230
125—130	4,202	105—110	5,430
150	2,890	125—130	4,321
		150	3,165

Водная вытяжка изъ темноцвѣтной почвы Тургайской области дала такіе результаты,

Горизонты.	Глубина въ см.	Сухой ост.	Потеря при прокал.	Минер. вещ.	SiO_2.	SO_3.	Cl.	CaO.	MgO.	Щелочн. 2 (HCO_3).	Цвѣтъ выт.
A_1 .	0—19	0,0682	0,0462	0,0220	0,0003	0,0038	—	—	—	0,0141	золот.-желт.
A_2 .	19—50	0,0471	0,0266	0,0204	0,0007	0,0026	0,0016	—	—	0,0145	„ „
C .	50—80	0,0710	0,0212	0,0487	—	0,0042	0,0018	—	—	0,0516	блѣдн. зол.-желт.

1) Димо (11).

2) Левченко (41).

Въ горахъ южнаго Туркестана (южная часть Сыръ-Дарьинской Ферганская, Самаркандская, Закаспійская области) среди вертикальныхъ зонъ мы уже не встрѣчаемъ вполнѣ типичныхъ черноземовъ, какіе встрѣчаются еще въ горахъ сѣвернаго Семирѣчья. Здѣсь лежатъ лишь черноземовидныя почвы, въ нѣкоторой степени напоминающія черноземъ и принадлежащія къ тому же типу почвообразованія. Неустроевъ даетъ слѣдующую характеристику разрѣза черноземовидныхъ почвъ Аидижанскаго у. Ферганской области:

0— 3 см. слѣды слоеватости.
3—22 „ горизонтъ, вверху неправильно комковатый, ниже орѣховатый, чернобураго цвѣта, весь источенный червями. Встрѣчается щебенка съ бѣлой коркой углесолей.
22—32 „ Почва ясно бурѣетъ, сохраняя ту же структуру.
съ 32 см. прибываетъ много округлой гальки и неокатанные камни, особенно на глубинѣ 42—45 см., гдѣ гальки едва пересыпаны мелкоземомъ грязноватаго цвѣта.

Почва вскипаетъ на глубинѣ 30 см. Материнской породой является каменноугольный известнякъ.

Содержаніе гумуса и гигроскопической воды выражается для этой почвы слѣдующими данными:

Въ гориз.	0—6 см.	содерж. гумуса	—	7,30%	гигроскоп. воды	—	3,61%
„ „	14—40 „	„	„	5,10	„	„	2,21
„ „	0—25 „	„	„	6,65	„	„	2,65

Литература.

1. Abich. Bull. Acad. Pétersb. 1854, XIII.
2. Агапитовъ. Изв. Вост.-Сиб. Отд. Имп. Русск. Геогр. Общ., т. XI, № 3—4
3. Безсоновъ. Тр. почв.-ботан. экспед. по изслѣд. колониз. раіон. Азіатской Россіи. Ч. I. Почв. изслѣд. 1908, вып. VI. Изд. Перес. Управленія.
4. Blasius. Reise im Europ. Russland in den Jahren 1840 u. 1841. Braunschweig, 1844.
5. Богдановъ. Птицы и звѣри черноз. полосы Поволжья и долины средней и нижней Волги. Спб. 1871.
6. — Труды Имп. Вольн. Экон. Общ., 1877, т. I.
7. Борисякъ. О черноземѣ. Рѣчь. Харьковъ, 1852.
8. Buber. Die galizisch-podolische Schwarzerde, ihre Entstehung und natürliche Beschaffenheit und die gegenwärtigen landwirtschaftlichen Betriebsververhältnisse des Nordostens dieser Bodenzone Galiziens. Berlin, 1910.
9. Хаинскій, А. Тр. почв. ботан. экспед. по изслѣд. колоииз. раіои. Азіатской Россіи. Ч. I. Почв. изслѣд. 1912—13 г.г., вып. 1.
10. Czerniaev. Bull. de la Soc. des Natur. de Moscou, 1845, т. XVIII, № 3.
11. Димо. Полупустынныя почвенныя образованія юга Царицынскаго уѣзда. Саратовъ, 1907.
12. Димо. Почвовѣдѣніе, 1903, № 2.
13. Докучаевъ. Русскій черноземъ, 1883.
14. — Предвар. отч. объ изслѣдов. иа Кавказѣ лѣтомъ 1899 т. Тифлисъ, 1899.
15. Эйхвальдъ. Палеонтологія Россіи, 1850.
16. Ehrenberg. Monatsber. der Berlin. Akad. 1850.
17. Эверсманъ. Естеств. исторія Оренбургскаго края. 1840.
18. Georgi. Geographisch-physikal. u. naturhistor. Beschreibung des Russischen Reichs. 1797.
19. Германнъ. Землѣд. журн. Москов. Общ. Сельск. Хоз., 1837, № 1.
20. Giedwillo. Bull. de la Soc. des Natur. de Moscou, 1851.
21. Глинка, К. Почвовѣдѣніе, 1909, № 2.
22. — и сотрудники. Предв. отчетъ объ организ. и исполн. работъ по изслѣд. почвъ Азіатской Россіи въ 1910 г.
23. — „Почвовѣдѣніе“, 1909, № 4.
24. — Горшенинъ, Стратоновичъ и Яковлевъ. Труды Докуч. Почв. Комитета, вып. I, 1914.
25. Гордягинъ. Тр. Общ. Ест. при Казан. Уннв., т. XXXIV, 1900.
26. Гроссулъ-Толстой. Зап. Общ. Сельск. Хоз. южной Россіи, 1857.
27. Güldenstädt. Reisen durch Russland und im Kaukas. Gebirge, herausgegeben von Pallas. 1787—1791.
28. Hyot. Voyage dans la Russie méridionale et la Crimée. 1842.
29. Искюль. Предв. отч. объ орган. и исполн. работъ по изслѣд. почвъ Азіатской Россіи въ 1912 г., подъ ред. К. Глинки, Спб, 1913.
30. Яворовскій. Изв. Геолог. Комит., т. XIV.
31. Карпинскій. Научно-историч. сборникъ Горнаго Института, 1873.
32. Келлеръ, Б. По долинамъ и горамъ Алтая, т. I, Казань, 1914.
33. Конткевичъ. Геологич. изслѣд. въ гранитн. полосѣ Новороссіи по восточную сторону Днѣпра, 1881.

34. Королевъ. Зап. Зап.-Сиб. Отд. Имп. Русск. Геогр. Общ., кн. XXIV.
35. Короткій. Предв. отч. объ орган. и исполн. работъ по изслѣд. почвъ Азіатск. Россіи въ 1912 г., подъ ред. К. Глинки, Спб. 1913.
36. Коссовичъ. Отчетъ с.-хоз. хим. лабор. Мин. Земл. и Госуд. Имущ. I, 1899.
37. Костычевъ. Почвы черноземной области Россіи, ч. I, 1886.
38. Красновъ. Тр. Спб. Общ. Естествоиспыт., 1887.
39. — Травяныя степи сѣвернаго полушарія. — Изв. Имп. Общ. Люб. Естествознан., Антропол. и Геогр., состоящ. при Москов. Унив. т. LXXXIII, 1894.
40. Лапинъ. Сельск. хоз. и лѣсоводство. 1902, CCIV, № 3.
41. Левченко. Труды почв.-ботан. экспед. по изуч. колониз. раіон. Азіатск. Россіи, ч. I. Почв. изслѣдованія, 1908 г., вып. 1.
42. Ломоносовъ. Первыя основанія металлургіи. 1763.
43. Ludwig. Ueberblick d. geolog. Beobacht. in Russland, insbesondere im Ural während einer Reise im Jahre 1860. Leipzig, 1862.
44. Мартьяновъ. Тр. Общ. Ест. при Казан. Унив. XI, вып. 3.
45. — Изв. Вост. Сиб. Отд. Имп. Русск. Геогр. Общ., т. XIV, 1—3.
46. Миддендорфъ. Очерки Ферганской долины, 1882.
47. Munteanu-Murgoci. Comptes rendus de la première conference agro-géologique. Budapest, 1909.
48. Мурчисонъ. Геологическое описаніе Европейской Россіи, ч. II.
49. — Журн. Мин. Госуд. Имущ. 1843, VIII, 119—138.
50. Неуструевъ. Предв. отч. объ организ. и исполн. работъ по изслѣд. почвъ Азіат. Россіи въ 1911 г., подъ ред. К. Глинки. Спб., 1912.
51. Никитинъ. Изв. Геол. Ком., т. V, 1896.
52. Oldham. A manuel of the geology of India (2-е изд. книги Medlicott и Blanford), Calcutta, 1893.
53. Orth. Geognost. Durchforsch. des Schlesisch. Schwemmlandes, 1872.
54. — Die Schwarzerde und ihre Bedeutung für die Kultur. Die Natur, 1877, № 3.
55. Отоцкій. Литература по русскому почвовѣдѣнію, 1898.
56. Павловъ. „Почвовѣдѣніе", 1911, № 4.
57. Pallas. Bemerkungen auf einer Reise in die südlich. Staathalterschaft. des Russischen Reichs, 1799.
58. П. А. Журн. Мин. Госуд. Имущ., 1852—53, XLIV, библіографія, стр. - 4
59. Petzold. Beiträge zur Kenntnis des Inneren von Russland, zunächst in landw. Hinsicht, 1851.
60. Полѣновъ. Мат. къ оцѣнкѣ зем. Полт. губ., вып. III. Хорольскіи у.
61. Прасоловъ. Тр. почв.-ботан. экспед. по изуч. колониз. раіон. Азіатской Россіи, ч. I. Почвенн. изслѣд. 1910 г., вып. 2, 1914.
62. Райкинъ. Предв. отч. объ организ. и исполн. работъ по изслѣд. почвъ Азіатской Россіи въ 1912 г.; подъ ред. К. Глинки.
63. Richthofen. Führer für Forschungsreisende, 1886.
64. Романовскій, Г. Горный журн. 1863 г., ч. I, стр. 484.
65. Рожанецъ. Предв. отч. объ организ. и исполн. работъ по изслѣд. почвъ Азіатской Россіи въ 1913 г.; подъ ред. К. Глинки.
66. Рупрехтъ. Геобот. изслѣд. о черноземѣ. — Прилож. къ X т. Запис. Имп. Акад. Наукъ, № 6, 1866 г.
67. Захаровъ. „Почвовѣдѣніе", 1906, № 1—4.
68. — Журн. Оп. Агрон. 1906, кн. IV.
69. Сибирцевъ. Черноземъ въ разныхъ странахъ, 1898. Публичн. лекція.

70. Сибирцевъ. Изъ заграничныхъ экскурсій. — Зап. Ново-Алекс. Инст., т XII, вып. 3, 1899.
71. Синельниковъ. Изв. Москов. С.-Хоз. Институт., 1900, кн. 4.
72. Словцовъ. Зап. Зап.-Сиб. Отд. Имп. Русск. Геогр. Общ., кн. XXI, 1897.
73. Смирновъ. Тр. почв.-ботан. экспед. по изуч. колониз. раіон. Азіатской Россіи, ч. I. Почвенныя изслѣд. 1909 г., вып. 1.
74. Шмидтъ, К. Физико-хим. изслѣд. почвъ и подпочвъ черноземн. полосы Европ. Россіи, вып. I, 1879.
75. Storch. Statistische Uebersicht d. Staathalterschaft des Russischen Reichs. 1795.
76. Танфильевъ. Бараба и Кулундин. степь въ предѣлахъ Алтайск. окр. — Тр. Геолог. части Кабин. Е. И. В., т. V, вып. 1, 1902.
77. Тихоновичъ, Н. Землевѣдѣніе, 1902, кн. II—III.
78. Treitz, P. Földtani kozlöny, 1910.
79. Туминъ. Тр. почв.-ботан. экспед. по изуч. колониз. раіоновъ Азіатской Россіи, ч. I. Почвенныя изслѣд., вып. 10, 1910.
80. — „Почвовѣдѣніе", 1914, № 1—2.
81. Walther, J. Lithogenesis d. Gegenwart, Jena, 1893—1894.
82. Wangenheim v. Qualen. Bull. de la Soc. de Natur. de Moscou 1853, 1854.
83. — Тр. Имп. Вольн. Экон. Общ., 1854, № 9 и 1875.
84. Weisse. Bull. de la Soc. de Natur. de Moscou, 1855.
85. Вернадскій. О значеніи трудовъ М. В. Ломоносова въ минералогіи и геологіи. Москва, 1900.
86. Веселовскій. Хозяйственно-стат. атласъ Европ. Россіи, 1851.
87. — О климатѣ Россіи. — Изд. Имп. Акад. Наукъ, Спб., 1857.
88. Вильсонъ. Объясненія къ хозяйств.-статист. атласу Европ. Россіи, 1869.
89. Воейковъ. Тр. Имп. Вольн. Экон. Общ., 1880, т. III.
90. Выдринъ и Ростовскій. Мат. по изслѣд. почвъ Алтайскаго округа. Барнаулъ, 1896.
91. Высоцкій, Г. „Почвовѣдѣніе", 1899, 1900.
92. Высоцкій, Н. Изв. Геолог. Комитет., т. XIII.

IV. Почвы недостаточнаго увлажненія.

Почвы этого класса занимаютъ огромныя пространства пустынныхъ степей и пустынь. Пустынныя степи въ Европейской и Азіатской Россіи непосредственно соприкасаются съ черноземными областями, которыя въ нихъ къ югу и переходятъ постепенно. Уже цвѣтовой оттѣнокъ (сѣроватый) южнаго чернозема намѣчаетъ этотъ переходъ, такъ какъ всѣ почвы русскихъ пустынныхъ степей, какого бы цвѣта онѣ ни были, отличаются вмѣстѣ съ тѣмъ сѣроватымъ оттѣнкомъ, особенно въ поверхностномъ горизонтѣ. Группу почвъ русскихъ пустынныхъ степей, по цвѣту, мощности, содержанію гумуса и нѣкоторымъ другимъ признакамъ, можно разбить на три подгруппы, а именно: каштановыя, бурыя и сѣрыя (сѣроземъ). Въ субтропическихъ пустынныхъ степяхъ аналогами названныхъ почвъ являются красноцвѣтныя почвы, которыя, какъ мы указывали уже (стр. 331), слѣдуетъ отличать отъ красноземовъ латеритнаго типа.



Рис. 23. Каштановая почва Тургайской обл. (издали). Фот. Левченко.

Каштановыя почвы (рис. 23 и 24) занимаютъ въ Россіи самое сѣверное положеніе среди почвенныхъ образованій пустынныхъ степей и непосредственно соприкасаются съ зоной чернозема, вдаваясь въ послѣднюю отдѣльными языками по пониженнымъ участкамъ рельефа или захватывая южные склоны. Эти почвы занимаютъ довольно обширныя пространства въ Поволжьѣ (Саратовская, Самарская губ., откуда широкой полосой направляются на востокъ и болѣе узкой—на западъ. Черезъ область Войска Донского и Таврическую губернію каштановая зона идетъ въ южную часть Бессарабіи, а черезъ Оренбургскую губ. и Уральскую обл. она же уходитъ въ Тургайскую, Акмолинскую и Семипалатинскую области. Передъ Алтаемъ каштановая зона обрывается, переходя въ предгорьяхъ Алтая въ черноземъ (вліяніе горной страны, законъ вертикальной зональности), и только по долинамъ южнаго Алтая мы встрѣчаемъ каштановыя почвы, которыя связываютъ каштановую зону Зап. Сибири съ таковой же Восточной

Сибири. Въ Восточной Сибири каштановыя почвы встрѣчаются на югѣ Енисейской губ., совершенно незаходятъ въ Иркутскую (вліяніе горныхъ системъ) и вновь появляются въ южномъ Забайкальѣ, откуда сплошной полосой переходятъ въ Маньчжурію, гдѣ, какъ и черноземъ, не доходятъ до прибрежья Великаго океана.

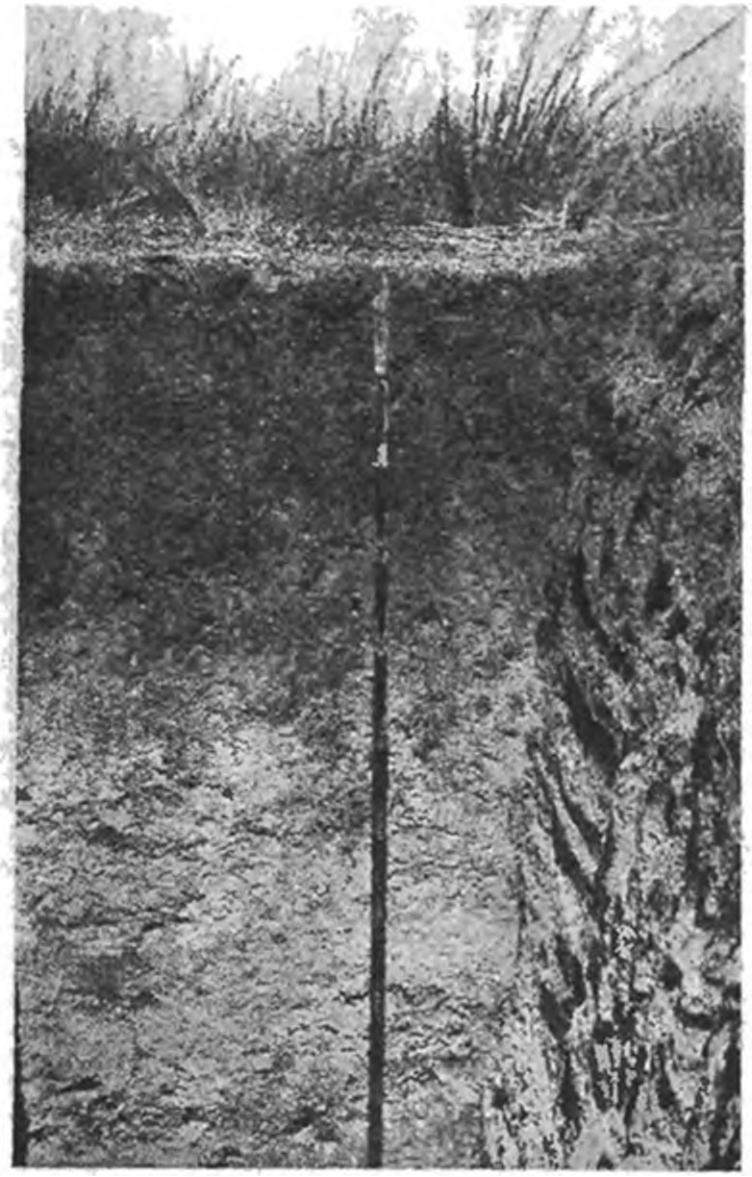


Рис. 24. Каштановая почва Енисейской губ. (Фот. Стасевича).

Въ Западной Европѣ каштановыя почвы опредѣленно извѣстны въ Румыніи (Мургочи 23) и Венгріи (Глинка, К., 9), встрѣчаются также въ Испаніи, гдѣ онѣ, повидимому, являются уже результатомъ вертикальной зональности.

Въ Сѣв. Америкѣ каштановыя почвы не выдѣлялись и не описывались, но едва-ли можно сомнѣваться въ томъ, что онѣ тамъ присутствуютъ, ограничивая съ запада область мѣстнаго чернозема. Ихъ присутствіе представляется также вполнѣ вѣроятнымъ и въ Ю. Америкѣ.

Кромѣ равнинныхъ пространствъ, мы встрѣчаемъ каштановыя почвы и въ горныхъ странахъ, напримѣръ въ Семирѣчьѣ, гдѣ онѣ являются уже представительницами вертикальныхъ зонъ (Прасоловъ, Глинка, К.). Въ южн. Туркестанѣ встрѣчаются, при соотвѣтственныхъ условіяхъ, ихъ аналоги — темно-сѣрыя почвы или темные сѣроземы (Неуструевъ, Глинка, К.).

Больше всего изучены со стороны географіи, морфологіи и химизма каштановыя почвы Степного генералъ-губернаторства и частью Восточной Сибири (Енисейская губ., Забайкальская обл.), благодаря работамъ почвенныхъ экспедицій Переселенческаго Управленія. Этими работами мы и воспользуемся для ближайшей характеристики описываемыхъ почвъ.

Переходя къ характеристикѣ морфологическихъ особенностей каштановыхъ почвъ, отмѣтимъ прежде всего, что почвы эти отличаются темно-

бурымъ цвѣтомъ своихъ гумусовыхъ горизонтовъ, напоминающимъ зрѣлые плоды каштана, откуда и самое названіе. Темно-бурые куски почвы имѣютъ вмѣстѣ съ тѣмъ явственный сѣроватый оттѣнокъ, аналогичный таковому же южнаго чернозема.

Строеніе каштановой почвы таково (Туминъ, 42).

A_1. — Въ верхней своей части (5—7 см.) характеризуется слоеватой структурой, нѣсколько болѣе свѣтлымъ оттѣнкомъ и относительной рыхлостью. Нижняя часть того же горизонта совершенно лишена структуры, столь характерной для южнаго чернозема и отличается плотноватостью. При раздавливаніи или разбиваніи сухого комка распадается на пороховидныя отдѣльности.

Мощность этого горизонта достигаетъ лишь $^1/_3$ общей мощности гумусовыхъ горизонтовъ.

A_2. — Болѣе свѣтло окрашенъ, плотноватъ, какъ и нижняя часть A_1, и также лишенъ зернистой или орѣховатой структуры. Окраска книзу убываетъ постепенно съ легкой языковатостью и пятнистостью.

Общая мощность гумусовыхъ горизоитовъ достигаетъ 60 см., если не считать отдѣльныхъ гумусовыхъ языковъ и подтековъ, уходящихъ иногда и глубже.

Горизонты A_1 и A_2 имѣютъ ясно выраженныя или маскированныя вертикальныя трещины черезъ 5—8 см. Благодаря трещинамъ и плотноватости, оба горизонта выламываются призмовидными комками.

Вскипаніе у каштановыхъ почвъ наблюдается или въ нижней половинѣ гориз. A_2, или даже съ поверхности. Этотъ послѣдній случай связанъ съ существованіемъ значительнаго количества карбонатовъ въ материнской породѣ. Вскипающія съ поверхности каштановыя почвы называются карбонатными.

Въ подгумусовыхъ горизонтахъ замѣчаются значительныя скопленія углекислой извести въ видѣ пятенъ, а также и гипса.

По механическому составу можно среди каштановыхъ почвъ различать: каштановые суглинки, супеси, глинистые пески и пр. Супесчаныя каштановыя почвы отличаются отъ суглинистыхъ болѣе свѣтлымъ бурымъ оттѣнкомъ и нерѣдко отсутствіемъ карбонатнаго горизонта.

Механическій составъ отдѣльныхъ горизонтовъ каштановыхъ суглиниковъ сравнительно мало различается, что видно изъ данныхъ нижеслѣдующей таблицы (Скаловъ, 38).

Глубина въ см.	Песокъ			Песчаная пыль.				Илъ <0,0015 мм.	Всего.	Отношеніе глины къ песку.
	Крупный 3—1 мм.	Средній 1—0,5.	Мелкій 0,5—0,25.	0,25—0,05.	0,05—0,01.	0,01—0,005.	0,005—0,0015.			
0—5	1,767	0,930	3,006	9,530	6,728	44,706	9,796	19,849	96,355	1 : 0,30
5—25	2,242	0,840	3,781	13,892	6,920	34,288	12,830	19,210	94,003	1 : 0,42
25—55	2,198	0,955	3,723	13,644	8,958	36,214	16,903	14,302	96,897	1 : 0,45
55—72	2,305	1,016	2,714	12,164	8,466	38,799	21,607	8,477	95,548	1 : 0,38
72—10	1,750	0,822	2,794	12,173	8,779	37,013	24,407	7,607	95,345	1 : 0,38

Нѣсколько убываетъ въ глубину количество иловатыхъ частицъ, взамѣнъ чего возрастаетъ количество мелкой пыли. Если эти двѣ группы мельчайшихъ механическихъ элементовъ соединить въ одну, то разница въ процентномъ содержаніи отдѣльныхъ механическихъ элементовъ не будетъ превышать ошибки анализа. Нѣкоторое обогащеніе иломъ поверхностныхъ горизонтовъ указываетъ на совершающееся здѣсь механическое вывѣтриваніе, передвиженія же механическихъ элементовъ въ болѣе глубокіе горизонты не наблюдается. Столь же незамѣтнымъ является передвиженіе и химическихъ элементовъ, что видно изъ нижеслѣдующей таблицы (Стасевичъ, 40), отиосящейся къ каштановой почвѣ Енисейской губерніи:

Глубина въ см.	CO_2.	Потеря при прокал.	H_2O при 100° Ц.	SiO_2.	Al_2O_3.	Fe_2O_3.	CaO.	MgO.	K_2O.	Na_2O.	P_2O_5.	Сумма.
0,5—4	—	8,25	2,89	62,78	15,01	5,09	2,45	2,14	1,72	2,18	0,150	99,992
5—12	—	6,14	2,49	64,07	15,41	6,15	2,72	1,40	1,64	2,12	0,125	99,815
11—17	1,13	4,26	1,80	65,20	15,46	5,60	2,97	1,98	1,73	2,32	0,140	99,748
С.57—63	0,63	3,42	1,77	65,69	15,63	6,42	3,42	1,22	1,43	2,13	0,137	99,533

Перечисливъ приведенныя цифры на минеральное вещество (безъ карбонатовъ) получаемъ:

	SiO_2.	Al_2O_3.	Fe_2O_3.	CaO.	MgO.	K_2O.	Na_2O.	P_2O_5.
0,5—4 см. . . .	68,42	16,36	5,55	2,67	2,33	1,87	2,38	$0,16_3$
5—12 „ . . .	68,26	16,42	6,55	2,90	1,49	1,75	2,26	$0,13_3$
11—17 „ . . .	69,98	16,59	6,01	1,64	2,13	1,86	2,49	0,150
57—63 „ . . .	69,04	16,43	6,75	2,75	1,38	1,50	2,24	0,144

Количество гумуса въ каштановыхъ почвахъ убываетъ въ глубину постепенно, какъ это ясно изъ слѣдующихъ данныхъ (Стасевичъ, l. c.).

Глубина въ см.	Гумусъ.	Гигроск. вода.	Потеря при прок.
0—2	4,02%	3,12%	5,51%
3—14	3,24	3,42	4,50
11—18	2,75	2,63	4,33
19—28	2,12	2,31	4,08
35—45	0,94	1,74	2,48

Повидимому, 5% гумуса является предѣльной величиной для каштановыхъ почвъ, большинство же почвъ этой группы въ Западной и Восточной Сибири содержитъ не больше 3,5—4,5%. Таково же содержаніе гумуса и въ каштановыхъ почвахъ Веигріи: такъ, въ почвѣ окрестностей Сабадка опредѣлено — 3,11%, въ почвѣ Сегедъ — 4,60%.

Воднорастворимыми веществами каштановыя почвы въ гумусовыхъ горизонтахъ не богаты, но въ болѣе глубокихъ горизонтахъ иногда находимъ довольно значительныя количества солей. Приводимъ нѣсколько аналитическихъ данныхъ для почвъ Енисейской губ. (Стасевичъ, l. c.).

Аскырская равнинная степь.

Глубина въ см.	Цвѣтъ.	Щелочность $2(HCO)_3$	Сухой остат.	Потеря при прок.	Минер. вещ.	Cl.	SO_3.	K_2O.	Na_2O.
0—3	желт.	0,0192	0,0544	0,0316	0,0228	сл.	—	—	—
3—9	желт. опал.	0,0216	0,0548	0,0316	0,0232	сл.	сл.	—	—
11—18	слабо-желт.	0,0192	0,0580	0,0340	0,0240	сл.	сл.	—	—
19—28	почти безцв.	0,0403	0,0732	0,0434	0,0298	0,0002	0,0058	—	—
35—45	безцв.	0,0537	0,0744	0,0242	0,0502	0.0004	0,0044	—	—

Холмистая степь Абакана.

1—6	свѣтло-желт.	0,0228	0,0728	0,0488	0,0240	0,0006	0,0040	—	—
8—14	желтов.	0,0144	0,0502	0,0314	0,0188	сл.	0,0016	—	—
23—29	чуть желт.	0,0384	0,0826[1])	0,0433	0,0393	0,0024	0,0093	0,0012	0,0015
34—39	почти безцв.	0,0456	0,0656[2])	0,0356	0,0300	0,0010			
71—78	безцвѣтн.	0,0672	0,0408[3])	0,0304	0,1104	0,0129			

Бурыя почвы (рис. 25) были выдѣлены въ особую группу Докучаевымъ, который наблюдалъ ихъ развитіе въ Прикаспійскомъ краѣ. Такъ какъ Докучаевъ раздѣлилъ почвы Европейской Россіи главнымъ образомъ по цвѣту и по содержанію гумуса, не штудируя детально морфологіи бурыхъ почвъ, то невольно возникаетъ вопросъ, слѣдуетъ ли отграничивать бурыя почвы отъ каштановыхъ, руководясь только цвѣтовымъ признакомъ, такъ какъ при детальномъ изслѣдованіи оказалось, что строеніе бурыхъ почвъ мало чѣмъ отличается отъ строенія каштановыхъ.

При разграниченіи упомянутыхъ почвенныхъ группъ изслѣдователи столкнулись еще съ однимъ фактомъ: оказалось, что почвенная зона, лежащая въ Азіатской Россіи къ югу отъ каштановой, а также мѣстами и въ Европейской Россіи, слагается почвами не только болѣе свѣтлыхъ оттѣнковъ, чѣмъ каштановыя, но и съ явственнымъ уплотненіемъ на нѣкоторой глубинѣ, иначе говоря съ почвами, гдѣ на ряду съ гориз. А начинаетъ намѣчаться ясно уплотненный иллювіальный горизонтъ В. Подобныя почвы были выдѣлены въ особую группу солонцеватыхъ, и нѣкоторые авторы (Туминъ, 42) склонны были терминъ „бурыя почвы“ замѣнить терминомъ „солонцеватыя“. Однако, оказалось, что послѣднимъ терминомъ первый не вполнѣ покрывается, ибо среди почвъ бурой окраски, какъ и среди почвъ каштановой окраски, встрѣчаются какъ солонцеватыя (съ уплотненнымъ горизонтомъ В), такъ и не солонцеватыя разности (Неуструевъ, 25). Къ послѣднимъ при-

[1]) Слабо вскип. съ HCl.

[2]) Вскипаетъ съ HCl.

[3]) Плавится и сильно вскипаетъ съ HCl.

надлежатъ, напримѣръ, бурыя почвы къ югу отъ оз. Балхашъ [1]), свѣтло-бурые суглинки сѣверныхъ частей Семирѣченской области внѣ Балхашскаго бассейна, а также и бурые суглинки нѣкоторыхъ частей Самарской губ. (Неуструевъ, 25).



Рис. 25. Бурая почва Акмолинской обл. Фот. Стасевича.

Такъ какъ цвѣтовой оттѣнокъ почвы, если онъ не зависитъ отъ цвѣта материнской породы, не является случайностью, а представляетъ весьма постоянный признакъ для почвъ той или другой зоны, признакъ, проявляющійся на сотняхъ и тысячахъ верстъ въ широтномъ направленіи [2]), то едва ли ему можно придавать меньшее значеніе, чѣмъ, напримѣръ, структурѣ почвы, появленію слабо уплотненнаго горизонта B и т. п. На этомъ основаніи мы считаемъ необходимымъ бурыя почвы отдѣлить отъ каштановыхъ. Оговариваемся, что подъ именемъ бурыхъ почвъ мы будемъ понимать только тѣ разности, у которыхъ нѣтъ уплотненнаго горизонта B. Всѣ разности съ явственнымъ горизонтомъ B, относящіяся къ солонцеватымъ бурымъ почвамъ, мы будемъ разсматривать особо, вмѣстѣ съ солонцами и другими солонцеватыми почвами.

Какъ мы уже отмѣтили выше, бурыя почвы отличаются отъ каштановыхъ болѣе свѣтлымъ бурымъ цвѣтомъ, при чемъ и здѣсь наблюдается обычно съ поверхности тотъ сѣроватый оттѣнокъ, который присущъ всѣмъ почвамъ умѣренной пустынной степи вообще. Благодаря свѣтлой окраскѣ,

[1]) Глинка, К. и сотрудники. Предварит. отчетъ объ организаціи и исполненіи работъ по изслѣдованію почвъ Азіатской Россіи въ 1909 г. СПБ., 1910, стр. 72.

[2]) Намъ приходилось сравнивать, напримѣръ, образцы каштановыхъ почвъ изъ Румыніи, Венгріи, Тургайской, Акмолинской, Забайкальской областей и сѣв. Маньчжуріи, причемъ цвѣтъ ихъ оказался настолько одинаковымъ, что получалось впечатлѣніе, будто бы всѣ упомянутые образцы каштановыхъ почвъ были выняты изъ одной и той же ямы.

гумусовые горизонты у бурыхъ почвъ нерѣдко съ трудомъ отграничиваются отъ горизонтовъ безгумусовыхъ. Общая мощность гумусовыхъ горизоитовъ чаще всего колеблется въ предѣлахъ 40—50 см. Приводимъ описаніе двухъ разрѣзовъ свѣтло-бурыхъ суглинковъ изъ Прибалхашскаго района Семирѣченской области, сдѣланное Туминымъ.

Въ приилійской полосѣ наиболѣе пониженной части области, на полынно-эбелековой [1]) степи разрѣзъ почвы имѣетъ такой видъ:

Гориз. A_1. — До 5 см. мелкоячеистый, слоистости не имѣетъ, слабо плотноватый; ниже, до 15 см. слабо слоистый и слабо плотноватый. Толщина слоиковъ до 1 мм., разницы въ окраскѣ поверхностей слоиковъ нѣтъ. Общая мощность горизонта — 15 см. Переходъ въ гориз. A_2 по цвѣту очень постепененъ и трудно уловимъ.

„ A_2. — Слоистости не имѣетъ; слабо плотноватый. Пятеиъ $CaCO_3$ нѣтъ. Мощность горизонта 25 см.

„ BC. — Имѣетъ болѣе бѣлесый оттѣнокъ, чѣмъ гориз. A_2; въ немъ замѣтны неясно выраженныя пятна углекислой извести.

Въ болѣе повышенной части области (около Анракайскихъ горъ) на полынно-эбелековой степи разрѣзъ почвы имѣетъ такой видъ:

Гориз. A_1. — До 2—3 см. пористо-слоистый или же ячеистый безъ слоистости. Глубже, до 8 см., слабо слоистый, а еще глубже, до 19 см., слоистости нѣтъ. Слабо плотноватый, безъ зернистости. Общая мощность 19 см. Переходъ въ гориз. A_2 постепенный.

„ A_2. — Слегка буре верхняго, слабо плотноватый, безъ зернистости до 35 см., а ниже, до 56 см. появляются пятна углекислой извести и плотность слегка возрастаетъ. Мощность горизонта — 36 см.

„ BC. — Свѣтло-бурый суглинокъ съ малымъ количествомъ пятенъ углекислой извести.

Описываемыя почвы вскипаютъ съ поверхности, т.-е. принадлежатъ къ группѣ карбонатныхъ [2]), но существуютъ бурые суглинки и не вскипающіе съ поверхности.

Супесчаныя и песчаныя разности бурыхъ почвъ также имѣютъ значительное развитіе какъ въ прикаспійской низменности, такъ и въ Степномъ генералъ-губернаторствѣ; встрѣчаются онѣ и въ сѣверной части Семирѣченской области.

Количество гумуса въ бурыхъ суглинкахъ колеблется между 1 и 2%, при чемъ гумусъ убываетъ въ глубину столь же постепенно, какъ и въ каштановыхъ почвахъ. Приводимъ нѣсколько цифровыхъ данныхъ, характеризующихъ распредѣленіе гумуса, гигроскопической и химически

[1]) Эбелекъ—Ceratocarpus arenarius.

[2]) Карбонатные бурые суглинки представляютъ сѣверно-туркестанскій типъ; къ С. и С.-З. отъ оз. Балхашъ залегаютъ чрезвычайно типичные бурые суглинки, не карбонатные. Карбонатными могутъ быть и каштановыя почвы, и даже черноземы, особенно южные. Въ этомъ случаѣ $CaCO_3$ принадлежитъ материнской породѣ, а не современному процессу почвообразованія.

связанной воды и углекислоты въ бурыхъ суглинкахъ сѣвернаго Семирѣчья (Прасоловъ, 33).

Мѣстность.	Глубина въ см.	Гумусъ.	H_2O при 100° Ц.	Хим. связ. вода.	Потеря при прок.	CO_2.
Подъ Тарбагатаемъ къ С.	0—7	1,878	1,625	2,987	6,649	0,859
отъ с. Бахты	10—26	1,210	1,528	2,536	7,335	2,061
	ВС. 40—45	0,844	1,662	2,001	9,233	4,726
	0—8	1,750	1,275	2,729	6,156	0,401
За оз. Ала-куль близъ Караагачъ	10—22	0,936	1,875	3,377	7,776	1,412
	45—50	0,690	2,991	3,065	8,710	1,964
	ВС. 70—80	0,349	1,650	3,016	—	1,949
	0—6	2,04	1,06	0,41	4,89	1,41
Близъ оз. Таукекуль . .	8—24	1,41	1,61	0,88	7,50	3,60
	26—40	0,495	2,29	1,52	12,85	8,04
	ВС. 60—80	0,240	1,06	1,06	19,67	17,31
	90—95	0,207	0,87	0,80	9,30	7,42

Водныя вытяжки изъ бурыхъ суглинковъ показываютъ, что они столь же мало засолены, какъ черноземы или каштановыя почвы. Въ доказательство приводимъ данныя, относящіяся къ бурому суглинку Семирѣчья (Прасоловъ, l. c.).

Глубина въ см.	Цвѣтъ вытяжки.	Сухой остат.	Прокален. остат.	Щелочн. (HCO_3).	Cl.	SO_3.	CaO.	MgO.
0—8	слабо-желтов.	0,0565	0,0330	0,0343	0,0014	сл.	ясн. сл.	сл.
13—50	безцв.	0,0410	0,0276	0,0274	0,0007	—	ясн. сл.	сл.
С. 65—75	„	0,0323	0,0241	0,0206	0,0017	—	сл.	слаб. сл.

Къ сожалѣнію, полными валовыми анализами не солонцеватыхъ бурыхъ почвъ мы пока не располагаемъ, но уже a priori можно утверждать, что въ этихъ анализахъ, какъ и въ анализахъ каштановыхъ почвъ, мы не усмотрѣли бы замѣтныхъ передвиженій какихъ-либо соединеній изъ верхнихъ горизонтовъ въ болѣе глубокіе.

Сѣроземы были обособлены впервые въ Сыръ-Дарьинской области (Неуструевъ, 24), гдѣ они покрываютъ плато и склоны увалovъ между рѣками и рѣчками, т.-е. располагаются въ волнистой мѣстности, обезпечивающей стокъ поверхностныхъ водъ.

Пока изслѣдователи были мало знакомы съ почвами Туркестана, мѣстныя почвы носили названіе эолово-лессовыхъ или просто лессовыхъ (Сибирцевъ, Коссовичъ). При этомъ допускалось, съ одной стороны, что преобладающей материнской породой Туркестана является лессъ, а съ другой принималось, что лессъ этотъ продолжаетъ формироваться и въ настоящее время, такъ что процессы почвообразованія протекаютъ здѣсь одновременно съ чисто механическими процессами отложенія лессовой пыли.

Болѣе внимательное изученіе туркестанскихъ почвъ показываетъ, однако, что процессъ почвообразованія на мѣстныхъ равнинахъ проте-

каетъ столь же нормально, какъ и на равнинахъ другихъ почвенныхъ зонъ, и что никакого одновременнаго, сколько-нибудь замѣтнаго механическаго процесса не происходитъ. Какой бы способъ происхожденія ни приписывать туркестанскому лессу, несомнѣнно одно, что отложеніе лесса здѣсь давно уже прекратилось, и что если въ настоящее время наблюдается мѣстами переносъ пыли, то такой же процессъ можно наблюдать и въ другихъ полупустынныхъ и даже степныхъ районахъ, не имѣющихъ лессоваго характера. Слѣдуетъ прибавить къ сказанному, что хотя сѣроземы Туркестана и располагаются чаще всего на лессахъ и лессовидныхъ породахъ, но извѣстны случаи, когда тотъ же почвенный типъ формируется и изъ другихъ материнскихъ породъ.

Структура туркестанскихъ сѣроземовъ въ весьма сильной степени зависитъ отъ дѣятельности дождевыхъ червей, которые встрѣчаются здѣсь въ изобиліи вмѣстѣ съ насѣкомыми и другими животными, устраивающими въ почвѣ свои жилища (ящерицы, змѣи, черепахи).

„Верхніе слои почвы окрашены въ ясно сѣроватый тонъ, который отъ сѣраго колеблется до сѣро-бураго, но окраска нѣсколько бурѣетъ на глубинѣ 10—20 см., чтобы на 30—50 см. снова сдѣлаться болѣе сѣрой, благодаря массѣ карбонатныхъ жилокъ, пятенъ и вообще увеличенію карбонатовъ: глубже дѣлается часто пестрой отъ пятенъ и жилокъ извести и, наконецъ, превращается въ однородный буро-сѣрый, довольно темный отъ влажности лессъ“.

Структура сѣроземовъ вверху слоеватая, часто слабо: наблюдается дѣленіе на чечевички; здѣсь почва умѣренно плотна и связна, благодаря корешкамъ злаковъ, но на глубинѣ 5—10 см. часто легко разсыпчата. Глубже лежащіе дырчатые (отъ дѣйствія червей и насѣкомыхъ) горизонты отличаются рыхлостью; лопата легко идетъ въ нихъ, но съ наступленіемъ карбонатныхъ слоевъ почва становится жесткой, какъ камень; правда, это наблюдается не всегда. Сложеніе карбонатнаго горизонта комковатое или крупно-орѣховатое. Глубже 80 см., а часто только на глубинѣ 200 см. къ почвѣ возвращается снова умѣренная рыхлость и разсыпчатость, вообще свойственная лессу. Подъ карбонатнымъ слоемъ появляются часто жилки гипса (130—200 см.). Верхніе слои почвы лѣтомъ сухи, только ниже карбонатнаго слоя замѣчается легкая влажность, свойственная также лессу въ глубинѣ.

Механическій составъ сѣроземовъ зависитъ, конечно, отъ характера материнской породы, но даже и сѣроземы на лессахъ отличаются другъ отъ друга, вслѣдствіе разности въ составѣ лессовъ. Типичныя почвы содержатъ до 40% иловатыхъ частицъ ($<0{,}01$ мм. въ діаметрѣ). Отдѣльные горизонты сѣрозема не отличаются замѣтно другъ отъ друга своимъ механическимъ составомъ, какъ это видно изъ нижеслѣдующей таблицы:

Мѣсто взятія образца.	Глубина въ см.	1—0,5 мм.	0,5—0,25 мм.	0,25—0,05 мм.	0,05—0,01 мм.	<0,01 мм.
Къ С. отъ Врев-	0—7	0,06	0,04	19,15	33,04	47,71
скаго, Чимкент-	12—26	0,01	0,02	19,66	33,01	47,30
скаго уѣзда:	50—60	0,06	0,02	14,77	35,47	49,68
	103—110	0,02	0,02	27,57	31,89	40,50
	172—180	—	0,01	17,32	40,85	41,82

Распредѣленіе гумуса и углекислоты въ сѣроземахъ иллюстрируется слѣдующими данными:

Мѣсто взятія образца.	Глубина въ см.	CO_2.	Гумусъ.	H_2O при 100° Ц.	Химич. связ. вода.	Потеря при прок.
Вревское, Чим-	0—3	4,93	2,00	1,34	1,68	3,68
кентскаго уѣзда:	13—26	6,72	0,45	1,62	1,68	2,04
	50—60	8,92	0,26	1,61	1,41	1,67
	103—110	**10,74**	0,22	1,31	1,33	1,56
	172—180	8,52	0,13	1,48	1,20	1,33
Къ В. отъ ст.	0—7	5,10	1,61	1,32	1,02	2,63
Арысь, того же	8—15	5,52	1,09	1,29	1,40	2,49
уѣзда:	15—22	6,20	0,38	1,38	1,62	2,00
	90—100	**10,30**	0,23	1,42	0,96	1,19
	137—145	9,32	0,21	1,45	1,4	1,62

Приведенныя опредѣленія, а также и другія, которыми мы располагаемъ, указываютъ, что сколько-нибудь замѣтное количество гумуса (выше 1%) содержится лишь въ верхнихъ 15 см. сѣрозема, а глубже количество гумуса понижается до немногихъ десятыхъ процента. Благодаря этому въ сѣроземахъ чрезвычайно трудно уловить границу между гумусовыми и безгумусовыми горизонтами почвы.

Распредѣленіе углекислоты совершенно ясно указываетъ на карбонатность всѣхъ слоевъ почвы; почти во всѣхъ изслѣдованныхъ образцахъ обнаруживается скопленіе карбонатовъ на глубинѣ 50—150 см., при чемъ максимумъ обычно лежитъ на глубинѣ 100—120 см. Такимъ образомъ несомнѣнно, что почвообразовательный процессъ привелъ къ выдѣленію ясно выраженнаго карбонатнаго горизонта, который, какъ мы уже видѣли, является болѣе или менѣе типичнымъ для почвъ степей и пустынныхъ степей. Въ сѣроземахъ карбонаты облегаютъ часто камеры червей и жуковъ, образуя какъ бы корку вокругъ нихъ.

Несомнѣнно, что карбонатность почвъ есть слѣдствіе климатическихъ условій: карбонаты не вымываются изъ почвъ благодаря сухости климата, но все-же при изученіи сѣроземовъ видно, что, по сравненію съ лессомъ, верхніе горизонты почвы обѣднены ими, а карбонатные — обогащены.

Слѣдовательно, вымываніе и вмываніе углесолей здѣсь все-таки существуетъ.

Водныя вытяжки изъ сѣроземовъ даютъ такіе результаты:

Мѣсто взятія образца.	Глубиина въ см.	Сухой остат.	Прокален. остат.	Потеря при прок.	Раствор. гумуса.	Цвѣтъ вытяжки.	Щелочность ($NaHCO_3$).
Къ В. отъ ст.	0—7	0,0566	0,0354	0,0212	1/76	желтоват.	0,0344
Арысъ:	0—15	0,0576	0,0465	0,0111	1/98	безцвѣтн.	0,0344
	15—20	0,0445	0,0364	0,0081	—	„	0,0344
	90—100	0,0324	0,0283	0,0041	1/55	„	0,0344
	137—145	0,0365	0,0314	0,0051	1/41	„	0,0365
Къ С. отъ	0—7	0,0552	0,0281	0,0271	1/77	желтоват.	0,0355
Вревскаго:	13—26	0,0345	0,0254	0,0091	1/50	безцвѣти.	0,0344
	50—60	0,0351	0,0290	0,0061	1/43	„	0,0368
	103—110	0,0273	0,0188	0,0085	1/27	„	0,0307
	172—180	0,0386	0,0267	0,0119	1/11	„	0,0376

Количество хлора въ различныхъ горизонтахъ двухъ анализированныхъ образцовъ почвъ колеблется между 0,0010 и 0,0027%, а сѣрной кислоты въ первомъ образцѣ нѣтъ совершенно, а во второмъ отъ 0,0010 до 0,0046. Всѣ эти данныя указываютъ, что и сѣроземы, подобно остальнымъ зональнымъ почвамъ полупустыни, очень мало засолены.

Валовые анализы сѣроземовъ, хотя и не совсѣмъ полные (не опредѣлено содержаніе щелочей), даютъ тѣмъ не менѣе опредѣленное представленіе объ отсутствіи и въ этихъ почвахъ сколько-нибудь замѣтнаго передвиженія отдѣльныхъ группъ окисловъ по горизонтамъ почвы; вотъ эти анализы для почвы, взятой къ В. отъ ст. Арысъ:

	Глубина въ сантиметрахъ.			
	0—7.	8—15.	90—100.	137—145.
H_2O при 100° Ц. . .	1,34	1,31	1,44	1,47
Гумуса	1,61	1,08	0,23	0,21
Химич. соед. воды .	1,02	1,41	0,95	1.41
CO_2	5,10	5,52	10,31	9,34
SiO_2	59,84	59,66	52,86	53,76
Al_2O_3	11,18	11,33	10,25	10,18
Fe_2O_3	5,19	5,35	4,89	5,30
CaO	7,24	7,66	13,06	12,11
MgO	3,08	2,82	3,01	2,82
P_2O_5	0,201	0,230	0,104	0,130
SO_3	0,553	0,160	0,223	0,059
Щелочи по разности	4,98	4,84	4,11	4,68

Вполнѣ точнаго перечисленія въ данномъ случаѣ на безгумусовую и безкарбонатную массы сдѣлать нельзя, ибо несомнѣнно, что часть углекислоты связана здѣсь съ MgO, а какова эта часть количественно, неизвѣстно. Но и безъ такого перечисленія не трудно видѣть, что безкарбонатныя массы всѣхъ горизонтовъ будутъ чрезвычайно близки между собою по составу.

Сѣроземы, кромѣ Туркестана, извѣстны въ Закавказьѣ, гдѣ они развиваются какъ на рыхлыхъ, такъ и на плотныхъ вулканическихъ породахъ. Къ послѣднимъ, повидимому, нужно причислить нѣкоторые сѣроземы окрестностей Эривани, впервые описанные проф. Докучаевымъ (6). Эти почвы были найдены какъ около самой Эривани, такъ и верстахъ въ 30 на сѣверъ и сѣверо-западъ отъ этого города. По описанію Докучаева, на базальтахъ, трахитахъ наблюдаются на поверхности бѣлыя пленки или мучнистый покровъ, обыкновенно въ 2,5—7,5 см. толщиной. Такія же почвы распространены по юго-западному совершенно безводному подножію Алагеза, откуда онѣ спускаются сначала въ долину Аракса, а затѣмъ снова поднимаются по сѣвернымъ вулканическимъ склонамъ Арарата. То же наблюдается между Аралыхомъ и Ахурами. Пятна, ленты и островки тѣхъ же почвъ тянутся по долинѣ Аракса и ея склонамъ къ Кульпамъ и Кагызману. Докучаевъ назвалъ эти почвы бѣлоземами. Южное побережье оз. Гокчи. Муганская, Карабахская и Мильская степи (Захаровъ, 36) также несутъ на себѣ аналогичныя почвы. На равнинахъ упомянутыхъ степей сѣроземы развиваются на рыхлыхъ наносахъ и потому стоятъ ближе къ сѣроземамъ Туркестана; они здѣсь часто солонцеваты и переходятъ въ солонцы и солончаки. Возможно, что часть почвъ Мильской степи окажется аналогами тѣхъ переходныхъ почвенныхъ образованій, которыя въ Азіатской Россіи стоятъ между бурыми почвами и сѣроземами.

Эриванскіе сѣроземы, наблюдавшіеся нами по дорогѣ изъ Сухого Фонтана къ Эривани, въ нижнихъ своихъ горизонтахъ какъ бы припаяны къ материнской породѣ (лавѣ), а въ верхнихъ — разсыпаются въ сѣроватый порошокъ. Морфологіи порошковатаго горизонта на указаиномъ протяженіи нигдѣ не удалось наблюдать, такъ какъ вся площадь сѣрозема, несмотря на малую мощность рыхлой массы, распахивается. Можно было констатировать, что рыхлая масса съ самой поверхности бурно вскипаетъ съ кислотой, слѣдовательно очень богата углесолями. Сѣроземы Закавказья, развивающіеся на рыхлыхъ породахъ, имѣютъ въ поверхностномъ горизонтѣ ясную пористость и хорошо выраженную слоеватую структуру, столь типичную для почвъ пустынныхъ степей.

Европейско-азіатская зона сѣроземовъ продолжается и на западъ, въ Испанію. Краткія свѣдѣнія объ этихъ почвахъ сообщаются, между прочимъ, Раманномъ (34), который, однако, не останавливается надъ ихъ морфологіей. Онъ указываетъ только, что залегающія на дилювіальныхъ отложеніяхъ почвы окрестностей Мадрида почти бѣлаго цвѣта со слабымъ сѣроватымъ оттѣнкомъ. Наши наблюденія въ окрестностяхъ Мадрида показали, что почвы испанской сѣрой полупустыни весьма близки, по своему строенію, къ закавказскимъ, и что здѣсь встрѣчаются какъ солонцеватыя, такъ и не солонцеватыя разности сѣроземовъ.

Чтобы закончить съ почвами пустынныхъ степей, намъ остается еще сказать нѣсколько словъ о красноцвѣтныхъ или красноватыхъ почвахъ субтропическихъ и частью теплоумѣренныхъ районовъ, изученныхъ пока еще недостаточно. Въ западно-европейской литературѣ имѣются отрывочныя данныя о такихъ красноцвѣтныхъ почвахъ, богатыхъ иногда выдѣленіями углекислой извести, но строеніе ихъ совершенно не затрогивается[1]). Въ коллекціи Ново-Александрійскаго Института имѣется одинъ образецъ такой почвы изъ полупустынь Австраліи, сохранившій структуру поверхностныхъ горизонтовъ. Интересно, что здѣсь столь-же ясно выражено слоеватое сложеніе этихъ горизонтовъ, какъ и въ другихъ разсмотрѣнныхъ уже почвахъ пустынныхъ степей. Само собой разумѣется, что указанная структура можетъ быть подмѣчена лишь въ почвахъ болѣе или менѣе мелкоземистыхъ, связныхъ.

Къ этой же группѣ почвъ принадлежатъ красноземы Испаніи, которыя намъ пришлось бѣгло наблюдать въ окрестностяхъ Саламанки и Вальядолида, хотя по поводу этихъ почвъ можетъ быть поставленъ вопросъ о томъ, не представляютъ ли онѣ древнихъ почвъ, преобразованныхъ въ современную эпоху по пустынно-степному типу. Здѣсь, повидимому, встрѣчаются солонцеватыя и несолонцеватыя разности. Гумусовые горизонты на разрѣзѣ почти не отдѣлимы отъ безгумусовыхъ. Послѣдніе очень богаты углесолями, которыя образуютъ иногда весьма мощные горизонты. Въ желѣзнодорожныхъ выемкахъ близъ Саламанки можно нерѣдко видѣть, какъ глубоко уходятъ въ массу красноцвѣтной почвы отдѣльныя узкія ленты углесолей, пересѣкающіяся другъ съ другомъ и образующія сѣтку.

Красноцвѣтныя почвы встрѣчаются въ Малой Азіи, Палестинѣ, повидимому, въ южной Персіи, на Аравійскомъ полуостровѣ, въ сѣверной Африкѣ и центральной Австраліи.

Въ послѣднее время красноцвѣтныя почвы сѣверо-африканскихъ полупустынь и пустынь были маршрутно изучены Драницынымъ (7). Послѣдній описываетъ слѣдующій разрѣзъ въ окрестностяхъ ст. Le Créder среди альфовой степи.

0—6 см. Красновато-желтый, разсыпчатыи, съ галькой; безструктурный.
6—18 „ Мягкая (безструктурная) плита углекислой извести бѣловатаго цвѣта, сильно изъѣденная съ обѣихъ сторонъ корнями альфы, оставившими на ней глубокіе слѣды.
18—60 „ и глубже. — Сѣро-бѣлый безструктурный разсыпчатый горизонтъ, представляющій смѣсь мелкозема и обломковъ туфа свѣтло-сѣраго цвѣта. Эти куски принадлежатъ материнской породѣ.

На террасѣ, сложенной делювіемъ, почвенвый разрѣзъ характери-

[1]) Burmeister о почвахъ Бразиліи.

зуется болѣе глубокимъ залеганіемъ карбонатнаго иллювіальнаго горизонта.

Красноцвѣтныя почвы болѣе пустынныхъ районовъ, кромѣ крановатаго оттѣнка, характеризуются „слоеватостью поверхностнаго горизонта и выдѣленіемъ солей на опредѣленныхъ горизонтахъ въ видѣ глазковъ и примазокъ карбонатовъ и гипса; послѣдній обыкновенно скопляется въ формѣ сплошного прослоя—плиты". „Такимъ образомъ здѣсь наличіе обильнаго иллювія гипса столь-же характерно, какъ для болѣе сѣверной группы красноцвѣтныхъ почвъ присутствіе карбонатовъ.

Для образца красноцвѣтной почвы изъ окрестностей Le Créder получены слѣдующія аналитическія данныя:

Глубина въ см.	Гигроскоп. вода.	CO_2.	SO_3.
1—4	1,78	3,56	нѣтъ
12—20	3,22	6,05	„
30—40	2,59	11,59	„
55—65	1,53	12,14	„

О количествѣ гумуса, потери при прокаливаніи и химической воды даетъ представленіе нижеслѣдующая табличка.

	Глубина въ см.	Потеря при прок.	Гумусъ.	Химич. вода.
Альфовая степь на плато у Le Créder	1—5	3,28%	1,55	1,73
Полынная степь на террасѣ шотта Chergui	1—4	2,28	0,82	1,46

Красноцвѣтныя почвы болѣе пустыннаго характера на равнинѣ у ст. Fontaine des Gazelles даютъ такую картину распредѣленія солей:

Глубина взятія пробы.	Гигроскоп. вода.	CO_2.	SO_3.
0—0,5 см.	2,50%	14,17	нѣтъ
0—3 „	2,32	18,53	ок. 3%
4—10 „	3,19	14,53	—
15—20 „	3,76	9,25	—
25—35 „	3,80	18,63	—
45—50 „	3,72	22,27	ок. 4%
65—75 „	14,79	11,28	ок. 20%

Количество гумуса въ поверхностномъ горизонтѣ этой почвы достигаетъ 1,69%, а потеря при прокаливаніи — 4,37%. На равнинѣ у Biskra количество гумуса всего 0,79%, а потеря при прокаливаніи — 2,10%.

Водная вытяжка изъ почвы окрестностей Fontaine des Gazelles даетъ слѣдующія цифры:

	Глубина взятія пробы въ см.					
	0—3.	4—10.	15—20.	25—35.	45—50.	65—70.
Сухой остатокъ	0,061	0,072	0,092	0,112	0,488	1,543
Прокал. остатокъ	0,025	0,052	0,071	0,087	0,430	1,391
Потеря при прок.	0,036	0,020	0,021	0,025	0,058	0,152
Щелочность (HCO_3)	0,016	0,038	0,035	0,069	0,056	0,029
Хлоръ	нѣтъ	0,0012	нѣтъ	0,0040	0,0089	0,0045
SO_3	<0,01	<0,01	—	—	—	—

Эти данныя, какъ видно, не отличаются существенно отъ данныхъ, относящихся къ почвамъ пустынныхъ степей умѣреннаго климата.

На ряду съ суглинистыми красноцвѣтными почвами субтропическихъ полупустынь и пустынь существуютъ, конечно, и песчаныя почвы той же окраски. Количество окиси желѣза, обволакивающей отдѣльныя зерна пустынныхъ песковъ, и растворимой въ соляной кислотѣ, по опредѣленіямъ Филлипса (31), для песковъ центральной Аравіи достигаетъ 0,21%. Думается, что и въ данномъ случаѣ, какъ въ предыдущихъ (латериты, красноземы), можно предполагать, что красный цвѣтъ песковъ зависитъ отъ присутствія турьита, образованіе котораго при условіяхъ субтропическаго полупустыннаго климата еще болѣе понятно, чѣмъ въ области развитія латеритовъ. Въ валовомъ составѣ красныхъ пустынныхъ песковъ найдено:

SiO_2	98,53%
Fe_2O_3	0,28
Al_2O_3	0;88
CaO, MgO и R_2O	сл.

Литература.

1. Безсоновъ и Неуструевъ. „Почвовѣдѣніе“, 1902, № 3.
2. Богданъ, В. Отчетъ Валуйской с.-хоз. опытн. ст. Годъ I и II, 1900.
3. Димо, Н. „Почвовѣдѣніе“, 1903, № 2.
4. Димо, Н. и Келлеръ, Б. Полупустынныя почвенныя образованія юга Царицынскаго уѣзда. Саратовъ, 1907.
5. Докучаевъ, В. Матер. къ оцѣнкѣ земель Нижегород. губ., т. I.
6. — Предварит. отчетъ объ изслѣдованіяхъ на Кавказѣ. Тифлисъ, 1899.
7. Драницынъ. Труды Докуч. Почв. Ком., вып. III, 1915.
8. Гернъ, фонъ. Зап. Запад. — Спб. Отд. Имп. Русск. Геогр. Общ., 1888, кн. X.
9. Глинка, К. „Почвовѣдѣніе“, 1909, № .
10. — „Почвовѣдѣніе“, 1909, № 4.
11. — и сотрудники. Предв. отч. объ организ. и исполненіи работъ по изслѣд. почвъ Азіатской Россіи въ 1909 г. Спб. 1910.
12. Гордѣевъ, Т. Труды Саратовскаго Общ. Ест., т. V, 1903.
13. Гордягинъ. Труды Общ. Естеств. при Казанск. Унив., т. XXXIV, 1900.
14. Gürich. Peterm. Mitteilungen, 1887.

15. Hilgard. Journ. d'agriculture pratique, 1894; см. Сельское хоз. и лѣсов., 1895, февраль.
16. Коссовичъ. О механич. составѣ лессовыхъ почвъ. — Журн. Оп. Агр., 1900.
17. Красновъ. Зап. Имп. Русск. Геогр. Общ., 1886.
18. Лебедевъ. Зап. Запад.—Спб. Отд. Имп. Русск. Геогр. Общ., т. 34.
19. Левченко. Тр. почв.-ботан. экспед. по изученію колонизац. районовъ Азіат. Россіи. Почв. изслѣд. 1908, вып. I.
20. Меликъ-Саркисянъ. Муганская степь. Изд. Отд. Зем. Улучш. Мин. Землед. и Госуд. Им. 1897.
21. Миддендорфъ. Очерки Ферганской долины, 1882.
22. Мушкетовъ. Туркестанъ, 1886, т. I.
23. Murgoči. Comptes rendus de la première conférence agrogéologique. Budapest, 1909.
24. Неуструевъ. Тр. почв.-ботан. эксп. по изслѣд. колонизац. район. Азіат. Россіи. Почв. изслѣдованія 1908 г., вып. 7.
25. — „Почвовѣдѣніе", 1910, № 2.
26. — и Безсоновъ. Почв. условія вдоль проэктируемой жел.-дор. линіи Семипалатинскъ-Вѣрный. Спб., 1908.
27. Обручевъ. Закаспійская область. Зап. Имп. Р. Г. О., 1890.
28. — Центр. Азія, сѣв. Китай и Нань-Шань, т. I и II, 1900—1901.
29. Орловъ. Зап. Запад.-Сиб. Отд. И. Р. Г. О. 1908, 34.
30. Остряковъ. Тр. Общ. Ест. при Казанск. Унив. 1901, т. XXXV, вып. 5.
31. Phillips. Quart. Journ. Geol. Soc. London, 1882.
32. Потанинъ. Тр. Спб. Общ. Естеств., т. XXII, вып. I, 1892.
33. Прасоловъ, Л. Тр. почв. ботан. экспед. по изслѣд. колониз. район. Азіат. Россіи. Почв. Изслѣд. 1908, вып. 4.
34. Раманнъ. „Почвовѣдѣніе", 1902, № 1.
35. Захаровъ. Журн. Оп. Агр., т. VI, кн. 2.
36. — Почвы Мильской степи. Изд. Отд. Зем. Улучш. Г. У. З. и З., 1912.
37. Шешуковъ. Мат. по изуч. русск. почвъ, вып. III.
38. Скаловъ. Тр. почв.-ботан. экспед. по изслѣд. колониз. район. Азіат. Россіи. Почв. изслѣд. 1909 г., вып. 2, Спб. 1910. Изд. Перес. Управл.
39. Стасевичъ. Ibidem. Почв. изслѣд. 1908 г., вып. 2.
40. — Ibidem. Почв. изслѣд. 1909 г., вып. 3.
41. Танфильевъ. Тр. Геолог. части Кабин. Его Имп. Вел., т. V, в. I, 1902.
42. Туминъ. Тр. почв.-ботан. экспед. по изслѣд. колониз. районовъ Азіат. Россіи. Почв. изслѣд. 1908 г., вып. 10.
43. Walther, J. Das Gesetz der Wüstenbildung, 1900.

V. Почвы избыточнаго увлажненія.

Изъ двухъ подклассовъ этого класса наиболѣе изучены почвы болотистыя, на которыхъ мы прежде всего остановимся.

Главнѣйшими областями ихъ распространенія являются тѣ климатическія зоны, которыя или извнѣ получаютъ большія количества осадковъ, или накопляютъ въ поверхностныхъ горизонтахъ земной коры много влаги, благодаря невысокой температурѣ и, слѣдовательно, малому испаренію. Послѣдняя комбинація является наиболѣе благопріятной, такъ какъ области, получающія извнѣ большое количество влаги, характеризуются зачастую въ то же время и высокой температурой. Что касается сухихъ областей (пустыни, полупустыни, степи), то здѣсь болотистыя почвы встрѣчаются изрѣдка. Въ большинствѣ случаевъ пересыщеніе влагой отдѣльныхъ участковъ этихъ областей наблюдается относительно меньшее, что, какъ увидимъ ниже, приводитъ къ образованію своеобразной группы почвъ (солончаковыхъ).

Главное условіе существованія болотистыхъ почвъ — избыточное увлажненіе сказывается прежде всего на характерѣ разложенія органическихъ остатковъ, попавшихъ на земную поверхность и въ верхніе горизонты почвы. Избыточная влага — врагъ хорошей аэраціи, и, довательно, разложеніе органическихъ остатковъ въ болотистыхъ почвахъ идетъ при затрудненномъ доступѣ воздуха. Какъ извѣстно, полнаго разложенія органическихъ веществъ въ этомъ случаѣ не получается, ихъ уничтоженіе идетъ чрезвычайно медленно, при разложеніи развиваются нерѣдко особые газы: метанъ, сѣроводородъ, фосфористый водородъ, а также окислы азота, свободный азотъ и пр., накопляются трудно разлагаемые безазотистые и азотистые продукты, каковы органическія кислоты, въ томъ числѣ кислоты гумусовыя и кислоты жирнаго ряда, а кромѣ того лейцинъ, тирозинъ, индолъ, скатолъ и пр. Азотистой и особенно азотной кислотъ образуется немного. Условія среды вредно отзываются на жизнедѣятельности многихъ бактерій, вслѣдствіе чего задерживается цѣлый рядъ бактеріальныхъ процессовъ, и на помощь бактеріямъ, въ качествѣ потребителей промежуточныхъ продуктовъ окисленія, появляются плѣсневые грибки.

Благодаря медленности сгоранія органическаго вещества, болотистыя почвы накопляютъ большое количество не только гумуса, но и обугленныхъ органическихъ остатковъ, еще не утратившихъ слѣдовъ организаціи. Обиліе влаги не только вызываетъ особый характеръ разложенія органическихъ остатковъ, но и сказывается на скорости передвиженія въ глубину тѣхъ продуктовъ распада, которые къ этому способны, т. е. обладаютъ извѣстной степенью растворимости.

Необходимо прибавить къ сказанному, что болотистыя почвы формируются не только подъ вліяніемъ просачнвающейся влаги, но и подъ вліяніемъ влаги, поднимающейся къ поверхности, такъ какъ здѣсь почвенно-грунтовыя воды лежатъ очень неглубоко. Это послѣднее обстоятельство накладываетъ особую печать на процессъ почвообразованія, а также и на строеніе почвы.

Прежде чѣмъ мы обратимся къ разъясненію сущности почвообразовательнаго процесса и химизма болотныхъ почвъ, скажемъ нѣсколько словъ о ихъ подраздѣленіи и нѣкоторыхъ морфологическихъ признакахъ.

Наиболѣе изслѣдованными какъ со стороны морфологіи, такъ и со стороны химическихъ особенностей представляются разности болотистыхъ почвъ холодно-умѣреннои климатической полосы; на нихъ мы, главнымъ образомъ, и остановимся. Эти почвы могутъ быть разбиты на двѣ главныя группы: a) прѣсноводныя и b) приморскія болотистыя почвы.

Обиліе какъ прѣсноводныхъ, такъ и приморскихъ болотистыхъ почвъ въ прибрежьяхъ Нѣмецкаго и Балтійскаго морей въ Западной Европѣ давно уже заставило нѣмецкихъ, голландскихъ и датскихъ ученыхъ обратить вниманіе на свои болотистыя почвы и различить въ нихъ рядъ разностей. Еще въ 20-хъ годахъ XIX столѣтія въ западно-европейской литературѣ появляются сводки, подобныя работамъ Штельцнера (40), подробно трактующія о болотистыхъ почвахъ. Интересъ къ этимъ послѣднимъ еще болѣе возросъ къ концу XIX столѣтія, и въ настоящее время имѣется рядъ капитальныхъ работъ по изученію болотныхъ образованій въ разныхъ странахъ [1]).

I. Прѣсноводно-болотныя почвы могутъ прежде всего классифицироваться по характеру тѣхъ растительныхъ остатковъ, которые участвуютъ въ образованіи этихъ почвъ. Въ этомъ отношеніи грубо можно выдѣлить почвы торфянисто-болотистыя, иловато-болотныя, луговыя, связанныя другъ съ другомъ различными переходными формами. Помимо указаннаго классификаціоннаго признака, существуютъ и другіе, а именно: степень заболоченности, механическій составъ и пр. Вліяніе степени заболоченности всего легче прослѣживается тамъ, гдѣ сырой лугъ или иловатое болото постепенно переходятъ въ сосѣдній пологій склонъ. Вступая на нижнюю треть такого склона, мы постепенно переходимъ отъ иловато-болотной почвы къ почвѣ полуболотной, а эта послѣдняя столь же постепенно переходитъ, въ свою очередь, къ почвѣ подзолистаго типа. При этомъ типичныя черты строенія болотной почвы шагъ за шагомъ утрачиваются, и на смѣну имъ выступаютъ морфологическіе признаки подзолистой.

---

[1]) Литературу о болотахъ и торфяникахъ см. у Танфильева (46).

Строеніе типичной иловато-болотной почвы представляется въ такомъ видѣ:

A. — Поверхностный горизонтъ темнаго, часто чернаго цвѣта, содержащій неразложенныя части растеній, пронизанный буроватыми жилками и пятнами гидратовъ окиси желѣза. Иногда наблюдается потемнѣніе нижнихъ частей описываемаго горизонта, къ которымъ тогда и пріурочиваются обугленные остатки растеній. Указанный признакъ легко объясняется тѣмъ, что глубже лежащіе горизонты почвы менѣе доступны воздуху, чѣмъ самые поверхностные, и, слѣдовательно, попавшіе туда органическіе остатки (корни, корневища) разлагаются еще медленнѣе, чѣмъ на поверхности. Мощность горизонта различна, но въ общемъ довольно велика.

BG. — Второй горизонтъ, который можно назвать глеевымъ, ибо онъ формируется не только подъ вліяніемъ просачивающихся водъ, но и подъ вліяніемъ поднимающихся къ поверхности почвенно-грунтовыхъ водъ, характеризуется сиреватыми, голубоватыми и зеленоватымн оттѣнками, что должно быть поставлено на счетъ возстановительнымъ процессамъ, возникающимъ благодаря пересыщенію влагой Указанные цвѣтовые оттѣнки зависятъ отъ закисныхъ соединеній желѣза, среди которыхъ нерѣдко встрѣчается вивіанитъ [$Fe_3(PO_4)_2 . 8.H_2O$]. Послѣдній въ совершенно неокисленномъ состоянін—бѣлаго цвѣта, но при первыхъ слѣдахъ окисленія получаетъ голубоватый оттѣнокъ. При дальнѣйшемъ окисленіи ферро-фосфаты переходятъ въ феррн-фосфаты, что сопровождается образованіемъ цѣлаго ряда промежуточныхъ соединеній (см. стр. 135). Отмѣтимъ еще, что въ горизонтѣ B наблюдаются нерѣдко ржавыя пятна, прожилки, располагающіяся, между прочимъ, по трещинамъ н ходамъ корней, куда легче можетъ проникнуть, при высыханіи поверхностныхъ горизонтовъ, кислородъ воздуха.

Иловато-болотныя и принадлежащія къ той же категоріи луговыя почвы встрѣчаются въ качествѣ интразональныхъ образованій въ подзолистой зонѣ, а также и тундровой, но есть и такія области, гдѣ почвы этой группы оказываются господствующими. Такими областями являются, во-первыхъ, наши дальневосточныя окраины (Амурская и Приморская области), а во-вторыхъ восточныя (примиссисипскія) преріи въ Сѣверной Америки.

Зейско-Бурсинскій водораздѣлъ въ Амурской области на огромныхъ пространствахъ покрытъ чрезвычайно мощными и темными луговыми почвами, заболачивающимися подъ вліяніемъ того большого количества атмосферныхъ осадковъ, которые въ лѣтній періодъ приносятся сюда муссонами изъ Великаго океана. Изъ 500—600 мм. осадковъ, выпадающихъ за годъ въ Амурской области, до 400 мм. въ среднемъ падаетъ на лѣто и осень. Немудрено поэтому, что почвы, занимающія равнинныя пространства, заболачиваются здѣсь довольно значительно, и результатомъ этого заболачиванія являются тѣ мощвыя луговыя почвы, о которыхъ только что говорилось, и которыя цѣлымъ рядомъ изслѣдователей

ошибочно принимались за черноземъ или похожія на черноземъ почвы. Строеніе мѣстныхъ луговыхъ почвъ даетъ такую картину (Томашевскій, 47).

A. — Во влажномъ состояніи чернаго цвѣта, книзу темносѣрый, безструктурный, содержитъ много неразложенныхъ органическихъ остатковъ. Мощность 25 см.

B^1. — Сизовато-сѣрый неравномѣрной окраски: имѣются темнаго цвѣта гумусовые потеки, идущіе изъ верхняго горизонта; неясная слоеватая структура, пористый; попадаются твердыя ортштейновидныя конкреціи темнобураго цвѣта. Мощность 20 см.

B_2. — Желтовато-сѣрый, слоеватой структуры, разсыпается на приплюснутыя блестящія отдѣльности съ порами; имѣются также твердыя ортштейновидныя конкреціи въ большемъ количествѣ. Мощность 25—30 см.

C. — Буровато-желтая вязкая глина.

Отсутствіе рѣзко выраженныхъ глеевыхъ горизонтовъ обусловливается, по нашему мнѣнію, тѣмъ, что въ описанныхъ разностяхъ луговыхъ почвъ пересыщеніе влагой идетъ только съ поверхности; почва, какъ видно изъ описанія разрѣза, стоитъ на границѣ подзолистаго и болотнаго типовъ. Въ случаяхъ болѣе низиннаго залеганія мѣстныхъ почвъ, когда и грунтовая вода поднимается къ поверхности, глеевые горизонты бываютъ выражены отчетливо.

Прежде чѣмъ мы перейдемъ къ описанію другихъ разностей болотныхъ почвъ, остановимся на химическихъ особенностяхъ болотнаго типа вывѣтриванія. Не такъ давно считалось, что процессы вывѣтриванія, происходящія въ болотныхъ почвахъ, совершаются въ кислой средѣ, и что самый ходъ разложенія силикатовъ подъ болотами таковъ-же, какъ и въ подзолистыхъ почвахъ. Такъ какъ кислотность болотвыхъ почвъ связывалась съ наличностью въ нихъ кислотъ гумуса, то этотъ вопросъ прежде всего и привлекъ вниманіе изслѣдователей. Изслѣдуя этотъ вопросъ, Бауманнъ (2,3) пришелъ къ заключенію, что кислотность болотныхъ почвъ совсѣмъ не стоитъ въ связи съ кислотами гумуса и что даже таковыхъ кислотъ вовсе не существуетъ. Послѣднее заключеніе автора можетъ, какъ мы знаемъ, оспариваться, что же касается перваго положенія, то оно, повидимому, для большинства болотныхъ почвъ неоспоримо. Изучая водныя вытяжки болотныхъ почвъ Восточной Сибири, мы обратили вниманіе на то, что эти вытяжки даютъ обычно не кислую реакцію, а щелочную, зависящую отъ присутствія бикарбонатовъ. Заинтересовавшись этимъ вопросомъ, я при содѣйствіи студента Сутулова, изслѣдовалъ спеціально цѣлый рядъ болотныхъ почвъ въ окрестностяхъ Ново-Александріи и убѣдился въ томъ, что болотныя почвы и даже болотныя воды среди торфяного болота имѣютъ ясную щелочную реакцію (реакцію бикарбонатовъ). Такъ иловато-болотныя (луговыя) почвы долины Вислы дали такія цифры:

Почвы и горизонты.	Щелочность въ $(HCO_3)'$ на 100 гр. почвы.
№ 1. Гориз. А.	0,0203
№ 1. „ В.	0,0407
№ 2. „ В.	0,0294
№ 3. „ А.	0,0095

Въ водѣ, взятой изъ сфагноваго болота, опредѣлено въ литрѣ 0,0126 гр. HCO'_3, верхніе торфяные горизонты имѣли слабо кислую реакцію, а нижніе — глеевые — слабо щелочную (на 100 гр. почвы — 0,005 HCO'_3).

Нужно думать, что вообще всѣ почвы или отдѣльные горизонты почвъ, находящіеся въ очень продолжительномъ соприкосновеніи съ водой, будутъ давать щелочную реакцію, такъ какъ въ этихъ случаяхъ идетъ энергично гидролизъ, благодаря которому отщепляются въ значительныхъ количествахъ основанія какъ отъ силикатовъ, такъ и отъ органоминеральныхъ веществъ. Поэтому всякая грунтовая вода должна имѣть щелочную реакцію, поэтому и глеевые горизонты, даже у подзолистыхъ почвъ, какъ мы видѣли выше, также имѣютъ щелочную реакцію.

Къ тѣмъ же заключеніямъ относительно болотныхъ почвъ еще раньше привели и изслѣдованія Энделля (12), который нашелъ, что кислотность болотныхъ почвъ зависитъ отъ углекислоты. Изъ этихъ данныхъ можно сдѣлать выводъ, что вывѣтриваніе подъ болотами происходитъ, главнымъ образомъ, подъ вліяніемъ воды съ углекислотой и бикарбонатами. При такихъ условіяхъ, какъ мы знаемъ, алюмосиликаты должны превращаться въ глины, что на самомъ дѣлѣ и наблюдается (Штремме, Гёнель, Вюстъ, Раманнъ). Особенно интересны данныя Энделля, который изучалъ вывѣтриваніе базальта подъ болотными образованіями. Приводимъ аналитическія цифры автора, перечислевныя на минеральное вещество.

1. Свѣжій базальтъ.
2. Желтобурая глина на глубинѣ 30 см. отъ поверхности, подъ лугомъ.
3. Зеленоватая глина на глубинѣ 1,25 м. подъ торфомъ.

	1.		2.		3.	
SiO_2	46,06%		63,66%		71,76%	
TiO_2	1,72		1,51		2,30	
Al_2O_3	7,97		11,76		13,76	
Fe_2O_3	3,47	11,70	10,77	12,61	2,90	5,13
FeO	8,23		1,84		2,23	
CaO	12,54		2,93		3,35	
MgO	8,59		4,82		0,90	
K_2O	2,99		3,10		1,77	
Na_2O	6,76		2,46		1,41	
P_2O_5	0,57		0,43		сл.	
SO_3	0,57		0,43		0,25	
Сумма	99,43		100,75		100,63	

Какъ видно изъ приведенныхъ цифръ, глиноземъ дѣйствительно накопляется въ продуктѣ выв'ѣтриванія, тогда какъ основанія и окислы желѣза выщелачиваются. Подвижность соединеній желѣза вполнѣ понятна въ данномъ случаѣ, такъ какъ въ болотныхъ почвахъ есть условія для образованія закисныхъ соединеній Fe. Благодаря послѣднему обстоятельству въ болотныхъ почвахъ появляется цѣлый рядъ соединеній желѣза, неизвѣстныхъ въ другихъ почвенныхъ типахъ. Къ числу таковыхъ относится упомянутый выше вивіанитъ, затѣмъ сѣрнистыя соединенія, какъ FeS, FeS_2 (пиритъ, марказитъ), а также $FeCO_3$ (кристаллич. и аморфное). Такъ называемыя дерновыя руды, появляющіяся иногда въ верхнихъ горизонтахъ болотныхъ почвъ, образуются подъ вліяніемъ восходящихъ грунтовыхъ водъ.

Появленіе въ болотныхъ почвахъ вивіанита происходитъ, по всей вѣроятности, путемъ реакціи фосфорнокислаго аммонія на находящіяся въ растворѣ закисныя соли желѣза. Возможно, что образованіе фосфорной кислоты совершается путемъ окисленія фосфористаго водорода и что процессъ такого окисленія протекаетъ при содѣйствіи микроорганизмовъ, но вопросъ о превращеніяхъ соединеній фосфора въ почвахъ съ микробіологической стороны не изученъ. Здѣсь можно напомнить, что и струвитъ находили среди органическихъ остатковъ, разлагавшихся при недостаточномъ притокѣ кислорода воздуха.

Легко также допустить, что въ болотныхъ почвахъ амміачныя соединенія сохраняются легче, чѣмъ въ почвахъ, болѣе доступныхъ кислороду воздуха, ибо здѣсь сильно замедляются процессы нитрификаціи. Отсюда понятна возможность образованія фосфорнокислаго аммонія.

Такъ какъ болотныя почвы, просыхая лѣтомъ, становятся болѣе доступными для атмосфернаго кислорода, то закисныя соединенія желѣза могутъ окисляться. Пиритъ и марказитъ даютъ при этомъ желѣзный купоросъ, свободную сѣрную кислоту, а затѣмъ и цѣлый рядъ простыхъ и сложныхъ сѣрнокислыхъ соединеній. Поэтому въ болотныхъ почвахъ, богатыхъ сѣрнистыми соединеніями желѣза, можетъ совершаться даже выщелачиваніе глинозема въ видѣ сѣрнокислаго алюминія. Вивіанитъ, какъ указано было выше, также способенъ окисляться и давать рядъ промежуточныхъ соединеній между чистыми ферро- и феррифосфатами.

Весьма вѣроятно, что и въ болотныхъ почвахъ можно найти аналогичные промежуточные продукты, на что указываетъ отчасти присутствіе въ этихъ почвахъ аморфнаго бераунита (феррифосфатъ).

Арндъ анализировалъ плотныя конкреціи подъ болотомъ близъ Uschütz желтовато- до буровато-сѣраго цвѣта, темнѣющія на воздухѣ, и получилъ слѣдующіе результаты:

	Свѣжія.	Сухія.
H_2O при 100° Ц.	55,49%	—
Химич. H_2O	3,11	6,98
Орган. вещ.	9,36	21,02
Песокъ	0,07	0,16
Раствор. SiO_2	0,01	0,02
Fe_2O_3	12,19	27,38
FeO	7,40	16,62
MnO	0,13	0,29
CaO	0,72	1,61
MgO	0,04	0,09
K_2O	0,01	0,02
Na_2O	0,10	0,23
P_2O_5	3,75	8,43
CO_2	7,47	16,77
Cl	сл.	сл.
SO_3	0,07	0,16

На иловато-болотныхъ почвахъ сѣверной Россіи въ сухія лѣта появляются иногда бѣловатые налеты солей, въ числѣ которыхъ находятся, между прочимъ, и хлористыя соли. Точному изслѣдованію пока эти солевые налеты не подвергались. Фактъ нахожденія такихъ налетовъ сближаетъ до нѣкоторой степени полуболотныя почвы сѣверной Россіи съ группой мокрыхъ солончаковъ ея черноземной области, о которыхъ будетъ рѣчь ниже. Въ болотныхъ почвахъ Западной Европы изъ болѣе или менѣе легко растворимыхъ солей находили сѣрнокислыя соли магнія, кальція и закиси желѣза (Меркеръ, ф.-Беммеленъ, 5), указывалось также и на присутствіе сѣрнокислаго алюминія (Шпренгель, фанъ-Беммеленъ, 5), щавелевой кислоты и щавелево-кислаго кальція (Шмögеръ, 33).

Подвергался изслѣдованію и вопросъ о состояніи, въ которомъ находится въ болотныхъ почвахъ калій (Виклундъ, 51) и фосфорная кислота (Виклундъ, l. c., Шмögеръ, l. c., Такке и др.); относительно послѣдней приходили къ заключенію, что, по крайней мѣрѣ, часть ея входитъ въ составъ нуклеиновъ (Шмögеръ, l. c.). Нерѣдко, наконецъ, находили въ подгумусовыхъ горизонтахъ болотныхъ почвъ и мергелистыя образованія, что одинаково характерно и для разсматриваемой ниже подгруппы торфянисто-болотныхъ почвъ. Въ баварскихъ болотахъ мергелистыя образованія чрезвычайно распространены и носятъ названіе „Alm“. Зендтнеръ (35) полагаетъ, что этотъ терминъ произошелъ отъ словъ „alba terra“. Происхожденіе Alm'a, содержащаго, кромѣ углекислой извести, еще нѣкоторое количество углекислой магнезіи, глинозема, фосфорной кислоты и органическихъ веществъ, не всегда достаточно ясно. По поводу генезиса этого образованія находимъ у Рота (29) слѣдующія соображенія: „гдѣ получающіяся при помощи

разложенія растительныхъ остатковъ кислоты (гуминовая, креновая, апокреновая и т. д.) дѣйствуютъ на известнякъ или содержащую известь почву, тамъ получаются, вѣроятно, двойныя известково-амміачныя соли, которыя могутъ превратиться въ аморфную порошкообразную углекислую известь". На поверхности и внутри торфяныхъ залежей часто находятъ такія образованія или въ видѣ бѣлаго налета, или въ видѣ болѣе мощныхъ слоевъ. Въ торфяномъ болотѣ между Кирхдорфомъ и Герстензее (Бернъ) Бруннеръ (9) нашелъ надъ глиной слой въ 2—2,5 ф. мощности, состоявшій изъ аморфной углекислой извести съ небольшимъ количествомъ кремнезема и безъ инфузорій. Зенфтъ (36) нашелъ близъ Эйзенаха въ торфяной залежи и подъ нею слизисто-тѣстообразную массу, которая на воздухѣ распалась въ буровато-бѣлый песокъ, состоящій изъ круглыхъ зернышекъ. Зендтнеръ (l. c.) говоритъ, что Alm образуетъ основу всѣхъ южно-баварскихъ луговыхъ болотъ и прослойки въ торфѣ. Въ сухомъ состояніи это рыхлый бѣлый песокъ, въ сыромъ — киселеобразная масса,

Въ нѣкоторыхъ случахъ, повидимому, отложенія углекислой извести въ болотныхъ почвахъ представляютъ образованія два озеръ, путемъ заростанія которыхъ получилось болото [1]). На днѣ озеръ нерѣдко образуется известковый илъ (Seekreide), представляющій отложенія водяныхъ растеній. На листьяхъ послѣднихъ углекислая известь отлагается иногда въ видѣ тонкихъ слоевъ. Кернеръ наблюдалъ, что листъ Potamogeton lucens, вѣсомъ въ 0,492 гр., выдѣлилъ 1,04 гр. $CaCO_3$ (Раманнъ, 27). Въ иныхъ случаяхъ углекислая известь, въ видѣ туфовидныхъ образованій, выдѣляется источниками (Зендтнеръ, l. c.). При всемъ этомъ не исключается возможность выдѣленія углекислой извести съ помощью почвообразовательнаго процесса.

Отмѣченныя выше свойства иловато-болотныхъ почвъ выражены бываютъ въ большей или меньшей степени въ зависимости отъ стадіи заболачиванія. Многіе признаки, рѣзко выраженные въ почвахъ сильно заболоченныхъ, ослабѣваютъ и становятся мало замѣтными въ почвахъ слабо-заболоченныхъ, луговыхъ, каковыми являются, напримѣръ, почвы Зейско-Буреинскаго водораздѣла Амурской области. Такъ какъ послѣднія почвы, занимая обширныя пространства, заслуживаютъ особеннаго вниманія и такъ какъ до сихъ поръ въ литературѣ не появлялись сколько-нибудь полныхъ анализовъ этихъ почвъ, то мы и остановимся здѣсь на полученныхъ въ 1910/11 гг. результатахъ лабораторнаго изученія почвъ.

Слѣдуетъ прежде всего отмѣтить, что луговыя почвы Зейско-Буре-

---

[1]) См., между прочимъ Hess von Wichdorf. Zeitschr. f. prakt. Geologie, 16, 329.

инскаго водораздѣла отличаются крайней мелкоземистостью по механическому составу; вотъ аналитическія данныя:

№ 34.	1—0,25 мм.	0,25—0,05 мм.	0,05—0,01 мм.	< 0,01 мм.
Гориз. A (0—15 см.) . .	3,00%	10,00%	29,00%	58,00%
„ A (15—30 „) . .	3,50	9,00	23,50	64,00
„ B (30—45 „) . .	3,00	6,00	21,00	70,00
„ B (45—60 „) . .	3,00	5,75	20,00	71,25
„ C	2,50	10,25	23,00	64,25

Изъ аналитическихъ данныхъ видно, что горизонтъ A, сравнительно съ горизонтомъ B, обѣдненъ иловатыми частицами. Сумма песчаной пыли и ила въ горизонтѣ A равна 87,00 и 87,50, а въ горизонтѣ B — 91,0 и 91,25 и въ горизонтѣ C — 87,25. Отсюда видно, что въ почвѣ происходитъ нѣкоторое передвиженіе мелкоземистыхъ частицъ изъ гориз. A въ гориз. B, который и является такимъ образомъ иллювіальнымъ. На химическомъ составѣ это, однако, почти не сказывается, что видно изъ нижеслѣдующихъ цифръ валового анализа, относящагося къ той же почвѣ:

	A 0—15 см.	A 15—30 см.	B 30—45 см.	B 45—60 см.	C
H_2O при 100° Ц. .	6,38%	5,60%	5,70%	5,96%	6,26%
Гумуса	8,48	3,47	2,50	1,18	0,97
N	0,13	0,06	0,05	0,05	0,03
Потери при прок. .	12,89	7,27	7,20	6,52	5,47
SiO_2	60,26	63,91	63,90	63,67	64,28
Al_2O_3	16,07	17,32	17,65	17,71	17,95
Fe_2O_3	3,68	4,99	4,91	5,83	6,39
Mn_3O_4	0,24	0,05	0,49	0,13	0,05
CaO	1,75	1,35	1,06	1,06	1,07
MgO	0,55	0,76	0,49	0,87	0,86
K_2O	2,50	2,50	2,25	2,20	2,23
Na_2O	1,67	1,59	1,50	1,51	1,66
P_2O_5	0,14	0,09	0,11	0,11	0,06
Сумма . . .	99,75	99,83	99,56	99,66	100,02

Не перечисляя приведенныхъ данныхъ на минеральное вещество, не трудно видѣть, что количества кремнезема и глинозема почти одинаковы во всѣхъ горизонтахъ почвы и въ материнской породѣ, известь накопляется въ связи съ гумусомъ, а окислы желѣза выносятся, особенно изъ верхнихъ горизонтовъ почвы. Иначе говоря, данныя представляются достаточно характерными для болотнаго типа вывѣтриванія, хотя сколько-нибудь замѣтнаго выщелачиванія основаній не наблюдается, какъ не наблюдается и того накопленія въ горизонтахъ вывѣтриванія кремнезема, которое было замѣчено Endell'емъ.

Нѣсколько ближе къ даннымъ Endell'я стоятъ анализы болотной почвы изъ долины р. Могочи Забайкальской области (Глинка, К. 17); приводимъ эти данныя для сравненія.

1. Горизонтъ A_1 лугово-болотной почвы.
2. „ A_2 „ „
3. „ B „ „
4. Материнская порода (суглинокъ).

	1.	2.	3.	4.
Воды при 100° Ц. . .	6,18%	4,43%	2,31%	2,28%
Потери при прок. . .	18,65	10,32	3,69	3,04
SiO_2	50,16	55,58	53,08	54,49
Al_2O_3	16,46	17,33	20,89	19,89
Fe_2O_3	6,39	6,94	10,58	10,54
Mn_3O_4	0,15	0,07	0,11	0,15
CaO	2,62	3,34	4,98	5,73
MgO	1,29	2,05	1,65	2,07
K_2O	1,72	1,63	1,32	1,34
Na_2O	2,39	2,70	3,11	2,57
P_2O_5	0,37	0,26	0,38	0,34
Сумма . . .	100,20	100,23	99,79	100,16

Перечисливъ анализы на минеральную массу, получаемъ:

	1.	2.	3.	4.
SiO_2	61,50%	61,82%	55,25%	56,10%
Al_2O_3	20,17	19,27	21,73	20,47
Fe_2O_3	7,83	7,71	11,00	10,85
Mn_3O_4	0,18	0,07	0,11	0,15
CaO	3,21	3,71	5,96	5,90
MgO	1,58	2,28	1,71	2,13
K_2O	2,10	1,81	1,47	1,38
Na_2O	2,92	3,00	3,23	2,64

Водныя вытяжки изъ луговыхъ почвъ Зейско-Буреинскаго водораздѣла даютъ слѣдующія цифры:

	A 0—15 см.	A 15—25 см.	B 25—45 см.	B 45—65 см.	C
Общ. щелочность (HCO_3')	0,0062	0,0058	0,0034	0,0038	0,0034
Щелочность бикарбонатовъ щелоч. . . .	0.0050	0,0034	0,0026	0,0026	0,0026
Щелочн. бикарбон. щелочн. земель . . .	0,0012	0,0024	0,0008	0,0012	0,0008
Сухого остатка	0,0660	0,0404	0,0252	0,0222	0,0264
Минер. веществъ . . .	0,0178 [1])	0,0118 [1])	0,0096	0,0116	0,0096
Пот. при прокал. . . .	0,0483 [1])	0,0286 [1])	0,0156	0,0106	0,0168
SiO_2	0,0016	0,0016 [1])	0,0026	0,0015	0,0010
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	0,0041 [1])	0,0019 [1])	0,0012	0,0010	0,0010
CaO	0,0048	0,0028	0,0020	0,0018	0,0030
MgO	сл.	сл.	—	0,0003	0,0004
K_2O	0,0011	0,0010	0,0011	0,0008	0,0007
Na_2O	0,0028	0,0021	0,0016	0,0008	0,0011
P_2O_5	0,0006	сл.	едва зам. сл.	едва зам. сл.	едва зам. сл
SO_3	0,0014	едва зам. сл.	сл.	0,0008	0,0009
Cl	0,0012	0,0018	0,0006	0,0014	0,0007
Цвѣтъ	едва желт.	почти безцв.	почти безцв.	безцв.	безцв.

[1]) Среднее изъ двухъ опредѣленій.

Наиболѣе характерными особенностями водной вытяжки являются ея щелочность и рѣзкое преобладаніе растворимаго органическаго вещества надъ минеральнымъ въ верхнихъ гумусовыхъ горизонтахъ.

Щелочный характеръ водной вытяжки болотныхъ почвъ дѣлаетъ понятной ту буроватую окраску водъ, которая наблюдается въ рѣкахъ, текущихъ изъ болотныхъ районовъ. При щелочной реакціи не только такъ называемая апокреновая группа, но и гуминовая переходитъ въ золеобразное состояніе и оказывается въ псевдорастворѣ.

Отмѣтимъ здѣсь попутно, что не только воды сѣверныхъ болотистыхъ зонъ, но и рѣчныя воды тропическихъ странъ характеризуются бурой окраской, которая исчезаетъ лишь въ присутствіи известковыхъ породъ, переводящихъ въ гели гуминовыя вещества. И тамъ (на сѣверѣ), и здѣсь (въ тропикахъ) наблюдается слабая щелочная реакція почвъ, въ первомъ случаѣ заболоченныхъ, во второмъ — всѣхъ.

Торфянисто-болотныя почвы, по своему строенію, не отличаются рѣзко отъ иловато-болотныхъ почвъ: вмѣсто землистаго иловатаго горизонта (поверхностнаго) здѣсь является болѣе или менѣе мощный торфянистый горизонтъ, очень богатый органическими веществами, которыя здѣсь находятся еще въ меньшей степени разложенія, чѣмъ въ иловатыхъ разностяхъ, что отчасти объясняется еще большей влажностью этихъ почвъ, зависящей отъ высокой гигроскопичности мховъ.

Составъ органической части торфяныхъ горизонтовъ можетъ быть выраженъ слѣдующими цифровыми данными (Бершъ, 6).

	C	H	O	N
Hochmoor-torf . .	57,03 (61,13—50,98)	5,79 (7,40—4,63)	35,58 (40,88—31,03)	1,60 (2,54—0,87)
Mischmoor-torf . .	57,20 (60,94—54,45)	6,61 (7,55—5,21)	34,74 (37,86—30,32)	1,95 (2,91—1,41)
Flachmoor-torf . .	54,18 (61,10—44,78)	5,67 (7,87—3,85)	37,27 (47,62—28,48)	2,88 (4,28—1,81)

Составъ золы тѣхъ же торфовъ, въ среднемъ опредѣляется такими данными:

	K_2O	P_2O_5	CaO
Hochmoortorf . .	0,08 (0,01—0,11)	0,11 (0,04—0,22)	0,52 (0,22—1,01) .
Mischmoortorf. .	0,10 (0,02—0,13)	0,13 (0,07—0,22)	1,38 (0,55—3,21)
Flachmoortorf .	0,10 (0,03—0,25)	0,16 (0,06—0,47)	2,95(0,49—6,68 и болѣе)

Среди образованій торфа находятся темныя, иногда черныя выдѣленія допплерита (Früh, 13).

Допплеритъ, по словамъ Бершъ (6), находится во многихъ торфяныхъ болотахъ Австріи. Онъ выполняетъ трещины или одѣваетъ остатки корней. Въ свѣжемъ состояніи даетъ черную, мягкую, эластичную массу съ жирнымъ блескомъ и раковистымъ изломомъ. По высыханіи образуетъ довольно твердые, хрупкіе, обсидіаноподобные куски. Составъ его въ воздушно-сухомъ состояніи слѣдующій:

H_2O	18,08%	Золы . . .	3,27
C	43,53		
O	31,09		
H	3,24		
N	0,79		

Въ безводномъ и беззольномъ веществѣ содержится:

C	55,31
O	39,57
H	4,12
N	1,00

Содержаніе воздуха въ торфяно-болотныхъ почвахъ обыкновенно значительно ниже, чѣмъ въ лугово-болотвыхъ, что установлено изслѣдованіями Фагелера (48).

Материнскія породы въ тѣхъ случаяхъ, когда торфъ слагается мхами, особенно изъ рода Sphagnum, бываютъ бѣдны солями, главнымъ образомъ известью, что видно отчасти и изъ приведенныхъ выше анализовъ золы различныхъ торфовъ.

Въ остальномъ строеніе и другіе признаки торфянистыхъ почвъ близки къ таковымъ же иловатыхъ.

II. Болотистыя почвы морскихъ прибрежій. По низменнымъ берегамъ морей (въ Европѣ — Нѣмецкаго, отчасти Балтійскаго), гдѣ идетъ отложеніе морскихъ наносовъ, въ устьяхъ рѣкъ, впадающихъ въ моря, на наносахъ смѣшаннаго характера, формируются также болотистыя почвы, которымъ дано названіе маршей. Нѣмецкое слово Marsch (plattdeutsch—Mar, англійское Marsh), по мнѣнію Штельцнера, имѣетъ общій корень съ латинскимъ mare (море). Въ виду этого казалось бы необходимымъ выдѣлять въ группу маршей только почвы, въ образованіи материнскихъ породъ которыхъ принимало участіе море, хотя въ работахъ о маршевыхъ почвахъ не всегда дѣлается такое ограниченіе, и къ маршамъ причисляются нерѣдко почвы, развившіяся на рѣчныхъ наносахъ.

Морской наносъ, на которомъ впослѣдствіи формируются маршевыя почвы, строится не только изъ минеральныхъ веществъ, но и изъ остатковъ растительныхъ и животныхъ организмовъ. Первые представлены водорослями и частями другихъ растеній, попавшихъ съ материковъ, а вторые — раковинами моллюсковъ. Кромѣ того, и тѣ, и другіе являются въ видѣ тонкаго ила, потерявшаго слѣды органическаго строенія. Ко всему этому присоединяются скорлупки діатомовыхъ, корненожекъ и пр. Богатый органическимъ иломъ морской осадокъ (Schlick) отлагается моремъ въ теплые лѣтніе мѣсяцы, зимой же преобладаетъ минеральный наносъ (Knick, Klee). Этимъ объясняется чередованіе болѣе свѣтлыхъ и болѣе темныхъ прослойковъ въ глубокихъ горизонтахъ грунта маршевыхъ почвъ.

Когда отложившійся осадокъ значительно повысилъ плоскій морской берегъ, появляются первые піонеры наземной флоры солончаковаго типа (Salicornia herbacea, Chenopodium maritimum, Arenaria maritima и пр.). Когда обычные морскіе приливы не захватываютъ берега, появляется Poa maritima, приморскія же луговыя травы (напр. Glyceria, Juncus Gerardi и др.) начинаютъ развиваться лишь тогда, когда наносъ поднятъ надъ уровнемъ обыкновеннаго прилива на 3—4 ф. и начинаетъ просыхать (Stöckhard, 41, Варминтъ, 50). На сѣверѣ Россіи участки луговъ, заливаемые во время прилива соленой морской водой, называются лайды. На нихъ растутъ Plantago maritima, Triglochin maritimum, Pisum maritimum, Alisma Plantago и др. (Танфильевъ). Изъ сказаннаго можно уже видѣть, что въ молодыхъ маршахъ содержится значительное количество морскихъ солей. Старые марши опрѣсняются естественнымъ путемъ, но нерѣдко практикуется и искусственное опрѣсненіе соленыхъ маршей отрѣзываніемъ ихъ съ помощью плотинъ и дренированіемъ отрѣзанныхъ участковъ.

Собственно процессъ образованія маршевой почвы начинается съ того момента, какъ поверхность морского наноса покрывается растительностью, и наиболѣе энергично идетъ тогда, когда эта растительность принимаетъ характеръ сплошного лугового покрова. Въ дальнѣйшемъ развитіи условія образованія маршей ничуть не отличаются отъ таковыхъ же обычной луговой почвы.

Слѣдовательно, старымъ маршамъ присуще въ общихъ чертахъ то же строеніе, что и разсмотрѣннымъ выше иловато-болотнымъ и луговымъ почвамъ.

Западно-европейскіе авторы, относя къ почвѣ всю толщу наноса, даютъ иногда картину строенія маршей на большую глубину, но не слѣдуетъ упускать изъ вида, что при этомъ штудируется не только почва, но и ея материнская порода, грунтъ, которыхъ собственно не коснулись процессы почвообразованія (Stöckhard, l. c., van Bemmelen, 4, Virchow, 49).

Чтобы составить себѣ болѣе полное представленіе о строеніи маршевыхъ почвъ, ихъ материнскихъ породъ и подпочвъ, заимствуемъ у фанъ-Беммелена описаніе нидерландскихъ маршей, формирующихся на осадкахъ обыкновенно болѣе глинистыхъ съ поверхности и болѣе песчанистыхъ по мѣрѣ углубленія. Въ центрѣ провинціи Gröningen находятся глинистыя почвы, верхній горизонтъ которыхъ называется „Roodorn“. Мѣстами онъ окрашенъ гидратами окиси желѣза въ красноватый цвѣтъ, богатъ гумусомъ и имѣетъ слабо-кислую реакцію. Подъ этимъ горизонтомъ лежитъ „Knick“, мощностью чаще всего 0,2—0,4 м., который собственно и составляетъ материнскую породу маршевой почвы; онъ содержитъ желѣзистыя конкреціи и пятна окиси желѣза и, очевидно,

въ верхнихъ горизонтахъ его мы имѣемъ аналогію со вторымъ горизонтомъ (B) нашихъ луговыхъ почвъ.

Knick хотя и представляетъ, по преимуществу, минеральную массу, однако не лишенъ и органическихъ веществъ, содержа 5,5% гумуса. Гумусъ Knick'a, повидимому, не есть цѣликомъ результатъ почвообразованія, а отложился отчасти и механически вмѣстѣ съ морскимъ наносомъ. Иногда мощность Knick'a становится значительнѣе (1—3 м.), и тогда на нѣкоторой глубинѣ онъ обогащается известью, переходя въ особую породу, носящую названіе „Wühlerde". Мѣстами эта глина богата гипсомъ и другими сѣрнокислыми солями (Maibolt, Gifterde). Представляется ли известь въ данномъ случаѣ продуктомъ почвообразованія или же ранѣе происходившихъ геологическихъ процессовъ, остается неяснымъ. Подъ Knick'омъ лежитъ „Darg", масса еще болѣе богатая, а иногда и очень богатая органическими веществами. Это уже результатъ бывшей дѣятельности моря. Въ западно-европейской литературѣ существуютъ и другіе термины для обозначенія отдѣльныхъ слоевъ маршевыхъ наносовъ и почвъ, но мы ихъ касаться не будемъ. Изъ составныхъ частей различныхъ горизонтовъ маршевыхъ почвъ фанъ-Беммеленъ указываетъ на пиритъ, вивіанитъ, растворимыя соли желѣза, сѣрнокислые алюминій и магній. Все это, какъ мы видѣли, встрѣчается и въ прѣсноводно-болотныхъ почвахъ (см. также Schucht, 34).

Болотныя и полуболотныя почвы другихъ областей земного шара мало изучены со стороны ихъ строенія и состава, но что онѣ существуютъ и въ другихъ обильно увлажняемыхъ зонахъ, каковой является, напримѣръ, тропическая, въ этомъ нельзя было и раньше сомнѣваться. Уже въ своемъ русскомъ курсѣ почвовѣдѣнія [1]) я выдѣлилъ двѣ категоріи такихъ болотныхъ почвъ тропическихъ широтъ, аналогичныхъ только что описаннымъ прѣсноводно-болотнымъ почвамъ и маршамъ. Къ послѣдней категоріи я отнесъ мангровыя почвы морскихъ прибрежій. Сдѣлано это было больше на основаніи апріорныхъ соображеній, чѣмъ на основаніи фактовъ. Въ настоящее время существованіе двухъ группъ тропическихъ болотвыхъ почвъ подтверждается наблюденіями Мора (21) на Зондскихъ островахъ. На абсолютной высотѣ отъ 50 до 200 м. въ Deli и Serdang'ѣ, говоритъ авторъ, находятся гумусныя образованія, которыя очень напоминаютъ описанный Эбермайеромъ (11) альпійскій гумусъ. Въ одной долинѣ, параллельной берегу, отложились изъ источниковъ большія массы известковой накипи (туфъ), и здѣсь между обломками известняка находятъ темно-бурую, жирную гумусовую массу, которая содержитъ и песокъ, и глину. Эта почва даетъ умѣренный урожай табака невысокаго достоинства, такъ какъ въ почвѣ велико содер-

[1]) 1-е изданіе, 1908 г.

жаніе SO_3 и поэтому она плохо перегораетъ; пепелъ имѣетъ черную окраску. Тотъ же авторъ указываетъ, что въ лабораторію Бейтензорга была прислана проба почвы изъ Бантама (зап. Ява), представлявшая иловатую массу рисоваго поля (sawah); эта проба сильно пахла сѣроводородомъ. Масса была темно-чернаго цвѣта, но бурѣла послѣ обработки разведенвой соляной кислотой, при чемъ происходило энергичное выдѣленіе сѣроводорода. Количество послѣдняго опредѣлено въ 0,53% по отношенію къ сухой массѣ, что соотвѣтствуетъ 1,37% FeS. Здѣсь такимъ образомъ происходило энергичное возстановленіе сульфатовъ. Потеря при прокаливаніи достигала 36% отъ сухой массы. При сжиганіи выдѣлялся характерный запахъ торфа. Остатокъ отъ прокаливанія былъ глинистый.

Что касается морскихъ прибрежій, то, по словамъ Мора, сама работа рѣкъ, выносящихъ массу минеральнаго матеріала, изъ котораго строится прибрежная полоса многочисленныхъ дельтъ и образуются банки, отрѣзающія участки моря, способствуютъ заболочиванію береговъ. Вода въ этой чрезвычайно развѣтвленной сѣти протоковъ, ограничиваемыхъ береговыми валами изъ песка и гравія, не застаивается, а движется, хотя и очень медленно, по направленію къ морю. Эта-то обширная область дельтъ, банокъ, переплетающихся протоковъ и пр. и является мѣстомъ развитія приморскихъ болотъ и болотныхъ почвъ, которыя тѣмъ прѣснѣе, чѣмъ ближе къ материку. Развивающіеся здѣсь гумусовые горизонты не представляютъ торфа, какъ въ болотахъ болѣе холодныхъ зонъ. Все основательно разложилось, мало содержится растительныхъ остатковъ, клѣтчатка, повидимому, уничтожена. Но остается одна группа органическихъ веществъ, которая болѣе сопротивляется разложенію: это — смолы. Интересно, что большинство древесныхъ породъ здѣшнихъ лѣсовъ богато смолой и тѣмъ богаче, чѣмъ ближе къ морю. Смолы съ теченіемъ времени темнѣютъ, но не гніютъ.

Постепенно болотныя почвы, болѣе удаленныя отъ моря, лишаются избытка влаги, просыхаютъ и становятся черными, рыхлыми, пригодными для культуры. Такое почвообразованіе носитъ здѣсь названіе рауа. Очевидно, самый процессъ постепеннаго опрѣсненія и превращеніе мангровыхъ почвъ въ почвы, пригодныя для культуры, весьма напоминаетъ естественное превращеніе западно-европейскихъ маршевыхъ почвъ въ польдеры, луга.

Что касается химизма тропическихъ болотныхъ почвъ, то съ таковымъ мы пока еще очень мало знакомы. Судя по присутствію сѣрнистыхъ соединеній, на которыя указываетъ Моръ, можно думать, что нѣкоторые признаки, находящіеся въ связи съ наличіемъ возстановительныхъ процессовъ, одинаковы какъ у болотныхъ почвъ тропиковъ, такъ и у болотныхъ почвъ внѣтропическихъ странъ, но отсюда еще не слѣ-

дуетъ, что и всѣ остальные признаки будутъ одинаковы. Весьма возможно, что процессъ распада алюмосиликатовъ въ тропическихъ болотныхъ почвахъ протекаетъ энергичнѣе, чѣмъ въ почвахъ нашихъ широтъ и доходитъ до выдѣленія свободныхъ гидратовъ глинозема. Нѣкоторые намеки на такую возможность даютъ изслѣдованія Мюнца и Руссо (22), которыя устанавливаютъ присутствіе гидратовъ глинозема въ темноцвѣтныхъ почвахъ Мадагаскара.

Переходимъ къ другому подклассу почвъ, относимыхъ нами къ группѣ почвъ избыточнаго увлажненія. Это почвы относительно сухой тундры и почвы горныхъ высотъ. Мы говоримъ о сухой тундрѣ, т.-е. о ея относительно повышенныхъ мѣстахъ, такъ какъ пониженные участки заняты здѣсь торфяно-болотными почвами, по многимъ признакамъ сходными съ таковыми же почвами лѣсной зоны. По долинамъ рѣкъ, текущихъ въ тундрѣ, какъ отмѣчаетъ Танфильевъ (l. c.), развиваются роскошные луга, слѣдовательно и почвы здѣсь должны приближаться къ луговымъ почвамъ лѣсной зоны.

На общемъ обликѣ тундровой зоны мы остановимся ниже, въ географическомъ очеркѣ, здѣсь же отмѣтимъ лишь тѣ изслѣдованія, которыя даютъ возможность составить нѣкоторое представленіе о характерѣ тундровыхъ почвъ.

Особенный интересъ представляютъ новѣйшія изслѣдованія Сукачева, изучавшаго тундру къ сѣверу и сѣверо-востоку отъ Урала, т.-е. между р. Карой и низовьями Оби. Изслѣдователь отмѣчаетъ, что характеръ почвы здѣсь мѣняется въ зависимости отъ измѣненія рельефа и, слѣдовательно, условій увлажненія, а также въ зависимости отъ характера материнскихъ породъ. Но если взять почву на возвышенно-равнинной тундрѣ, гдѣ при этомъ нѣтъ застаиванія воды, то мы будемъ имѣть тѣ условія, при которыхъ мы можемъ считать, что почвенные процессы протекаютъ типично и нормально для данной области.

Изслѣдователь описываетъ затѣмъ разрѣзъ такой именно типичной почвы, сдѣланной въ сравнительно сухой тундрѣ, въ верховьяхъ р. Люби-Яга. „Микрорельефъ здѣсь слегка мелко кочковатый, что типично для подобной тундры. Травяной покровъ не густой и не высокій, главнымъ образомъ изъ Carex rigida Good., къ которой разсѣянно примѣшивались Polygonum viviparum L., Festuca ovina s. l., низкіе отдѣльные кустики Betula nana L. и арктическихъ ивъ. Самая почва покрыта сплошнымъ не толстымъ (2—3 см. мощностью) моховымъ ковромъ, главнымъ образомъ изъ Hylocomium sp., Aulacomnium sp. и другихъ мховъ. Sphagnum совершенно отсутствуетъ. Эта растительность показываетъ, что мы имѣемъ типъ довольно сухой тундры. Почвенный разрѣзъ здѣсь таковъ:

1. Гумусовый сѣрокоричневый горизонтъ, мѣстами съ мало разложившимися остатками растеній; мощностью 3 см.
2. Желтовато-бурый, мѣстами сѣровато-бурый, охристый, рыхлый, суглинистый горизонтъ; мощностью 2—3 см.
3. Сизосѣрый однородный, очень вязкій суглинокъ; мощностью 8—10 см. При выкапываніи ямы легко плыветъ, во взятомъ монолитномъ образцѣ дѣлается какъ-бы жидкимъ. Граница съ вышележащимъ и нижележащимъ горизонтами очень рѣзка.
4. Буровато-желтый (охристый) суглинокъ, напоминающій 2-й слой, но болѣе плотный; мощностью 2—3 см.
5. Плотный, буровато-сѣрый, не оплывающій суглинистый горизонтъ. На глубинѣ 40—60 см. отъ поверхности въ этомъ горизонтѣ попадаются часто темныя, повидимому, гумусовыя расплывчатыя пятна, а также мѣстами включенія щебенки. На глубинѣ 79 см. отъ поверхности встрѣчена мерзлота, но характеръ описываемаго горизонта не измѣнился еще глубже на 10 см. Яма вырыта до 89 см."

Сукачевъ отмѣчаетъ дальше, что при большей влажности почвъ возрастаетъ мощность сизо-сѣраго горизонта (3), при меньшей влажности — уменьшается; если же при томъ почва становится песчанистѣе, то означенный горизонтъ и совершенно исчезаетъ. Это вполнѣ понятно, такъ какъ сизо-сѣрый горизонтъ является результатомъ возстановительныхъ процессовъ, аналогичныхъ тѣмъ, которые наблюдаются въ гориз. В иловато-болотныхъ почвъ. Поэтому и самъ сизо-сѣрый горизонтъ есть аналогъ гориз. В иловато болотныхъ почвъ.

Тамъ, гдѣ этотъ горизонтъ отсутствуетъ, почвы тундры, повидимому, начинаютъ приближаться къ подзолистому типу. Есть основаніе утверждать, что подзолообразованіе кое-гдѣ существуетъ въ тундрѣ, не являясь, конечно, преобладающимъ или господствующимъ процессомъ въ данной зонѣ.

Интересно, что сизо-сѣрый горизонтъ, наиболѣе характерный, въ сущности, для почвъ тундры, имѣетъ слабую щелочную реакцію, соотвѣтствующую 0,006% HCO_3'. Такую же реакцію имѣетъ гориз. № 5 описаннаго выше разрѣза. Буроватый горизонтъ (4) отличается слабо-кислой реакціей, почти нейтральной. Эти данныя опять-таки говорятъ за извѣстную близость тундровыхъ почвъ къ почвамъ болотной группы.

По даннымъ Танфильева (45), „въ предѣлахъ Тиманскаго кряжа крутые склоны твердыхъ породъ одѣваются лишайниковымъ покровомъ, главнымъ образомъ изъ Cladonia rangiferina, Stereocaulon paschale и Cetraria nivalis, иногда съ примѣсью крупныхъ подушекъ сѣдого мха Racomitrium laruginosum. На болѣе ровныхъ мѣстахъ твердыя породы одѣты сплошнымъ, сантиметровъ въ 5 и болѣе толщиной, плотно прижатымъ къ породѣ, дерномъ изъ густой массы взаимно переплетающихся вѣтвей кустарника Empetrum nigrum съ Trichocolea tomentella, Jungermannia, Sphaerophoron, Cladonia rangiferina, злака Festuca ovina и др.

Этотъ дернъ до того прочный, что не разъ удавалось сдирать его съ породы большими, въ нѣсколько футовъ въ поперечникѣ, кусками".

Почвы горныхъ высотъ могутъ быть разбиты на двѣ группы, а именно: a) торфянистыя почвы горныхъ вершинъ и b) горно-луговыя почвы. Первыя изучались нами на Кавказѣ (вершина Цхра-Цкаро и вершина Али-Бека) и въ обоихъ случаяхъ представили одинаковыя черты строенія. И тамъ, и здѣсь торфянистыя почвы залегаютъ на твердыхъ породахъ, такъ что оказываются сильно скелетными. Ихъ поверхностный горизонтъ почти нацѣло состоитъ изъ сплетенія живыхъ и отмершихъ травянистыхъ корней и имѣетъ черновато-бурый оттѣнокъ. Мелкоземъ, который удается отобрать отъ сохранившихъ слѣды организаціи растительныхъ остатковъ, отличается чрезвычайной легкостью и почти наполовину состоитъ изъ органической массы. Слѣдующій горизонтъ принимаетъ болѣе бурый оттѣнокъ, который постепенно свѣтлѣетъ по мѣрѣ углубленія. Масса его столь же легка, какъ и у поверхностнаго горизонта. Глубже лежитъ твердая материнская порода. Аналогичныя образованія были описаны Захаровымъ (30) подъ именемъ эйлажныхъ почвъ [1]) главнаго Кавказскаго хребта (см. также Докучаевъ, 10) и Неуструевымъ (23) для хребтовъ Кара-Тау и Таласскаго Алатау.

Послѣдвія почвы не особенно, впрочемъ, богаты гумусомъ, какъ показываютъ приводимыя Неуструевымъ аналитическія данныя.

Потери при прокалив.	16,58%
Гумуса	9,40
Гигроск. воды	4,47

Горно-луговыя почвы Кавказа, наблюдавшіяся нами на Али-Бекѣ (окрестности Дарачичага близъ Эривани), занимаютъ нѣсколько меньшія высоты, чѣмъ описанныя почвы горныхъ вершинъ (послѣдвія и на Цхра-Цкаро и на Али-Бекѣ лежатъ приблизительно на высотѣ 2.700 метровъ). Онѣ отличаются здѣсь тѣми же характерными признаками, какіе отмѣчены Богословскимъ (8), установившимъ эту группу почвъ, для почвъ, лежащихъ на безлѣсной вершинѣ Крымской Яйлы и частью, на горѣ Pilatus близъ Люцерна. Верхній горизонтъ описываемыхъ почвъ, богатый гумусомъ, иногда чернаго цвѣта и своей окраской и характеромъ структуры напоминаетъ черноземы; подстилающій его суглинокъ не содержитъ и слѣдовъ углекислой извести, присутствіе которой столь характерно для чернозема. Въ немъ не замѣчается по трещинамъ и корневымъ ходамъ и тѣхъ буроватыхъ выдѣленій, которыя типичны для почвъ, образовавшихся подъ лѣсами.

---

[1]) Къ сожалѣнію, намъ не удалось использовать послѣдней работы Захарова о горныхъ почвахъ, такъ какъ ко времени печатанія книги мы ее не имѣли въ рукахъ.

Неуструевъ (23) описываетъ слѣдующимъ образомъ горно-луговыя почвы Кара-Тау и Таласскаго Алатау: эти почвы развиваются на суглинистомъ наносѣ довольно значительной мощности У всѣхъ почвъ этого рода вверху каемка чернаго цвѣта. Дерновый темно-сѣрый горизонтъ 1—5 см. съ массой корешковъ, а подъ нимъ, рѣзко отдѣляясь, довольно свѣтлая, сѣро-бурая, съ корнями и желѣзистыми пятнами, глинистая масса, комковатая или гороховатая, книзу слабо свѣтлѣющая и переходящая въ бурый, иногда красноватый пористый наносъ — въ глину съ желто-охристыми пятнами. Нѣкоторыя аналитическія данныя, сообщаемыя Неуструевымъ для описанныхъ почвъ, приводимъ непосредственно ниже.

Мѣсто взятія образца.	Глубина въ см.	Гумусъ.	H_2O при 100° С.	Химич. связ H_2O.	Потеря при прокалив.
Близъ горы Мынъ-Джилки въ Каратау. Абсолютн. высота около 1800 метр.	0—3	25,24%	5,06%	2,99%	27,98%
	6—10	6,96	2,56	1,99	8,84
	20—30	3,30	2,00	2,78	6,04
	55—60	1,38	1,57	2,10	3,48
	87—95	1,16	1,63	2,25	3,41
Донгулекъ-сазъ въ Таласскомъ Алатау, около 2500 метр. абсолютной высоты.	0—2	28,62	6,62	4,49	32,64
	3—8	13,91	4,57	2,89	16,58
	8—13	8,60	4,04	1,96	10,40

Неуструевъ признаетъ, что горно-луговыя почвы „формируются въ условіяхъ избыточнаго увлажненія, но повидимому, для многихъ почвъ не постояннаго, а имѣющаго часто періодичность, по крайней мѣрѣ, для верхнихъ горизонтовъ почвеннаго слоя". Прибавимъ отъ себя, что такого рода періодичность присуща всѣмъ луговымъ почвамъ вообще, такъ какъ въ лѣтніе періоды многія луговыя почвы въ своихъ верхнихъ горизонтахъ, освобождаются отъ избыточной влаги.

Аналогичныя данныя для гумуса горно-луговыхъ почвъ Тянь-Шаня сообщаетъ Прасоловъ (25). Описываемыя послѣднимъ почвы, по своему habitus'y, стоятъ какъ бы на границѣ между горно-луговыми и торфянистыми почвами горныхъ вершинъ.

Литература.

1. Алексѣевъ. Горный журналъ, 1899, т. I, 361.
2. Baumann. Mitteil. der k. Bayr. Moorkulturanst. H. 3, 1909.
3. — und Gully. Ibidem. H. 4.
4. Bemmelen, van. Landw. Versuchstat. Bd. VIII.
5. — Zeitschr. für anorg. Chemie, 22, 1900.
6. Bersch. Zeitschr. f. Moorkultur u. Torfwesen, 1907, 5, 65.
7. Богословскій, Изв. Геолог. Ком., 1897, т. XVI, № 8—9.
8. — „Почвовѣдѣніе", 1902, № 4.
9. Brunner. Mitteil. naturwiss. Gesellsch. Bern, 1849, 123.
10. Докучаевъ. Изв. Кавк. Отд. И. Р. Г. О., 1899, вып. III.
11. Ebermayer. Wollny-Forsch. Bd. X, p. 385.
12. Endell. Neues Jahrb. f. Mineralogie, 31. Beil.-Band, 1—54, 1910.
13. Früh, J. Torf und Dopplerit, Zürich, 1883.
14. — u. Schöter, C. Moore der Schweiz, 1904.
15. Глинка, К. Краткая сводка данныхъ о почвахъ Дальняго Востока (Предварит. сообщ.). СПБ. 1910. Изд. Пересел. Управ.
16. — „Почвовѣдѣніе", 1910, № 1.
17. — „Почвовѣдѣніе", 1911, № 2.
18. — „Почвовѣдѣніе", 1908, стр. 484.
19. Hähnel. Journ. f. prakt. Chemie, **78**, 281, 1908.
20. Märcker. Zeitschr. d. landw. Centralvereins d. Prov. Sachsen, 1874.
21. Mohr. Bull. de Départem. de l'agriculture aux Indes Néerlandaises, № XVII Buitenzorg, 1908.
22. Müntz et Rousseaux. Bull. du Ministère d'Agriculture, 1900, № 5.
23. Неуструевъ. Тр. почвенно-ботан. экспед. по изслѣд. колонизац. районовъ Азіатской Россіи. Почв. изслѣд. 1908 г., Вып. 7, СПБ. 1910. Изд. Пересел. Управ.
24. Palla, E. Neues Jahrb. f. Mineralogie, 1887, II, 6.
25. Прасоловъ. Тр. почвенно-ботан. экспед. по изслѣд. колониз. районовъ Азіатск. Россіи. Почв. изслѣд. 1908 г., Вып. 5. СПБ. 1909. Изд. Перес. Управ.
26. Ramann. Organogene Bildungen d. Jetztzeit. Neues Jahrb. f. Mineral., Beil. Bd. X.
27. — Bodenkunde. 2. Aufl. 1905.
28. Rindell. Internat. Mitteil. für Bodenkunde, 1911.
29. Roth, J. Allgemeine und chemische Geologie. Bd. I, 1879, p. 595,
30. Захаровъ. „Почвовѣдѣніе", 1906, №№ 1—4.
31. Schimper. Pflanzengeographie, 1898.
32. Schloesing. Comptes rendus, 1902.
33. Schmoger. Landw. Jahrbücher, 1896.
34. Schucht. Journ. f. Landw. 1905, H. IV.
35. Sendtner. Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns, 1854.
36. Senft. Die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen, 1862.
37. — Zeitschr. d. deutsch. Geolog. Gesellsch. 1831.
38. Sprengel. Erdmanns Journ. f. technische u. ökonom. Chemie, 1828, Bd. II. u. III.
39. — Bodenkunde, 1837.

40. Stelzner. Moglinsche Ann. d. Landwirthsch., Bd. XX u. XXI, 1827—1828.
41. Stöckhard. Der chem. Ackersmann, 1866.
42. Stremme. Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1908, 16.
43. Сукачевъ. Къ вопросу о вліяніи мерзлоты на почву. — Изв. Имп. Акад. Наукъ, 1911.
44. Танфильевъ. По тундрамъ тиманскихъ самоѣдовъ лѣтомъ 1892 г., Изв. Имп. Русск. Геогр. Общ., т. XXX.
45. — Предѣлы лѣсовъ въ полярной Россіи. Одесса, 1911 (литература).
46. — и Сытинъ. Указатель главнѣйшей литературы о болотахъ и торфяник. Европ. Россіи и ихъ утилизац. въ сельск. хоз. и промышл. Изд. Отд. Зем. Улучш. Мин. Зем. и Госуд. Им. СПБ. 1896.
47. Томашевскій. Почвы Зейско-Буреинскаго водораздѣла. — Тр. Высочайше комаидир. Амурск. Экспед. Подъ ред. К. Д. Глинки, СПБ. 1912.
48. Vageler, P. Mitteil. d. k. Bayer. Moorkulturanst. München, 1907, I.
49. Virchow. Landw. Jahrbücher, 1881, IX.
50. Варминтъ. Ойкологич. географія растеній. Москва, 1901.
51. Wicklund. Landw. Jahrbücher, 1891, XX.
52. Wüst. Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1907, XV, H, 1.

VI. Почвы временно-избыточнаго (поверхностнаго или грунтоваго) увлажненія.

Подъ этимъ именемъ мы разсмотримъ обширную группу солонцовыхъ почвъ, которыя, встрѣчаясь въ различныхъ климатическихъ зонахъ, пріурочиваются къ частямъ этихъ зонъ, получающимъ относительно небольшія количества атмосферныхъ осадковъ. Эти почвы развиваются обычно при тѣхъ же условіяхъ рельефа, при которыхъ въ болѣе обильныхъ влагой областяхъ развиваются болотныя и луговыя почвы. Особенно это слѣдуетъ сказать о той категоріи солонцовыхъ почвъ, которая въ русской литературѣ именовалась мокрыми, безструктурными солонцами, а въ послѣднее время — солончаками.

На ряду съ безструктурными солонцами русскими изслѣдователями давно уже выдѣлены структурные солонцы, которые въ послѣднее время, въ отличіе отъ солончаковъ, называются просто солонцами.

Какъ солонцы, такъ и солончаки, располагаясь отдѣльными, болѣе или менѣе крупными, пятнами среди почвъ различныхъ зонъ (черноземной, каштановой, бурой, сѣрой, а иногда даже подзолистой), даютъ рядъ переходовъ къ почвамъ зональнымъ соотвѣтственной зоны. Очевидно, такія переходныя образованія должны составить двѣ категоріи почвъ: одна изъ нихъ будетъ заключать въ себѣ переходныя образованія между зональными почвами и солонцами; это будетъ категорія почвъ солонцеватыхъ. Другая будетъ состоять изъ переходныхъ образованій между зональными почвами и солончаками и будетъ называться группой солончаковатыхъ почвъ.

Приведенная терминологія опредѣленно указываетъ, что солонцовыя почвы содержатъ въ себѣ соли. Иногда этихъ солей бываетъ много и онѣ образуютъ налеты и даже довольно мощныя корки на поверхности почвы, иногда же ихъ очень мало, онѣ едва уловимы анализомъ и тѣмъ не менѣе оказываютъ, какъ мы увидимъ ниже, опредѣленное вліяніе на морфологію и химизмъ почвы.

Откуда и какъ появились соли въ различныхъ солонцовыхъ почвахъ и вообще въ поверхностныхъ горизонтахъ земной коры, это вопросъ, на который изслѣдователи отвѣчали цѣлымъ рядомъ гипотезъ. По представленію однихъ — соли принадлежатъ древнимъ соляным залежамъ или небольшимъ отложеніямъ прежнихъ морскихъ осадковъ, выщелачиваемыхъ водою, отлагающей вторично выщелоченныя соединенія (Parish, 77, Philippi, 80, Tschudi, 107, Brakebusch, 15, Döring, 25). Von Schlagintweit-Sakünlünski (94), на основаніи своихъ изслѣдованій въ Тибетскомъ плоскогорьѣ, показалъ, что соляныя озера происходятъ путемъ постепенной концентраціи водъ обычныхъ источниковъ. Откуда прямой выводъ: исчезновеніе (высыханіе) соляныхъ озеръ пове-

детъ къ выдѣленію солей на земной поверхности. Posepny (84) считалъ, что всякая замкнутая котловина должна съ теченіемъ времени осолоняться, благодаря накопленію солей, выпадающихъ вмѣстѣ съ атмосферными осадками. Въ пользу атмосфернаго происхожденія солей высказывались также Высоцкій (118) и Димо (21). Многіе изслѣдователи смотрятъ на соли, какъ на продуктъ вывѣтриванія различныхъ болѣе древнихъ кристаллическихъ и осадочныхъ породъ. Наконецъ, Буссенго (14) указывалъ на вулканическое происхожденіе солей, т.-е. на ихъ связь съ термальными источниками вулканическихъ областей.

Изъ всѣхъ этихъ взглядовъ наиболѣе общее значеніе имѣютъ тѣ, которые связываютъ происхожденіе почвенныхъ солей съ процессами вывѣтриванія и атмосферными осадками. Въ нѣкоторыхъ частныхъ случаяхъ соли, конечно, могутъ получаться всѣми вышеуказанными способами, но когда идетъ рѣчь о соляхъ, распространенныхъ на широкихъ площадяхъ, покрытыхъ при томъ не морскими и не вулканическими породами, то ихъ происхожденіе можетъ быть объяснено только вывѣтриваніемъ и переносомъ атмосферой и атмосферными осадками. Атмосферные осадки доставляютъ различныя хлористыя, сѣрнокислыя и, частью азотнокислыя соли, вѣтры, вмѣстѣ съ минеральной пылью, приносятъ различныя соли, въ томъ числѣ нерѣдко и значительное количество углекислой извести, вывѣтриваніе и гумусообразованіе даютъ всѣ перечисленныя соли, а кромѣ нихъ еще и соду, играющую столь важную роль въ формированіи солонцовыхъ почвъ.

Вулканическіе процессы и почвообразованіе должны считаться первопричинами появленія солей на земной поверхности, причемъ почвообразованію, какъ фактору, дѣйствующему по всей земной поверхности, слѣдуетъ приписать главную роль. Атмосфера и атмосферные осадки только переносятъ уже готовыя соли. Что значительная часть солей, скопляющихся въ различныхъ горизонтахъ почвы, должна быть поставлена на счетъ процессамъ вывѣтриванія или, еще шире, процессамъ почвообразованія, можно заключить изъ сравненія разрѣзовъ одного] и того же почвеннаго типа, развивающагося на различныхъ по химическому составу породахъ. Такъ, напримѣръ, черноземы высокихъ плато Закавказья отличаются отъ соотвѣтственныхъ типовъ Европейской Россіи присутствіемъ сплошного известковаго горизонта. Большее количество углекислой извести первыхъ черноземовъ можетъ быть объяснено только тѣмъ, что материнскія породы Закавказья много богаче известью, чѣмъ силикатная часть лессовъ и валунныхъ глинъ, на которыхъ развиваются черноземы Европейской Россіи.

Почвообразованіе и атмосферные осадки доставляютъ соли въ большихъ или меньшихъ количествахъ любой климатической области, и

оставаться и накопляться въ почвахъ эти соли могутъ только тамъ, гдѣ осадковъ падаетъ немного, а испареніе велико. Да и въ такихъ районахъ соли скопляются въ массѣ, по преимуществу, въ отрицательныхъ формахъ рельефа, куда могутъ быть вымыты изъ болѣе высокихъ пунктовъ или принесены не глубоко лежащими грунтовыми водами.

Прежде чѣмъ мы перейдемъ къ знакомству съ морфологіей солонцовыхъ почвъ, насколько она разъяснена изслѣдованіями въ русскихъ степяхъ и пустынныхъ степяхъ, остановимся на характеристикѣ солонцовыхъ почвъ и составѣ солей въ этихъ почвахъ по даннымъ западноевропейскихъ и американскихъ изслѣдователей.

Въ Европѣ солонцы извѣстны на Пиринейскомъ полуостровѣ (Новая Кастилія, Арагонія); главныя площади ихъ развитія нанесены на карту Раманномъ (88). Почвы эти залегаютъ здѣсь среди пустынныхъ степей. Существуютъ указанія на солонцы южной Франціи, но особенно обращали на себя вниманіе солонцы Венгріи, которые въ новѣйшее время изучались Шигмондомъ (Sigmond, 97) и особенно Трейтцомъ (106). Первый изъ указанныхъ авторовъ различаетъ двѣ группы солонцовъ, которыя, въ свою очередь, раздѣляются на подгруппы, а именно:

I. Почвы „Szik“ или Szék [1]) въ узкомъ смыслѣ
   a) почвы, содержащія мало воднорастворимыхъ солей,
   b) соленосныя почвы.
II. Настоящія содовыя почвы.

Первая группа почвъ залегаетъ на высокихъ участкахъ, рѣже въ углубленіяхъ и характеризуется небольшими количествами солей, въ томъ числѣ и соды. Строеніе этихъ почвъ описывается Шигмондомъ слѣдующимъ образомъ: „верхній почвенный слой, содержащій различныя количества гумуса, черный или сѣроватый (мышинаго цвѣта); за нимъ слѣдуетъ черный или бурый смолообразный, клейкій глинистый слой, жирный на ощупь и рѣжущійся въ природѣ стальнымъ ножомъ на мелкіе куски; глубже идетъ глинистый или песчаный мергелистый слой, который содержитъ безчисленныя конкреціи углекислой извести, напоминающія лессовые журавчики“. Растворимыя въ водѣ натровыя соединенія состоятъ, главнымъ образомъ, изъ глауберовой соли, хлориды встрѣчаются только въ небольшихъ количествахъ, мѣстами же встрѣчается сода. Среди области развитія описываемой группы почвъ изслѣдователь находилъ отъ 0 до 0,5% растворимыхъ солей вообще и отъ 0 до 0,2% соды. Данныя эти относятся, повидимому, къ болѣе высокимъ горизонтамъ почвы.

Вторая группа (настоящія содовыя почвы) находится между Дуна-

[1]) Szik (сик) или Szék (сек) на венгерскомъ народномъ языкѣ значитъ — сода.

емъ и Тиссой и распространена повсюду въ самыхъ глубокихъ западинахъ. Шигмондъ полагаетъ, что соли въ этихъ почвахъ тѣ же, что и въ сосѣднихъ водныхъ бассейнахъ и что сода въ нихъ отчасти поступаетъ уже въ готовомъ видѣ и лишь отчасти является продуктомъ реакціи между NaCl и $CaCO_3$ въ присутствіи свободной углекислоты почвеннаго воздуха. На поверхности этихъ почвъ находятся настоящія соляныя корки или выцвѣты солей. Характерно, что эти почвы очень богаты $CaCO_3$, котораго здѣсь содержится отъ 16 до 37%. Наибольшее количество растворимыхъ солей, которое опредѣлялъ Шигмондъ, достигаетъ 2—2,5%, причемъ половина ихъ, а иногда и больше, состоитъ изъ соды, а другая изъ NaCl. Глауберова соль въ значительныхъ количествахъ не наблюдалась.

Трейтцъ (106), изучавшій солонцы венгерской Alföld (равнины внутренней Венгріи), различаетъ здѣсь нѣсколько разностей этихъ почвъ. „Содовыя почвы (szék), говоритъ онъ, которыя залегаютъ въ различныхъ частяхъ Alföld, имѣютъ различный внѣшній видъ. Ихъ свойства, цвѣтъ и поведеніе весьма разнообразны. При точномъ изученіи вскорѣ дѣлается, однако, яснымъ, что всѣ эти формы представляютъ лишь различныя стадіи одного и того же процесса, а именно преобразованія луговой глины или суглинистой почвы въ содовую почву“. Трейтцъ различаетъ по условіямъ залеганія двѣ группы солонцовъ: долинныя содовыя почвы и содовыя почвы плато, но какъ въ той, такъ и въ другой группѣ можно встрѣтить различныя формы солонцовъ, съ той лишь разницей, что солонцы, преобладающіе въ глубокихъ западинахъ, являются подчиненными на плато.

„Атмосферные осадки“, говоритъ при описаніи долинныхъ содовыхъ почвъ Трейтцъ, выщелачиваютъ растворимыя въ щелочной жидкости гумусовыя соединенія, окраска почвы становится все свѣтлѣе, пока, наконецъ, почва почти потеряетъ весь гумусъ. Тогда цвѣтъ почвы становится свѣтло-сѣрымъ, а ея поверхность голой. Эта разность содовыхъ почвъ называется сѣрый szék. Густой черный растворъ, выщелоченный изъ сѣрой почвы, стекаетъ въ сосѣднее углубленіе, гдѣ можетъ образоваться чрезвычайно богатая гумусомъ глина мощностью въ 50—100 см.“.

Въ конечномъ результатѣ, однако, верхняя поверхность этой глины не остается черной, а выщелачивается, образуя корку толщиной въ 5—10 мм., состоящую изъ тонкозернистаго почвеннаго скелета.

Мы не можемъ здѣсь останавливаться на описаніи всѣхъ тѣхъ интересныхъ особенностей рельефа солонцовыхъ участковъ, которыя даетъ Трейтцъ, отсылая читателей къ подлинной работѣ, но считаемъ необходимымъ отмѣтить указанія изслѣдователя на то, что составъ солей въ различныхъ горизонтахъ солонцовъ мѣняется по временамъ года.

„Въ теченіе влажной половины года, говоритъ онъ, углекислый натръ, растворяясь въ почвенной влагѣ, просачивается изъ верхнихъ слоевъ въ подпочву и испытываетъ, при помощи выкристаллизовавшагося здѣсь гипса, превращеніе въ сѣрнокислый натрій. При наступленіи теплаго времени года почвенный растворъ вновь поднимается вверхъ и дойдя до того мѣста, гдѣ изъ гипса путемъ обмѣнной реакціи образовалась углекислая известь, при дѣйствіи послѣдней вновь образуетъ соду, которая и передвигается затѣмъ въ верхніе горизонты почвы".

Сода, по мнѣнію Трейтца, настолько характерна для солонцовыхъ областей, что встрѣчается здѣсь не только въ почвахъ, но и во всѣхъ соляныхъ озерахъ. Для Венгріи онъ даетъ, между прочимъ, слѣдующую аналитическую таблицу:

Анализы воды нѣсколькихъ соляныхъ озеръ изъ области между Дунаемъ и Тиссой, Комитатъ Пештъ и Бачъ.

(№ 6. Комитатъ Торонталь).

Соляныя озера.	Въ 1 литрѣ воды въ граммахъ.			
	Na_2CO_3	NaCl	Сухой остат.	SO_3
Иваначка, у Зомбара . . .	3,4476	0,9536	6,52	0,789
Фегермочаръ „ . . .	2,1746	0,3978	2,84	—
Керекто у Байша	1,6960	0,7546	3,76	—
Девень у Дьюрдьево . . .	3,6598	1,3572	6,38	1,133
Коново у Забля	0,5039	0,3276	1,36	—
Русанда у Меленце	1,9760	1,8930	6,276	2,040
Галашто у Галашъ	0,9285	0,1895	1,14	—

Въ С. Америкѣ солонцы изучались, главнымъ образомъ, въ полупустынной полосѣ, прилегающей къ Скалистымъ горамъ, и въ Калифорніи. На территоріи перваго района солонцы извѣстны въ штатахъ Колорадо, Монтэна, Юта, Орегонъ, Вашингтонъ. Въ Калифорніи, гдѣ количество осадковъ постепенно увеличивается къ сѣверу, солонцами особенно богата южная часть. Нѣсколько сѣвернѣе Сакраменто лежитъ граница, начиная отъ которой обиліе солей въ почвахъ настолько значительно, что вредитъ даже растительности; у этой границы годовое количество атмосферныхъ осадковъ достигаетъ лишь 300 мм. Къ югу и востоку отъ указаннаго пункта источники даютъ негодную для питья воду, богатую горькой и глауберовой солями; даже вода рѣчекъ не лучше по качеству. Наиболѣе сухую область представляетъ плато, простирающееся между Каскадными горами и восточнымъ выступомъ Скалистыхъ горъ. Богаче всего солонцами область, носящая названіе „Great Ben Country", гдѣ почва буквально покрыта выцвѣтами, а ручьи несутъ соленыя воды.

Изъ американскихъ изслѣдователей больше другихъ поработалъ надъ солонцами Гильгардъ, у котораго мы заимствуемъ прежде всего нижеприводимыя таблицы, дающія представленіе о составѣ солей въ различныхъ солонцовыхъ почвахъ земного шара.

	Сѣверо-Американскіе Соединенные Штаты.												
	Калифорнія.									Вашингтонъ.			
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	1.	2.	3.	4.
K_2SO_4	—	—	—	20,23	3,95	10,13	0,92	5,31	20,62	3,90	0,16	4,53	6,27
K_2CO_3	—	—	—	-	—	—	—	—	6,59	18,44	15,17	15,90	--
Na_2SO_4	4,67	13,00	46,12	—	25,28	88,42	43,34	66,78	—	—	—	—	
$NaNO_3$	12,98	—	—	—	19,78	—	—	—	—	—	—	—	—
Na_2CO_3	75,95	52,22	34,38	65,73	32,58	0,42	15,38	15,85	62,22	75,61	80,36	77,10	87,14
NaCl	1,46	33,00	17,45	3,98	14,75	0,51	39,34	11,47	10,57	0,52	1,76	1,34	4,03
$NaHPO_4$	4,94	1,78	2,05	8,42	2,25	—	1,02	—	-	1,53	2,55	1,13	2,53
$MgSO_4$	—	—	—	1,65	—	0,52	—	0,59	—	—	—	—	—
$(NH_4)_2CO_3$	—	—	—	—	1,41	—	—	—	—	—	—	—	—

Юта (Salt Lake Valley).

Соли	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Na_2CO_3	—	0,96	9,28	—	сл	сл	сл.	0,23	—	0,30	—	сл
$CaCl_2$	0,77	—	—	—	—	—	—		7,62	—	—	—
$MgCl_2$	0 38	—	—	10,41	—	—	6,21	—	10,37	—	4,77	—
$CaSO_4$	1,98	0,79	1,06	13,24	2,14	6,38	—	7,43	9,97	0,25	9,32	7,33
$MgSO_4$	—	0,25	0,37	3,16	0,12	29,87	0,75	22,61	—	0,71	2,64	32,32
Na_2SO_4	–	31,15	43,12	—	11,97	8,29	—	9,75	–	49,43	—	9,86
NaCl	96,9	66,84	46,17	73,18	85,94	55,48	89,31	59,98	72,04	49,30	83,26	54,49

	ЕВРОПА (Венгрія)		АЗІЯ					АФРИКА			АВСТРАЛІЯ. Bendigo.	
	Kaloska	Debre-czen	Долина Аракса			Аденъ	Индія	Египетъ		Фец-цанъ		
K_2SO_4	—	–	—	—	—	—	11,1	—	–	—	1,28	1,63
Na_2SO_4	0,2	1,6	10,4	18,2	15,5	—	7,0	23,6	38,3	0,6	40,05	—
Na_2CO_3	48,1	92,5	14,7	12,1	69,0	67,2	79,0	28,2	47,7	98,7	—	—
NaCl	51,7	4,4	7,6	69,7	15,5	32,8	2,9	43,2	14,0	0,7	47,47	81,88
Na_3PO_4		1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$MgSO_4$	—	—	—	—			—	—	—	—	11,20	9,86
$MgCl_2$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,73
Сумма .	100,00	100,00	—	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Какъ видно изъ цѣлаго ряда цифровыхъ данныхъ, составъ солей въ солонцовыхъ почвахъ достаточно разнообразенъ, тѣмъ не менѣе въ большинствѣ случаевъ ясно замѣчается господство трехъ солей: NaCl, Na_2SO_4, Na_2CO_3 (и $NaHCO_3$). Первыя двѣ соли находятся какъ бы въ антагонизмѣ съ третьей: гдѣ много соды, тамъ мало или совсѣмъ нѣтъ сѣрнокислаго и хлористаго натра, и наоборотъ. Американскіе изслѣдователи пользуясь этимъ, дѣлятъ свои солонцы на двѣ группы: бѣлые солонцы (White Alkali Lands), въ которыхъ встрѣчаются разнообразныя соли: NaCl, Na_2SO_4, $CaCl_2$, $MgCl_2$, а иногда бораты и нитраты, и черные солонцы (Black Alkali Lands), въ которыхъ первенствующую роль играетъ сода. Слѣдуетъ при этомъ отмѣтить, что Гильгардъ первый подчеркнулъ присутствіе и роль соды въ солонцахъ; позже на ея присутствіе указывали Гордягинъ (37), Коссовичъ (50) и др.

Реакція образованія соды въ почвѣ была описана еще въ 1826 г. Рудольфомъ Брандесомъ, въ 1855 г. Александръ Мюллеръ полнѣе разъяснилъ этотъ вопросъ, наконецъ изслѣдованія Гильгарда пытались установить ходъ реакціи [1]). Сущность реакціи, по Гильгарду, заключается въ томъ, что углесоли извести и магнезіи, въ присутствіи избытка углекислоты, вступаютъ въ реакцію обмѣннаго разложенія съ хлористыми и сѣрнокислыми щелочами. Результатомъ реакціи является сода и хлористыя или сѣрнокислыя щелочныя земли. Реакція идетъ легче съ сѣрнокислыми щелочами, такъ какъ образующійся гипсъ отличается меньшей растворимостью, чѣмъ хлористый кальцій. Получившійся гипсъ, кристаллизуясь изъ раствора, выводится такимъ образомъ изъ круга реагирующихъ тѣлъ, чѣмъ ослабляется возможность обратнаго хода реакціи (иное толкованіе см. Blanckenhorn, 10) [2]).

Теплый и жаркій климаты являются болѣе благопріятными, по мнѣнію Гильгарда, для образованія соды, почему мы и находимъ соду въ значительномъ количествѣ лишь въ областяхъ съ теплымъ климатомъ (Египетъ, Сѣв. Африка вообще, Аравія, сѣв.-зап. Индія, Туркестанъ, Мексико и пр.

Чтобы закончить съ американскими изслѣдованіями солонцовъ, намъ остается еще разсмотрѣть вопросъ о распредѣленіи солей въ солонцовыхъ почвахъ при различныхъ условіяхъ. Наиболѣе подробныя данныя были получены въ этомъ направленіи Гильгардомъ, который производилъ буренія солонцовыхъ почвъ, бралъ пробы съ разныхъ глубинъ и анализировалъ водныя вытяжки изъ этихъ пробъ. При заложеніи буровыхъ скважинъ было прежде всего обращено вниманіе на то,

[1]) Литературу вопроса см. у Doelter'a, 22

[2]) О реакціи образованія соды въ условіяхъ русскихъ степей мы скажемъ еще ниже.

что буръ начинаетъ встрѣчать сопротивленіе на глубинѣ около 45 см., между 75 и 90 см. сопротивленіе достигаетъ maximum'a, а затѣмъ быстро убываетъ, и на глубинѣ 120 см. оно не больше, чѣмъ у поверхности. Оказывается, что это явленіе стоитъ въ прямой зависимости отъ количества соды, находящейся на различныхъ глубинахъ. Указанныя величины не имѣютъ общаго значенія для всѣхъ солонцовыхъ почвъ, такъ какъ зависятъ отъ глубины проникапія атмосферныхъ водъ. Затвердѣвшій горизонтъ солонца долго задерживаетъ воду, которая, при буреніи скважины, быстро уходитъ въ глубину. До глубины 55 см. общее количество солей не превосходитъ 0,15%; на глубинѣ 37,5 см. оно совсѣмъ незначительно. Это какъ разъ тѣ глубины, до которыхъ достигаютъ корни однолѣтнихъ растеній, хотя нѣкоторые изъ нихъ проникаютъ и до 62,5 см. Въ верхнемъ слоѣ почвы три упомянутыя выше соли натра находятся другъ къ другу въ совершенно иныхъ отношеніяхъ, чѣмъ въ отвердѣвшемъ нижнемъ, и такъ какъ разницей въ растворимости солей (по крайней мѣрѣ сульфата и карбоната) объяснить этого явленія нельзя, то слѣдуетъ предположить, что здѣсь сопутствуютъ и химическія измѣненія, о которыхъ ниже.

При умираніи природнаго травянистаго покрова верхній слой почвы оказался настолько сухимъ, что ни о какомъ поднятіи солей въ верхніе горизонты не можетъ быть и рѣчи, и, несмотря на сухость осеннаго періода, соляныхъ выцвѣтовъ на поверхности почвъ не появляется.

Изслѣдованія Colemore показали, что въ солонцовомъ пятнѣ количество соды увеличивается, по мѣрѣ приближенія къ срединѣ пятна, тогда какъ содержаніе NaCl и менѣе рѣзко Na_2SO_4 возрастаетъ по направленію къ краямъ. Опредѣленная закономѣрность въ распредѣленіи соды наблюдается и при углубленіи. На поверхности сода составляетъ 22,7% всего количества солей, глубже содержаніе ея постепенно возрастаетъ и на глубинѣ около 1 м. достигаетъ уже 94%. Абсолютные максимумы всѣхъ солей вообще и, въ частности, соды совпадаютъ на глубинѣ 75—83 см.

Изъ сообщенныхъ данныхъ какъ будто бы слѣдуетъ, что сода образуется, главнымъ образомъ, въ болѣе глубокихъ горизонтахъ. Если же. послѣ увлажненія почвы, растворы солей поднимаются вверхъ, то вмѣстѣ съ тѣмъ идетъ обратная реакція, т. е. образованіе сѣрнокислаго натра и углекислой извести, вслѣдствіе чего количество соды уменьшается. Такъ какъ, однако, эта реакція совершается медленно, то, при быстромъ испареніи и поднятіи вверхъ растворовъ, въ любомъ горизонтѣ почвы можетъ совершиться реакція, результатомъ которой является, между прочимъ, выпаденіе гуминовой кислоты изъ щелочнаго раствора, въ видѣ известковаго гумата, образующаго включенія и цѣлыя прослойки въ почвенномъ разрѣзѣ. Таковы наблюденія и выводы американскихъ изслѣдователей.

Изъ сказаннаго понятно, что составъ и распредѣленіе солей въ почвѣ въ любой моментъ находятся въ зависимости отъ наличныхъ температуры и влаги. Слѣдуетъ, впрочемъ, прибавить, что на распредѣленіе солей, помимо температуры и влаги, оказываютъ вліянія различная способность солей къ капиллярному поднятію, различная ихъ растворимость и даже различіе кристаллическихъ формъ (Гильгардъ).

Что касается нитратовъ, то эти послѣдніе въ максимальныхъ количествахъ находятся въ поверхностныхъ горизонтахъ почвы и количество ихъ правильно уменьшается до глубины 60 см. Глубже встрѣчаются только слѣды нитратовъ; въ твердомъ горизонтѣ ихъ нѣтъ. Интересно, что при выпариваніи водныхъ вытяжекъ получаются обыкновенно нитраты магнезіи.

Для иллюстраціи распредѣленія солей въ почвенномъ разрѣзѣ приводимъ рядъ цифровыхъ данныхъ, относящихся къ десяти солонцовымъ почвамъ штата Utah (Salt Lake Valley).

№ почвъ.	Глубина въ сантиметрахъ							Глубина стоянія грунтов. воды.
	30	60	90	120	150	180	210	
1	0,07%	0,07%	0,08%	0,09%	0,10%	0,07%	—	3 м.
2	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	—	—	—
3	0,58	0,23	0,19	0,19	0,14	0,18	—	3 м. 30 см.
4	0,49	0,21	0,18	0,16	0,16	0,17	—	3 „ 90 „
5	0,58	0,41	0,24	0,15	0,16	0,16	—	3 „ 90 „
6	2,07	1,44	1,13	0,86	0,82	0,92	—	1 „ 35 „
7	0,11	0,09	0,23	0,54	0,88	0,81	0,67	1 „ 65 „
8	0,38	0,95	1,17	1,38	2,04	2,36	—	1 „ 80 „
9	0,74	1,38	1,65	2,09	2,09	2,21	—	1 „ 65 „
10	1,43	2,37	2,60	3,66	3,66	3,37	—	1 „ 80 „

Южная Америка также богата солонцовыми почвами, которыя извѣстны въ „Campos“ Бразиліи, въ „Pampas“ Аргентины и Патагоніи и на высокихъ пустынныхъ плоскогорьяхъ Перу и Чили.

Относительно условія залеганія аргентинскихъ солонцовъ Штельцнеръ сообщаетъ слѣдующія подробности: тамъ, гдѣ лессовыя почвы пампы не покрыты или одѣты лишь рѣдкой растительностью и не прорѣзавы текучими водами, появляются въ сухое время года (апрѣль—сентябрь) соляныя корки и выцвѣты. Толщина корокъ достигаетъ нѣсколькихъ миллиметровъ. Пространства въ цѣлыя мили протяженіемъ кажутся какъ бы слегка покрытыми снѣгомъ; эти пространства являются въ видѣ депрессій, незамѣтныхъ на глазъ. Наблюдателю они представляются равниной, и только постепенное увеличеніе солей, по мѣрѣ приближенія къ центру депрессіи, позволяетъ, до нѣкоторой степени, судить объ измѣненіи рельефа. Вмѣстѣ съ увеличеніемъ количества солей понемногу исчезаютъ деревья и кустарники, которые встрѣчаются въ центральныхъ и западныхъ провинціяхъ Аргентины. Они постепенно смѣняются солон-

цовой флорой, но ближе къ центру мульды пропадаетъ и эта послѣдняя. Абсолютное безплодіе—типичный признакъ настоящихъ солонцовъ.

Ближе къ окраинамъ соленосныхъ котловинъ преобладаетъ сѣрнокислый натръ, въ центрѣ хлористый. Соды, на присутствіе которой указывалъ еще въ 1860 г. De-Moussy, Штельцнеръ не нашелъ.

Анализы солей нѣсколькихъ аргентинскихъ солонцовъ дали слѣдующіе результаты:

	I	II	III	IV	V
$CaSO_4$ . . .	8,09%	3,59%	0,75%	11,23%	9,41%
K_2SO_4 . . .	—	4,04	0,84	14,19	10,41
Na_2SO_4 . .	—	—	18,59	26,52	10,57
$MgCl_2$ . . .	—	0,67	—	—	—
KCl	2,40	—	—	—	—
NaCl	88,82	91,70	79,59	47,07	68,54
$MgSO_4$ . . .	0,69	—	0,23	0,99	1,08

Мѣстами встрѣчается и $CaCl_2$ [1]).

Къ этимъ даннымъ слѣдуетъ добавить, что количество соли въ коркѣ почвы обычно колеблется отъ 2 до 4%, но кристаллическій порошокъ, который часто встрѣчается и представляетъ настоящіе выцвѣты, можетъ содержать до 80% и болѣе солей.

Въ Азіи, помимо Азіатской Россіи, солонцы извѣстны въ Хивѣ и Бухарѣ, на Аравійскомъ полуостровѣ, въ Персіи, Малой Азіи, пустыняхъ и пустынныхъ степяхъ Маньчжуріи, Монголіи, Китайскомъ Туркестанѣ и въ Индостанѣ. Солонцы Индіи носятъ мѣстное названіе „reh“. Они занимаютъ большое пространство на берегу Аравійскаго моря и берегамъ Инда вплоть до Ганга, а также отъ залива Cutsch вглубь страны до Афганистана. Въ виду того, что солонцовый сѣверо-западъ Индіи получаетъ довольно значительное количество осадковъ (до 700 мм. въ годъ), Гильгардъ полагаетъ, что появленіе здѣсь солонцовъ объясняется своеобразнымъ распредѣленіемъ осадковъ по временамъ года. Осадки здѣсь выпадаютъ понемногу почти каждый мѣсяцъ, за исключеніемъ только ноября; поэтому тамъ никогда не выпадаетъ такого количества дождя, которое было бы достаточно для сквозного промачиванія почвы и для вынесевія легко растворимыхъ солей въ грунтовыя воды. Индійскіе солонцы очень богаты, между прочимъ, углекислой известью, которая залегаетъ иногда на нѣкоторой глубинѣ въ видѣ сплошныхъ слоевъ известковаго туфа, носящаго названіе „kankar“.

Въ Африкѣ солонцами богата Сахара и ея сѣверныя окраины; встрѣчаются также солонцы въ пустыняхъ и полупустыняхъ южной Африки. Изнѣстны, наконецъ, солонцовыя почвы въ центральной Австраліи.

---

[1]) Присутствіе $CaCl_2$ отмѣчается темными влажными пятнами.

Переходимъ теперь къ знакомству съ морфологіей и химизмомъ солонцовъ Европейской и Азіатской Россіи, особенно детально изученныхъ въ послѣдніе годы экспедиціями Переселенческаго Управленія.

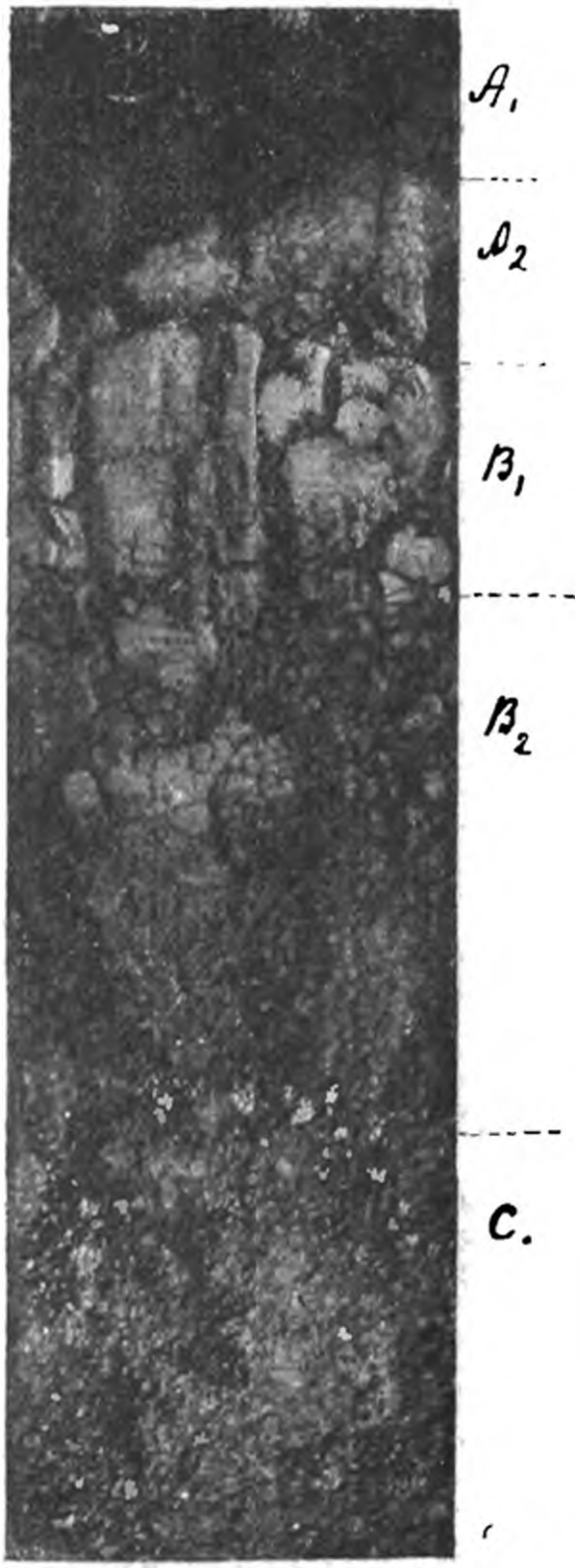


Рис. 26. Столбчатый солонецъ Тобольской губ. (черноземн. зона)

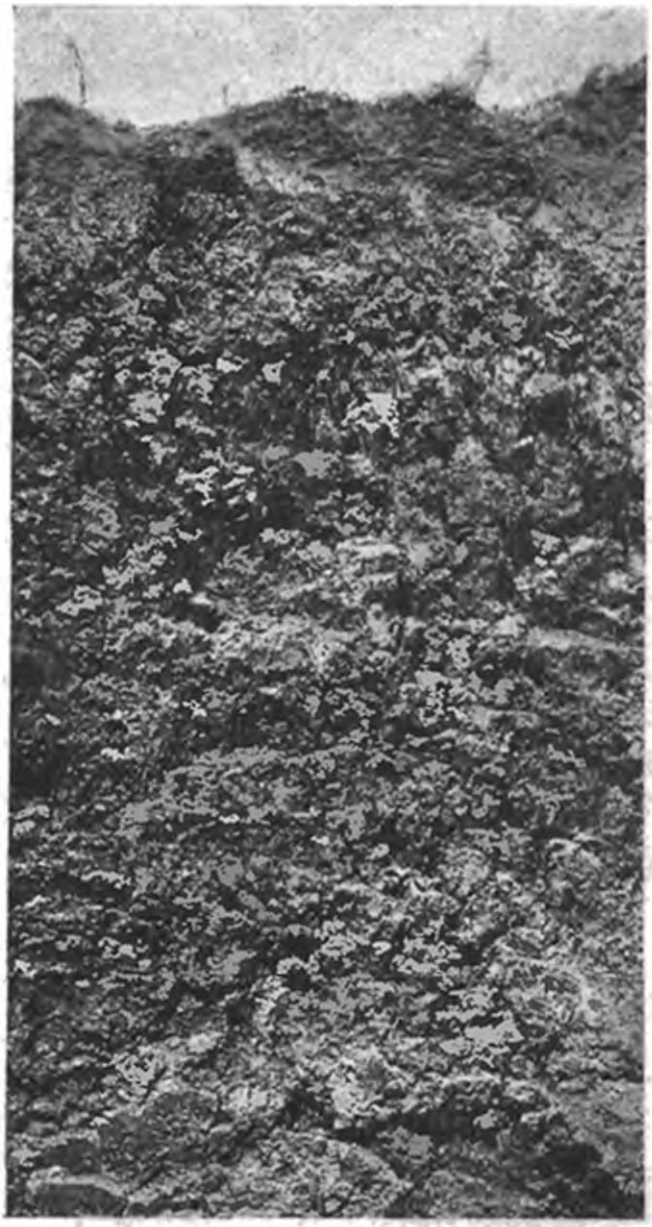


Рис. 27. Столбчатый солончакъ Самарской губ. (черноземная зона.)
(Фот. С. Неустроева.)

Какъ уже отмѣчалось выше, русскіе изслѣдователи дѣлятъ солонцовыя почвы на двѣ категоріи: структурные солонцы или просто солонцы и безструктурные солонцы или солончаки. И тѣ, и другіе въ типичныхъ формахъ начинаютъ уже встрѣчаться въ черноземной зонѣ, еще богаче ими каштановая зона, бурая зона и зона сѣроземовъ. Въ бурой зонѣ, какъ увидимъ ниже, нерѣдко на большихъ пространствахъ большая часть почвъ оказывается въ той или иной мѣрѣ солонцеватой

Структурные солонцы. Въ разрѣзѣ структурныхъ солонцовъ совершенно опредѣленно различаются два гумусовыхъ горизонта: верхній (А)—элювіальный и нижній (В)—иллювіальный. Горизонтъ А отличается своей болѣе свѣтлой окраской и большей рыхлостью, окраска горизонта В болѣе темная, а сложеніе чрезвычайно плотное (Земятченскій, Гордягинъ). Структура гориз. А. весьма различна: этотъ го-

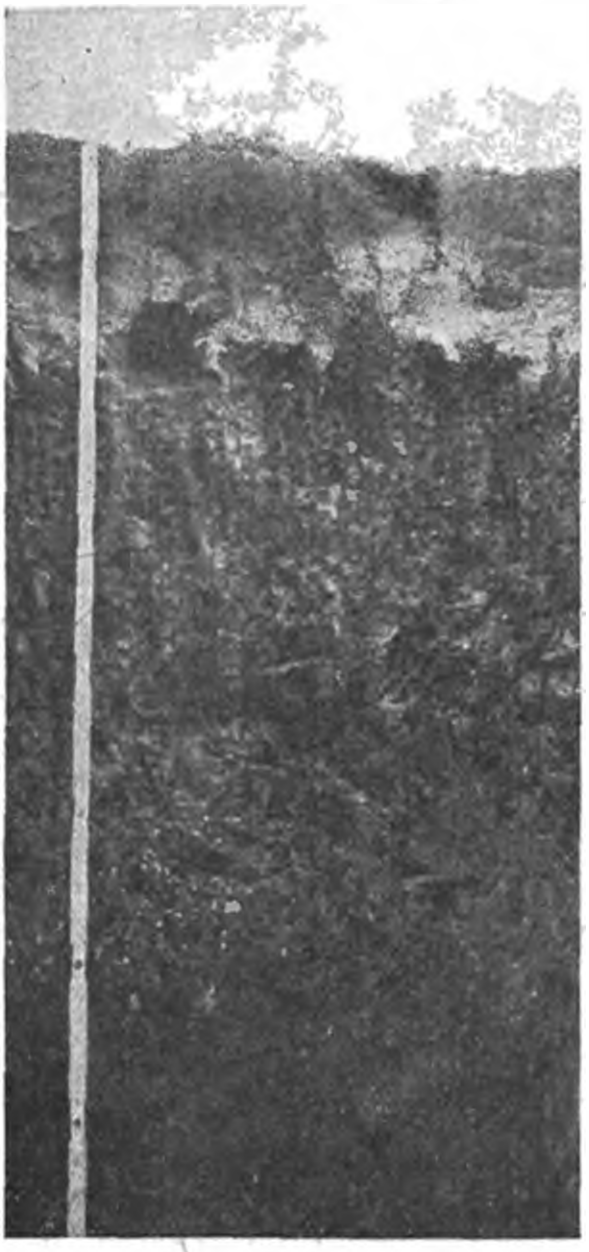


Рис. 28. Призматическій солонецъ Тургайской обл. (каштановая зона). (Фот. Софотерова.)

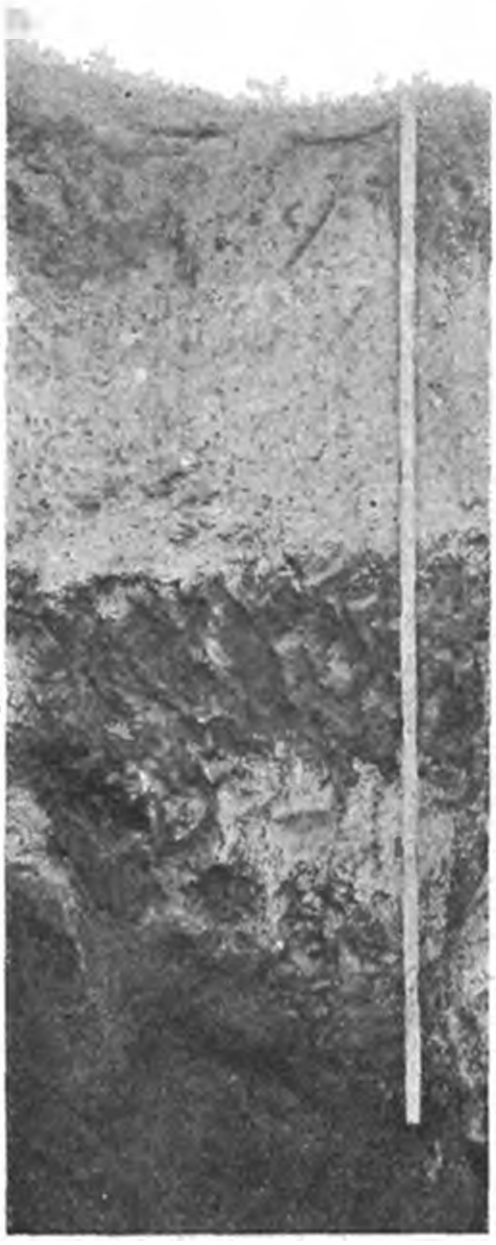


Рис. 29. Глыбистый солонецъ Тургайской обл. (каштановая зона). (Фот. Софотерова.)

ризонтъ можетъ быть слоистымъ, ячеистымъ (Гордѣевъ, Туминъ), т. е. содержащимъ пустоты округлой или овальной формы въ 1-2 мм. діаметромъ, зернистымъ и безструктурнымъ. Мощность гор. А весьма разнообразна, начиная отъ нѣсколькихъ миллиметровъ до 20 см. и болѣе. У тѣхъ разностей солонцовъ, которые имѣютъ довольно мощный горизонтъ А, отдѣльныя части этого горизонта могутъ быть сложены неодинаково, и

это даетъ возможность расчленять гориз. А на отдѣльные подгоризонты (A_1, A_2). Обычно верхняя часть гориз. А окрашена темнѣе нижней. Горизонтъ В также построенъ не одинаково, на основаніи чего можно различать: 1) столбчатые; 2) призматическіе; 3) орѣховатые и 4) комковатые солонцы (Туминъ, Горшенинъ, Яковлевъ, Стратоновичъ).

У столбчатыхъ солонцовъ (рис. 26 и 27) верхняя часть гориз. В состоитъ изъ столбчатыхъ отдѣльностей въ 3-8 см. толщиной. Столбики вверху суживаются, образуя конусообразныя закругленныя верхушки, не соприкасающіяся между собой. Эти верхушки и боковыя поверхности столбовъ покрыты бѣлесымъ налетомъ.

У призматическихъ солонцовъ (рис. 28) подгоризонтъ B_1 вертикальными трещинами, отстоящими другъ отъ друга на 3-6 см., раздѣляется на рядъ призматическихъ отдѣльностей, имѣющихъ иногда форму карандаша (карандашныя отдѣльности). Верхняя поверхность этихъ отдѣльностей плоская и покрыта, какъ и у первой разности, бѣлесымъ налетомъ.

У орѣховатыхъ—гориз. В цѣликомъ распадается на угловатыя отдѣльности съ глянцеватой поверхностью.

У комковатыхъ или глыбистыхъ солонцовъ (рис. 29) подгоризонтъ B_1 разбивается трещинами на комки и глыбы неправильныхъ очертаній. Верхняя поверхность плоская, оглажена и покрыта бѣлесымъ налетомъ.

У всѣхъ перечисленныхъ разностей могутъ быть различной структуры горизонтъ А, откуда видно, что разновидностей структурныхъ солонцовъ существуетъ очень много.

Общій тонъ цвѣтовой окраски солонца соотвѣтствуетъ той почвенной зонѣ, въ которой солонецъ залегаетъ, благодаря чему мы можемъ различать черноземный солонецъ, каштановый солонецъ, бурый солонецъ и пр.

Дадимъ описаніе нѣсколькихъ разрѣзовъ солонцовъ изъ Тобольской губ., Тургайской и Акмолинской областей:

I. Орѣховатый солонецъ Ялуторовскаго у. (Горшенинъ, 38)

Черноземная зона

Гор. А. Темный съ сѣроватымъ оттѣнкомъ, безструктурный и сравнительно рыхлый. Однородный во всей своей массѣ. Мощность 12—24 см.

B_1. Сложенъ темными, очень ясно отдѣляющимися угловатыми отдѣльностями. Эти отдѣльности, когда почва суха, совершенно свободно разсыпаются при выниманіи ихъ изъ ямы, въ видѣ какъ бы мелкихъ угольковъ. Ихъ грани блестящи съ темно-сизоватымъ отливомъ. Съ 32—50 см. отдѣльности постепенно утрачиваютъ свою темную окраску и дальше идетъ уже

B_2, представленный желтобурыми орѣшками, которые продолжаются до 25—70 см.

С. Безструктурный желтобѣлесоватый или сѣрый карбоиатный суглинокъ

Существуютъ модификаціи, у которыхъ гор. А структуренъ и распадается на два подгоризонта. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ на отдѣльностяхъ гориз. B_1 появляется сѣроватая присыпка.

II. Столбчатый солонецъ къ западу отъ Чулакъ-сая во 2-й Наурзумской волости Тургайскаго у. (Левченко, 55).
Каштановая зона.

Гор. А. Структура слоеватая, ясно замѣтная въ верхней части; въ нижнихъ 3/4 горизонта слоеватость замѣтна только при внимательномъ разсматриваніи. Цвѣтъ сѣровато-палевый, книзу дѣлается бѣлесоватымъ. Съ углубленіемъ бѣлесоватость увеличивается, и на глубинѣ 20 см. описываемый горизонтъ принимаетъ цвѣтъ золы. Постепенно переходя кверху въ сѣровато-палевый подгоризонтъ, этотъ зольный прослоекъ рѣзкой линіей отграничивается отъ нижележащаго горизонта В. Мощность всего горизоита А — 25 см. (A_1—20 см., A_2—5 см.).

B_1. Вертикально трещиноватый; этими трещинами дѣлится на рядъ вертикальныхъ столбиковъ, діаметромъ 3—4 см., длиною 12—14 см., въ верхней части столбики отклонены другъ отъ друга, книзу сходятся вплотную; верхушки столбиковъ закруглены и присыпаны бѣлесой пылью гориз. A_2. При разламываніи столбики разсыпаются на остроугольные комки, очень прочные, съ блестящими глянцевыми поверхностями излома. Цвѣтъ горизонта буро-коричневый (каштановый); съ кислотой не вскипаетъ. Мощность 15—16 см.

Гор. B_2. Сложенъ плотно, при копаніи распадается на комки; цвѣтомъ чуть свѣтлѣе предыдущаго, пестрый отъ пятенъ углекислой извести, съ кислотой вскипаетъ бурно. Мощность 19—20 см.

Гор. С. Сѣровато-желтая глина съ зеленоватымъ оттѣнкомъ; слабо пестрится стяженіями углекислой извести; вверху ихъ больше чѣмъ внизу. Съ кислотой вскипаетъ вся масса глины.

III. Близъ оз. Денгизъ въ Атбасарскомъ у. Акмолинской обл. (Туминъ, 110)
Призмовидный солонецъ.

Гор. А. По цвѣту каштаново-сѣрый, слоистый, со слабо выраженной разницей въ окраскѣ поверхностей слоиковъ (верхняя поверхность свѣтлѣе); рыхлый и при раздавливаніи даетъ пороховидно-пылеватыя части. Мощность 8 см.

Гор. B_1. Отграниченъ отъ предыдущаго ясно; темно-бурый, плотный. Вертикальными трещинами разбитъ на призмы (ширина призмъ 3—5 см.). Призмы очень плотны, съ трудомъ раздавливаются на комки и зерна и въ горизонтальномъ изломѣ даютъ раковистую поверхность. Переходъ въ слѣдующій горизонтъ постепенный. Мощность — 10 см.

Гор. B_2. Бурый со слабой гумусовой окраской и болѣе темными языками и пятнами. Есть мелкія пятна невскипающихъ солей. Мощн. — 47 см.

Гор. С. Свѣтлобурыи суглинокъ со слабо выраженными пятнами и кристаллами невскипающихъ солей.

Описываемый разрѣзъ слабо вскипаетъ на поверхности, но въ гориз. А и B_1 вскипанія нѣтъ; появляется вскипаніе только въ B_2 и дальше идетъ въ С. Если внимательно изслѣдовать А и B_1 на вскипаніе, то окажется, что въ нихъ слабое вскипаніе обнаруживается по боковымъ поверхностямъ трещинъ.

Два послѣднихъ разрѣза принадлежатъ южной части каштановой зоны, но совершенно аналогичныя почвы мы можемъ встрѣтить въ черноземной, бурой и сѣрой зонахъ какъ Европейской, такъ и Азіатской Россіи.

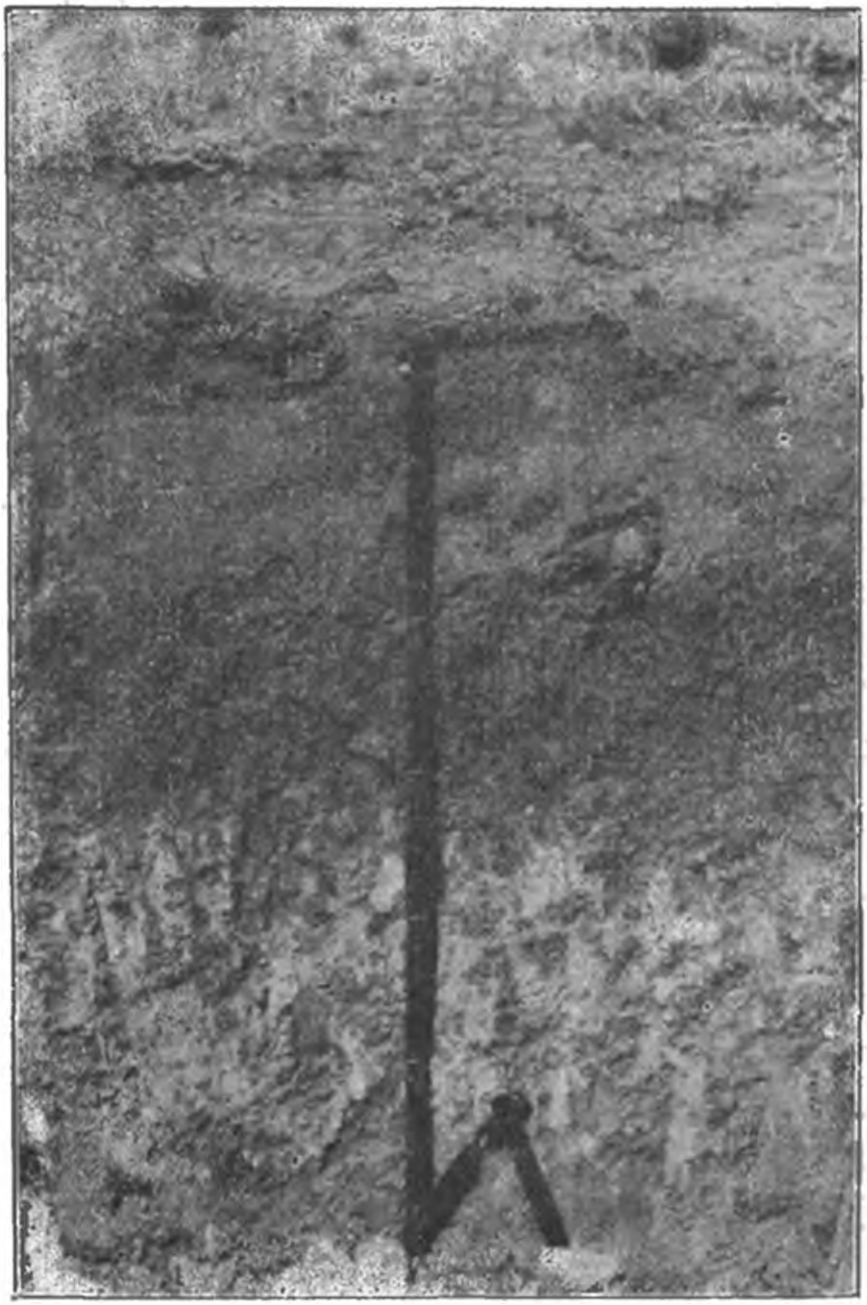


Рис. 30. Солонцеватая почва окрестностей Сарепты. (Фот. Н. Димо.)

Солонцеватыя почвы. На ряду съ типичными солонцами встрѣчаются почвы, обладающія аналогичными-же морфологическими признаками, но только слабѣе выраженными. Среди этихъ почвъ различаютъ двѣ категоріи (Туминъ), а именно солонцеватыя и слабо солонцеватыя почвы. Онѣ могутъ встрѣчаться во всѣхъ зонахъ, гдѣ встрѣчаются солонцы, но особенно богата этими почвами бурая полупустынная зона (рис. 30).

„У солонцеватой почвы горизонты А и В по цвѣтовымъ и структурнымъ особенностямъ разграничивается ясно, но поверхность соприкосновенія горизонта В съ гориз. А не оглажена и лишена бѣлесаго налета. У слабо-солонцеватыхъ почвъ горизонты А и В по

цвѣтовымъ и структурнымъ особенностямъ разграничены не ясно, потому что переходъ отъ одного горизонта къ другому здѣсь хотя и быстрый, но цвѣтовыя и структурныя различія горизонтовъ выражены здѣсь менѣе ярко, чѣмъ у предыдущихъ почвъ, и есть оттѣнокъ постепенности въ смѣнѣ горизонтовъ" (Тумин'ъ, 110). Приведемъ описаніе разрѣзовъ упомянутыхъ почвъ.

Долина р. Талагай 1-й въ Атбасарскомъ у., Акмолинской обл. Солонцеватая почва. (Туминъ, 110).

Гор. А. Свѣтло-сѣраго цвѣта, плотноватый, съ мелкими порами. Мощность 1 см.

„ B_1. Отграничивается отъ предыдущаго ясно, темнобурый, слегка влажный. Выламывается призмовидными кусками, которые имѣютъ горизонтальную спайность и крошатся при раздавливаніи на комковато-зернистыя части. Мощность — 14 см. Переходъ въ слѣдующій подгоризонтъ очень постепенный.

„ B_2. Слегка свѣтлѣе предыдущаго, менѣе плотенъ. Имѣетъ мелкія пятна невскипающихъ солей, которыхъ много въ слоѣ отъ 15 до 20 см., а ниже пятна вырисовываются слабѣе, ихъ меньше, и попадаются кристаллы солей, количество которыхъ съ глубиной увеличивается. Мощность — 40 см.

„ C. Шоколадная глина съ прослоями синеватой глины. Шоколадная глина богата кристаллами солей.

Близъ оз. Денгизъ въ томъ же уѣздѣ (Туминъ, l. c.). Слабосолонцеватая почва.

Гор. А. Каштановаго цвѣта; до 4 см. имѣетъ слоистую структуру, рыхлый, легко распадается на пороховидныя части и не вскипаетъ; ниже гор. А вскипаетъ, буреѣ и слегка темнѣе, плотноватый съ неясной зернистостью, выламывается комками, которые имѣютъ горизонтальную спайность и при раздавливаніи даютъ зернисто-комковатыя части. Переходъ въ слѣдующій горизонтъ быстрый. Мощность 17 см.

„ B_1. Слегка буреѣ и чуть-чуть темнѣе верхняго, отъ котораго въ разрѣзѣ не отграничивается ясно, потому что по цвѣту и по структурѣ верхніе 5 см. близки къ нижней части гор. А. Но если разрѣзъ изслѣдовать на плотность, то окажется что B_1 сразу становится болѣе плотнымъ, выламывается комками (часто призмовидными, благодаря присутствію, частью маскированныхъ, вертикальныхъ трещинъ), которые плотны, особенно въ нижней половинѣ горизонта, и съ трудомъ раздавливаются на болѣе мелкіе комочки. Изломъ у комковъ гор. B_1 въ горизонтальномъ направленіи имѣетъ раковистую поверхность, иногда со слабымъ глянцемъ. Отъ HCl вскипаетъ. Переходъ въ слѣдующій подгоризонтъ быстрый. Мощность 20 см.

„ B_2. Свѣтлѣе предыдущаго, плотный, съ 37 до 53 см. богатъ пятнами $CaCO_3$, а ниже пятенъ $CaCO_3$ мало и плотность слабѣетъ.

„ C. Свѣтло-бурый суглинокъ съ пятнами синеватой глины; есть мелкія пятна невскипающихъ солей. Сама порода вскипаетъ.

У солонцеватыхъ почвъ въ гор. В наблюдается или призмовидная, или комковатая структура, аналогично тому, какъ это наблюдалось у солонцовъ. Слабо-солонцеватыя почвы распадаются на разности главнымъ образомъ по структурѣ гор. А (слоистая, плотная, зернистая), горизонтъ же В въ этихъ почвахъ выраженъ не столь рѣзко, чтобы можно было различать въ немъ тѣ модификаціи, которыя легко различаются у солонцовъ. Цвѣтъ всего гор. А у слабо-солонцеватыхъ почвъ одинаковый.

Глубина вскипанія солонцовъ, солонцеватыхъ и слабо солонцеватыхъ почвъ варіируетъ довольно значительно. Встрѣчаются почвы, вскипающія съ поверхности (карбонатныя солонцеватыя или слабо солонцеватыя почвы). Невскипающія соли или совсѣмъ отсутствуютъ въ гумусовыхъ горизонтахъ, или находятся въ нижнихъ частяхъ гор. В, или, наконецъ, поднимаются и въ верхніе горизонты.

Какъ и солоицы, солонцеватыя и слабо солонцеватыя почвы различаются своими цвѣтовыми оттѣнками, въ зависимости отъ того, въ какой почвенной зонѣ онѣ залегаютъ. Поэтому можно различать каштановыя солонцеватыя, бурыя солонцеватыя почвы и пр.

Солонцы безструктурные или солончаки. Солонцовыя почвы, у которыхъ не различаются по морфологіи верхніе и нижніе гумусовые горизонты и которыя богаты растворимыми, а иногда и мало растворимыми солями ($CaCO_3$), называются солончаками. Подобно солонцамъ, эти почвы встрѣчаются въ различныхъ зонахъ, и потому можно различать черноземные солончаки, каштановые солончаки и пр. Отъ нихъ могутъ существовать переходы къ тѣмъ зональнымъ почвамъ, среди которыхъ они залегаютъ, поэтому возможны солончаковые черноземы, солончаковыя каштановыя почвы и пр.

Наконецъ, въ солончакахъ могутъ преобладать тѣ или другія группы солей (хлориды, сульфаты, карбонаты), а потому можно различать галоидные, галоидно-сульфатные, сульфатные, карбонатные солончаки и пр. Послѣдніе встрѣчаются обыкновенно тамъ, гдѣ выпадаютъ болѣе значительныя количества влаги, гдѣ слѣдовательно болѣе легко растворимыя соли могутъ вымываться; такъ, мы встрѣчаемъ карбонатные солончаки въ сѣверныхъ частяхъ черноземной полосы, гдѣ эти почвы играютъ роль какъ бы переходныхъ образованій между солончаками болѣе южныхъ широтъ и луговыми почвами подзолистой зоны. Такія почвы были найдены мною въ Грубешовскомъ у. Холмской губ., гдѣ онѣ имѣютъ довольно мощные черноземовидные гумусовые горизонты, но вскипающіе съ поверхности. Подстилаются эти горизонты сильно мергелистымъ суглинкомъ, содержащимъ мѣстами ортштейновидныя включенія. Аналогичныя почвы описываются Полыновымъ (82), который отмѣчаетъ нѣсколько ихъ разновидностей для Черниговской губ.

Своеобразную группу карбонатно-солончаковатыхъ почвъ мы встрѣ-

чаемъ на горныхъ склонахъ въ Туркестанѣ, Алтаѣ, частью въ Енисейской губ., вообще на горныхъ хребтахъ, лежащихъ въ областяхъ пустынныхъ степей (рис. 31).

Всѣ такія почвы характеризуются пухлыми гумусовыми горизонтами, чѣмъ онѣ прежде всего отличаются отъ соотвѣтствующихъ имъ зональныхъ почвъ (чернозема, каштановой и пр.), къ каковымъ онѣ приближаются нѣкоторыми чертами своего habitus'a. Вторымъ отличительнымъ признакомъ горныхъ карбонатно-солончаковыхъ почвъ является сильная мергелистость подгумусовыхъ горизонтовъ, при чемъ нерѣдко,



Рис. 31. Горная карбонатно-солончаковая почва въ Ферганѣ.
(Фот. С. Неуструева.)

особенно при переходѣ горнаго склона въ болѣе или менѣе равнинную площадку, карбонаты поднимаются къ поверхности и оказываются въ значительныхъ количествахъ въ самыхъ верхнихъ горизонтахъ почвы. Прасоловъ (85), при изслѣдованіяхъ въ Тянь-Шанѣ, называлъ такія почвы „бѣлоземами выпотѣванія". Наконецъ, въ тѣхъ же почвахъ подъ карбонатными горизонтами нерѣдко наблюдается присутствіе ржавыхъ пятенъ гидратовъ окиси желѣза.

Нѣкоторыя наблюденія позволяютъ допустить, что какъ гидраты окиси желѣза, такъ и карбонаты выдѣляются при поднятіи къ поверхности подпочвенныхъ водъ, сочащихся здѣсь иногда на небольшой глубинѣ. И вообще весь генезисъ горныхъ солончаково-карбонатныхъ почвъ

находится въ связи съ своеобразнымъ режимомъ стекающихъ по склонамъ почвенно-грунтовыхъ водъ.

Остановимся на характеристикѣ нѣсколькихъ разрѣзовъ солончаковыхъ почвъ изъ различныхъ почвенныхъ зонъ.

Карбонатный солончакъ Черниговской губ. (сѣв. окраина черноземной зоны) Полыновъ (82) описываетъ слѣдующими словами: „эти почвы расположены въ западинахъ или вообще въ болѣе или менѣе низкихъ мѣстахъ, часто на короткое время заполняемыхъ водою. Сверху онѣ покрыты тонко-слоистой коркой выцвѣтовъ, толщиной отъ 3 до 5 мм., подъ которой лежитъ темносѣрый, а книзу темнѣющій еще больше горизонтъ А, достигающій мощности до 20 см., очень плотный и очень твердый, часто растрескивающійся и при ударѣ распадающійся на угловатыя отдѣльности. Подъ нимъ залегаетъ вязкій желтобурый переходный горизонтъ почвы, на фонѣ котораго ясно выдѣляются гумусовыя пятна и бѣлые известковые примазки. Этотъ слой переходитъ въ сильно мергелистый желтоватый суглинокъ или даже бѣлый мергель. Вскипаніе сплошное".

Иногда у карбонатныхъ солончаковъ гумусовый горизонтъ очень мощный, въ верхнихъ своихъ частяхъ довольно рыхлый, глубже болѣе вязкій, подъ нимъ лежитъ глееватый горизонтъ, переполненный порошковатой углекислой известью и содержащій нерѣдко желѣзистыя пятна и конкреціи. Такіе солончаки можно встрѣтить среди черноземовъ по сѣверной границѣ черноземной полосы, по лугамъ рѣчныхъ долинъ Воронежской и, вѣроятно, другихъ черноземныхъ губерній.

Очень мощно развиты карбонатно-солончаковыя почвы въ лѣсостепной зонѣ зап. Сибири, въ частности въ Барабѣ, гдѣ эти почвы прежніе изслѣдователи не всегда умѣли отличить отъ черноземовъ (Глинка, К., Горшенинъ, Яковлевъ, Стратоновичъ, Хаинскій).

Нерѣдко карбонатные солончаки вскипаютъ въ верхнихъ горизонтахъ, въ промежуточныхъ вскипаніе отсутствуетъ и уже въ нижнихъ частяхъ гумусоваго горизонта или непосредственно подъ нимъ наблюдается бурное вскипаніе.

Галоидно-сульфатный солончакъ вблизи оз. Денгизъ Акмолинской области (Туминъ, 110) даетъ такой профиль:

Гор. A_1. Верхній 1 см. — свѣтло-сѣрая солевая корка, вскипающая бурно отъ HCl, ниже темносѣрый, слабо плотноватый горизонтъ безъ зернистой или орѣховатой структуры; вскипаніе слабое, есть мелкія пятна солей. Переходъ въ слѣдующій горизонтъ постепенный. Мощность — 15 см.

„ A_2. Бурый съ сѣрыми полосами и пятнами, по структурѣ аналогичный гориз. A_1, вскипаніе слабое. До 30 см. пятенъ невскипающихъ солей мало и они мелки, а отъ 30 до 45 см. пятна солей

крупныя, ясно замѣтныя; ниже пятна выступаютъ не такъ ясно и становятся опять мелкими.

BC. Свѣтлобурый соленосный суглинокъ съ малымъ количествомъ хряща песчанника, бурно вскипающій отъ HCl. Есть пятна и кристаллы солей.

Весь разрѣзъ влажный, подгумусовые горизонты влажнѣе гумусовыхъ, а на глубинѣ 110 см. показалась соленая вода.



Рис. 32. Солончакъ съ выцвѣтами на стѣнкѣ разрѣза (Акмолинская обл.). (Фот. А. Райкинъ.)

Иногда въ такихъ солончакахъ, при копаніи ямы и высыханіи стѣнокъ, соли выдѣляются густо на всей стѣнкѣ разрѣза, который, въ силу этого, бѣлѣетъ (рис. 32).

Пухлый сульфатно-галоидный солончакъ за Каратау, въ 10 в. отъ Аксумбе къ Ю. Неуструевъ (69) описываетъ слѣдующими словами: „пухлый съ выцвѣтами солончакъ; подъ тонкой сѣрой пористой корочкой до 8 см. идетъ рыхлая, бурая, сыпучая масса съ солями, а подъ ней бурый комковатый влажный горизонтъ съ ходами мокрицъ. Гипсъ появляется на глубинѣ 15 см.; на 20—30 см. жилокъ гипса много, на 70—80 жилки исчезаютъ. Ниже почва переходитъ въ бурый влажный суглинокъ съ небольшимъ количествомъ гальки".

Чтобы закончить съ солончаками, отмѣтимъ, что солончаки и солонцы не представляютъ рѣзко обособленныхъ группъ: между тѣми и другими существуютъ переходы. Переходныя разности характеризуются

тѣмъ, что содержа въ замѣтныхъ количествахъ хлористыя и сѣрнокислыя соли, онѣ въ то же время обнаруживаютъ морфологическіе признаки структурныхъ солонцовъ. Эти признаки выражаются или въ присутствіи верхняго корковаго горизонта, отличающагося отъ глубжележащаго своимъ болѣе свѣтлымъ оттѣнкомъ и слоеватой или пористой структурой, причемъ глубже лежащій горизонтъ опредѣленной структурой не обладаетъ, или въ присутствіи на ряду съ оформленнымъ горизонтомъ А и ясно оформленнаго, столбчатаго горизонта В (рис. 33 и 44).

Подобныя разности солонцовыхъ почвъ описывались участниками Сибирскихъ экспедицій (Абутьковъ, 1), для Саратовской же губ. такія почвы отмѣчались Димо (20), который указывалъ, что въ окрестностяхъ Сарепты по р. Сарпѣ поверхность почвы въ жаркое время на нѣсколько сантиметровъ покрыта налетомъ солей, но подъ этимъ налетомъ ясно различаются слоеватый и столбчатый горизонты.

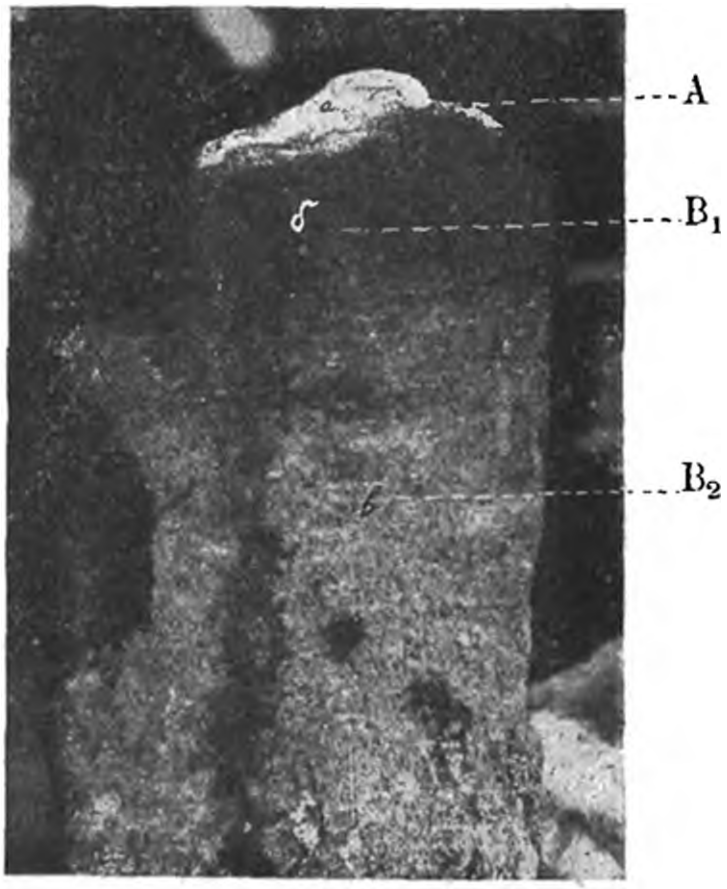


Рис. 33. Корковый солонецъ Полтавской губ.

Ознакомившись съ морфологіей солонцовыхъ почвъ, переходимъ къ разъясненію ихъ генезиса. Съ этой цѣлью намъ придется прежде всего разсмотрѣть аналитическія данныя, касающіяся отдѣльныхъ горизонтовъ структурныхъ солонцовъ, гдѣ свойства солонцовыхъ почвъ выражены наиболѣе рѣзко и опредѣленно.

Механическіе анализы горизонтовъ А и В столбчатыхъ солонцовъ Тургайской области (крайній югъ каштановой зоны при переходѣ ея въ бурую) даютъ слѣдующіе результаты (Скаловъ, 98).

Горизонтъ и глубина въ см	3—1 мм.	1—0,5 мм.	0,5—0,25 мм.	0,25—0,05 мм.	0,05—0,01 мм.	0,01—0,005 мм.	0,005—0,0015 мм.	<0,0015 мм.	Отношеніе глины къ песку.
№ 50.									
А — 0—20 . .	0,317	0,260	8,067	43,039	12,265	20,223	6,936	7,378	1 : 1,9
B_1—20—37 . .	0,052	0,064	4,425	39,169	9,917	18,228	11,715	15,825	1 : 1,2
№ 54.									
А — 0—18 . .	3,248	0,757	8,084	46,085	9,230	17,648	5,738	7,920	1 : 21,
B_1—40—66 . .	1,282	0,457	6,155	47,455	7,534	12,022	8,500	15,867	1 : 1,8

Цифровыя данныя ясно показываютъ, что плотный и твердый горизонтъ В обогащенъ, сравнительно съ рыхлымъ и разсыпчатымъ горизонтомъ А, мелкоземистыми, иловатыми частицами. Послѣднія вымыты, очевидно, изъ горизонта А, и перенесены въ горизонтъ В, а потому нужно думать, что валовой анализъ тѣхъ же горизонтовъ столбчатаго солонца обнаружитъ большую разницу въ составѣ этихъ горизонтовъ, и дѣйствительно, какъ показываютъ нижеприводимыя цифры, относящіяся къ столбчатому солонцу Енисейской губ. (Стасевичъ, 100), горизонтъ А сильно обѣдненъ основаніями и особенно полуторными окислами и сильно обогащенъ кремнеземомъ. Такіе результаты могли бы получиться и въ томъ случаѣ, если бы тончайшія частицы горизонта А переносились въ горизонтъ В чисто механически, но въ данномъ случаѣ происходитъ, повидимому, не только механическое, но и химическое передвиженіе изъ одного горизонта въ другой.



Рис. 34. Корковый солонецъ Тургайской обл. (Фот. Софотерова.)

Глубина въ см.	CO_2	Гигроск. вода.	Потеря при прок.	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	N	Сумма.
A_1 (0—3) .	—	1,09	9,29	66,48	11,98	3.87	1,57	0,99	2,35	2,46	0,070	99,27
A_2 (15—21) .	—	1,11	3,42	71,89	12,01	3,79	2,29	0,31	2,29	2,58	0,096	98,706
B_1 (21—29) .	—	2,72	5,37	66,36	14,76	4,71	2,89	0,74	2,60	1,98	0,066	99,496
B_2 (32—41) .	0,58	2,00	7,86	62,04	15,48	5.23	3,25	0,28	2,42	2,77	0,114	99,518

Перечисливъ эти данныя на минеральное вещество, получаемъ:

A_1 (0—3) .	—	—	—	73,29	13,21	4,27	1,73	1,09	2,59	2,71	—
A_2 (15—21) .	—	—	—	74,43	12.44	3,92	2,37	0,32	2,37	2,69	—
B_1 (21—29) .	—	—	—	70,12	15,60	4,98	3,05	0,78	2,75	2,09	—
B_2 (32—41) .	—	—	—	68,31	17,05	5,76	2,76	0,31	2,66	3,05	—

Переносъ химическимъ путемъ подтверждается, до извѣстной степени, слѣдующими данными солянокислой вытяжки (Скаловъ, l. c.):

Горизонтъ и глубина въ см.	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	Mn_3O_4	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	SO_3
A_1 (0—12) . .	0,13	1,52	3,00	0,19	0,41	1,03	0,22	0,09	0,03	0,11
B_1 (12—30) . .	0,18	6,71	4,73	1,59	0,65	2,04	0,45	0,34	0,09	0,09
C (98—108) . .	0,15	4,88	3,72	0,19	4,86	1,05	0,53	0,43	0,06	0,23

Увеличеніе количества растворимыхъ глинозема и основаній въ гориз. В можетъ быть объяснено и механическимъ переносомъ, но рѣзкое накопленіе въ горизонтѣ В окисловъ марганца едва ли можетъ быть истолковано такимъ же способомъ.

Выносъ изъ горизонта А иловатыхъ частицъ сказывается на обѣдненіи этого горизонта гигроскопической и химической водой. Такъ, въ солонцахъ Тургайской области (Скаловъ, l. c.). Горизонтъ А содержитъ гигроскопической воды 1,2—1,5%, тогда какъ въ горизонтѣ В количество гигроскопической воды достигаетъ 3,35—4,95%. Для химически связанной воды въ тѣхъ же солонцахъ имѣются слѣдующія цифры:

Горизонты	A_1	A_2	B_1	B_2	C	C
Глубина въ см. . . .	0—3	3—12	12—30	30—47	47—96	96—108
Химически связанная вода въ % . .	0,82	0,57	3,17	3,86	2,49	2,45

Посмотримъ теперь, какъ распредѣляется гумусъ въ разрѣзѣ столбчатыхъ солонцовъ и какъ измѣняется его растворимость по горизонтамъ

Черноземный солонецъ Саратовской губ. (Димо, 20).

Горизонтъ и глубина въ см.	Гумусъ.	Потеря при прокал.	Относит. содерж. гумуса.	Раствор. гумусъ.	Отнош. растворим. гумуса ко всему его колич.
A_1 — 1—4	11,093%	18,471%	100%	0,0287	1/306
A_2 — 4—7	6,118	11,838	55	0,0780	1/77
B_1 — 7—13	6,332	16,198	57	0,1704	1/37
B_1 — 15—22	6,439	16,460	58	0,2739	1/24
B_2 — 29—35	3,539	13,107	32	0,0348	1/101
B_2 — 42—50	2,905	11,826	26	0,0439	1/66
C — 55—60	2,171	8,667	20	0,0316	1/69
C — 65—70	1,928	8,594	17,5	—	—
C — 75—80	1,030	7,522	10	0,0221	1/47

Каштановый солонецъ Енисейской губ. (Холмистая степь лѣваго берега Абакана). Стасевичъ.

Горизонтъ и глубина въ см.	Гумусъ.	Потеря при прокалив.
A_0— 0—3	4,25%	5,56%
A_2—15—21	1,04	1,81
B_1—21—29	2,31	3,18
B_2—32—41	1,22	2,43

Бурый солонецъ Саратовской губ. (Димо, l. c.).

Горизонтъ и глубина въ см.	Гумусъ.	Потеря при прокал.	Относит. содерж. гумуса.	Растворим. гумусъ.	Отношеніе раствор. гумуса къ общ. его колич.
A_1— 0—5	3,295%	6,774%	100%	0,0183	1/180
A_2— 5—8	1,666	3,495	50,5	0,0186	1/63
B_1— 9—15	1,732	10,700	52,2	0,0456	1/40
B_2—20—25	1,334	7,897	41,7	0,0231	1/57
C —30—35	0,752	6,865	23,5	0,0217	1/35

Бурый солонецъ Акмолинской обл. (Стасевичъ, 100).

A_0— 0—3	2,51%	4,00
A_1— 3—7	1,54	2,90
A_2— 8—12	1,00	2,58
B_1—13—22	1,47	5,05
B_2—39—46	1,66	4,62
C —65—70	—	11,33 (сюда входитъ и CO_2 отъ распада $CaCO_3$).

Мы намѣренно выбрали солонцы изъ различныхъ почвенныхъ зонъ, чтобы показать, что цѣлый рядъ типическихъ особенностей этихъ почвъ не зависитъ отъ зоны.

Какъ видно изъ приведенныхъ цифръ, максимальное количество гумуса содержитъ верхняя часть горизонта А. Въ горизонтѣ A_2 содержаніе гумуса рѣзко падаетъ, что соотвѣтствуетъ посвѣтлѣнію этой части горизонта А въ природѣ. Въ горизонтѣ B_1 количество гумуса нѣсколько повышается, а затѣмъ опять постепенно падаетъ. Соотвѣтствуетъ ли повышеніе процента гумуса въ B_1 дѣйствительному увеличенію его количества, или происходитъ потому, что гумусъ горизонта A_2 бѣднѣе углеродомъ, чѣмъ гумусъ горизонта B_1, сказать трудно, хотя и можно быть увѣреннымъ, что бѣлесыя вещества горизонта A_2 принадлежатъ гумусу, такъ какъ, при прокаливаніи кусочковъ этого горизонта, они сперва чернѣютъ (обугливаются), а потомъ разлагаются.

Весьма характернымъ признакомъ солонцовъ является рѣзкое повышеніе растворимости гумуса въ горизонтѣ B_1. Чтобы понять сущность этого явленія, обратимъ вниманіе на данныя водныхъ вытяжекъ изъ различныхъ столбчатыхъ солонцовъ.

Черноземный солонецъ Саратовской губ. (Димо, l. c.).

Глубина въ сант. и горизонтъ.	Общая сумма растворимыхъ веществъ.	Потеря при прокаливаніи.	Сумма растворимыхъ минеральныхъ веществъ.	Cl	CO_2	SO_3	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	Цвѣтъ и реакція на лакмусъ.
A_1 1—4 . . .	0,0912	0,0369	0,0542	0,0017	0,0041	0,0170	0,0062	0,0046	0,0043	0,0067	0,0040	0,0036	0,0154	Почти нейтральн., со слабымъ оттѣнкомъ щелочн., золотисто-желтая.
A_2 4—7 . . .	0,1235	0,0617	0,0618	0,0008	0,0065	0,0195	0,0056	0,0073	0,0054	0,0049	0,0016	0,0053	0,0300	Реакція та же; буро-желтая, какъ крѣпкій чай.
B_1 7—13 . . .	0,3668	0,1574	0,2094	0,0024	0,0026	0,0531	0,0073	0,0043	0,0049	0,0056	0,0052	0,0071	0,0740	Реакція та же; густо-кофейный, полупрозрачный.
B_1 15—22 . . .	0,6458	0,1932	0,4526	0,0013	0,0067	0,2362	0,0084	0,0036	0,0021	0,0073	0,0063	0,0021	0,2010	Тоже, только еще темнѣе.
B_2 29—35 . . .	2,8085	0,2284	2,5801	0,0004	0,0067	1,5459	0,0009	0,0011	0,0009	0,3104	0,1184	0,0166	0,7235	Очень слабо щелочная, золотисто-желтая.
B_2 42—50 . . .	1,0478	0,0582	0,9896	0,0006	0,0353	0,5275	0,0012	0,0003	0,0015	0,0059	0,0195	0,0131	0,4078	Во всѣхъ рѣзко-щелочная. Всѣ блѣдно-желтыя, почти безцвѣтныя.
C 55—60 . . .	0,8540	0,0316	0,8224	0,0009	0,0341	0,4307	0,0026	—	сл.	0,0057	0,0042	0,0636	0,3056	
C 75—80 . . .	0,5408	0,0180	0,5228	0,0009	0,0491	0,2359	0,0026	0,0009	0,0013	0,0035	0,0017	0,0134	0,2256	
C 125—130 . .	0,1754	0,0170	0,1594	сл.	0,0523	0,0180	0,0016	0,0007	0,0008	0,0010	0,0006	0,0043	0,0840	

Столбчатый солонецъ въ переходной полосѣ между каштановой и бурой зоной (Тургайская область). Скаловъ l. c.

Горизонтъ и глубина въ см.	Цвѣтъ вытяжки.	Общее колич. раств. вещ.	Потеря при прок.	Минеральн. остат.	Щелочность на Na_2CO_3.	Cl.	SO_3.
A_1— 0—3	Бѣлый, опалесц.	0,0441	0,0152	0,0289	0,0221	0,0008	0,0090
A_2— 3—12	Тоже.	0,0657	0,0215	0,0442	0,0170	0,0010	0,0075
B_1—12—30	Интенс. золот.-желт.	0,2362	0,0531	0,1831	0,0562	0,0649	0,0154
B_2—30—47	Золот.-желт.	0,5480	0,1610	0,3870	0,0500	0,2106	0,0616
C —47—66	Слабо золотисто-желт.	0,9560	0,1640	0,7920	0,0184	0,2254	0,2690
C —66—88	Блѣдно-золотисто-желт.	0,6380	0,0850	0,5530	0,0255	0,2242	0,1000

Столбчатый солонецъ той же полосы (Акмолинская область) Туминъ, l. c.

A — 0—3	желтый	0,1000	0,0232	0,0768	0,046[1])	0,0128	0,0102
	хорошо фильтруется						
B_1— 3—10	темнѣе предыдущ.	0,2124	0,0448	0,1676	0,1354	0,0224	0,0066
	медленно фильтруется						
B_2—36—51	слабо желтов.	1,9898	0,0536	1,9362	0,0481	0,4288	0,5524
	хорошо фильтруется.						

Столбчатый солонецъ бурой зоны (Акмолинская область). Стасевичъ, l. c.

A_1—0—3	свѣтло-желтый	0,042	0,014	0,028	0,024[2])	сл.	0,021
A_2—5—10	тоже	0,068	0,035	0,033	0,026	сл.	0,026
B_1—10—18	тоже	0,175	0,051	0,124	0,046	0,070	0,027
B_2—25—32	почти безцв.	0,451	0,059	0,392	0,036	0,094	0,035
C —53—37	безцвѣтн.	0,571	0,042	0,529	0,032	0,119	0,065

Мы могли бы привести еще рядъ аналогичныхъ анализовъ, но и приведенныхъ достаточно для того, чтобы отмѣтить характерные признаки столбчатыхъ солонцовъ, обнаруживаемые водными вытяжками. Прежде всего слѣдуетъ отмѣтить, что реакція вытяжки всегда щелочная, при чемъ, въ отличіе отъ другихъ почвенныхъ типовъ сухихъ климатическихъ зонъ, анализъ обнаруживаетъ въ солонцахъ присутствіе не только бикарбонатовъ, но и нормальныхъ карбонатовъ[3]). Послѣдніе обычно пріу-

[1]) Щелочность вычислена, какъ $2(HCO_3)$.

[2]) „ „ „ $NaHCO_3$.

[3]) Здѣсь слѣдуетъ отмѣтить, что щелочность нормальныхъ карбонатовъ, опредѣляемая въ присутствіи фенолфталеина, какъ индикатора, состоитъ, вѣроятно, изъ нѣсколькихъ слагаемыхъ, а именно: углекислыхъ щелочей, главнымъ образомъ Na_2CO_3, щелочныхъ солей органическихъ и кремнѣвой кислотъ. См. Гедройцъ, К. Методы химическаго анализа, принятые въ сельско-хозяйственной химич. лабораторіи въ С.-Петербургѣ. Спб., 1909, стр. 30.

рочиваются къ горизонту В столбчатыхъ солонцовъ. Такъ какъ большинство аналитическихъ данныхъ относится къ образцамъ почвъ, взятымъ въ лѣтній экскурсіонный періодъ и такъ какъ нѣкоторые авторы, (Димо, l. c.) и я самъ въ томъ числѣ, придерживались взгляда, что горизонтъ А солонцовъ, подобно подзоламъ, формируется въ кислой средѣ, получающейся въ періодъ застаиванія влаги на поверхности солонцовъ, то важно было провѣрить, какую реакцію имѣютъ почвы ранней весной, когда онѣ насыщены влагой. Съ этой цѣлью я просилъ Скалова сдѣлать необходимыя опредѣленія ранней весной въ Оренбургскихъ степяхъ; вотъ результаты этихъ опредѣленій [1]).

№№ почвъ.	Горизонтъ.	Щелочность въ CO_2	Гигроск. вода.
№ 1	A_1	0,0122%	17,86%
№ 2	A_1	0,0358	21,46
№ 2	A	0,0176	19,11
№ 3	A	0,0244	21,51
№ 4	A_1	0,0217	22,81

Всѣ опредѣленія, какъ видно, относятся къ верхнему горизонту солоядовъ, пересыщенному влагой, и тѣмъ не менѣе всѣ опредѣленія указываютъ на щелочную реакцію. Такимъ образомъ ясно, что развитіе солонцовъ совершается въ щелочной средѣ и что ничего общаго между солонцами и подзолами нѣтъ. Всѣ вышеприведенные анализы показываютъ далѣе, что наибольшая щелочность пріурочивается въ солонцахъ къ гориз. В, водныя вытяжки изъ котораго обладаютъ обычно болѣе темной, а иногда (см. черноземный солонецъ) и совершенно черной окраской. Мы уже отмѣчали выше указанія Гильгарда и венгерскихъ почвовѣдовъ на присутствіе соды въ солонцовыхъ почвахъ и разобрали, согласно Гильгарду, и самую реакцію образованія соды въ этихъ почвахъ, сдѣлавъ оговорку, что къ условіямъ образованія соды мы еще вернемся ниже.

Штудируя параллельно водныя вытяжки различныхъ солонцовъ, можно притти къ заключенію, что имѣется нѣкоторая связь между количествомъ гумуса въ солонцѣ, его щелочностью и интенсивностью окраски водной вытяжки. Обычно солонцы, богатые гумусомъ, обнаруживаютъ бо́льшую щелочность и болѣе яркую окраску вытяжки. Отсюда напрашивается предположеніе, что сода образуется отчасти насчетъ распада гумуса, и что ея тѣмъ больше въ солонцовой почвѣ, чѣмъ богаче послѣдняя гумусомъ. И въ зонахъ болѣе южныхъ, чѣмъ черноземная, попадаются иногда богатые содой солонцы, но солонцы эти темноцвѣтные и, по свидѣтельству Тумина (110), встрѣчаются только въ строго

[1]) Цифры этихъ опредѣленій сообщены мнѣ Скаловымъ въ письмѣ; онѣ до сихъ поръ еще не были опубликованы.

опредѣленныхъ условіяхъ, именно у верховьевъ рѣчныхъ долинъ, по контакту луговой части долины со степью.

Бо̀льшая часть соды, опредѣляемая въ солонцахъ, относится къ бикарбонату ($NaHCO_3$), который не способенъ превращать гуминовыя (темныя) вещества почвы въ состояніе золя, а между тѣмъ въ солонцахъ гумусовыя вещества въ такомъ состояніи получаются. Это можетъ произнести нормальная сода (Na_2CO_3), слѣдовательно должны быть условія для полученія этой соли въ солонцовыхъ почвахъ. Трейтцъ (106) полагаетъ, что нормальная сода образуется въ поверхностныхъ горизонтахъ солонца, когда таковые нагрѣваются солнечными лучами. Выдѣляющаяся при этомъ изъ бикарбоната углекислота образуетъ поры въ горизонтѣ А.

Посмотримъ теперь, что должно произойти съ почвой, если ея поверхностные горизонты будутъ подвергаться дѣйствію раствора нормальной соды. Очевидно, прежде всего гели „гуминовой кислоты" перейдутъ въ золеобразное состояніе и дадутъ псевдорастворъ. Въ послѣднемъ могутъ взвѣситься тончайшія почвенныя частички, которыя, подобно „гуминовой группѣ", обладаютъ свойствами отрицательныхъ коллоидовъ. При этомъ, кромѣ гуминовой группы, могутъ оказаться въ псевдорастворѣ зольные и вообще минеральные элементы, такъ какъ щелочные псевдорастворы гуминовой группы являются довольно энергичнымъ реактивомъ. Весь полученный такимъ образомъ сложный комплексъ золей и тонкихъ суспензій будетъ просачиваться вглубь почвы, а что произойдетъ дальше, показываетъ, между прочимъ, слѣдующій опытъ: стеклянная трубка, обвязанная съ нижняго конца тонкой матеріей, была наполнена измельченной черноземной почвой, не содержавшей хлористыхъ и сѣрнокислыхъ солей. Сверху въ трубку приливались растворы $NaHCO_3$ и Na_2CO_3 слабыхъ концентрацій.

Растворъ $NaHCO_3$ проходилъ сквозь содержимое трубки легко и безъ задержки, очень слабо окрашиваясь въ желтоватый цвѣтъ. Растворъ Na_2CO_3 очень быстро вызывалъ образованіе золей гуминовой группы, и полученный псевдорастворъ опускался лишь на небольшую глубину, гдѣ вновь начиналось выдѣленіе гелей и черезъ нѣкоторое время образовалось темное кольцо, послѣ чего влажный столбикъ почвы почти не пропускалъ сквозь себя новыхъ порцій раствора. Въ растворѣ, прошедшемъ сквозь всю колонну почвы и собранномъ въ подставленный стаканчикъ, не оказалось и слѣдовъ нормальнаго карбоната, а только бикарбонаты Ca, Na (на магній растворъ не изслѣдовался).

Изъ этого опыта явствуетъ, что растворъ нормальнаго карбоната, просачиваясь сквозь почву, уже на небольшей глубинѣ превращается въ растворъ бикарбоната, который не способенъ поддерживать золеобразное состояніе гуминовой кислоты. Послѣдняя выпадаетъ въ видѣ геля, удер-

живая съ собой и тончайшія почвеныя суспензіи, вымытыя изъ поверхностнаго горизонта почвы. Возможно, что при богатствѣ псевдораствора зольными и вообще минеральными элементами могутъ получаться и конкреціонныя формы выдѣленій (ортштейнообразныя зерна).

Такимъ образомъ, при наличности раствора нормальной соды въ почвѣ можетъ итти выщелачиваніе поверхностнаго горизонта и образованіе вязкаго, богатаго гелями и суспензіями, горизонта В. Процессъ можетъ итти и при полномъ отсутствіи хлористыхъ или сѣрнокислыхъ солей. Изъ опыта ясно также, что въ растворахъ, поднимающихся изъ глубокихъ горизонтовъ въ поверхностные, не можетъ быть нормальной соды, а только $NaHCO_3$, растворъ которой можетъ подняться къ поверхности, не измѣнивъ существенно пройденныхъ имъ почвенныхъ горизонтовъ.

Хлористыя и сѣрнокислыя соли, въ качествѣ электролитовъ, должны вызывать коагуляцію коллоидовъ, и если онѣ присутствуютъ въ солонцѣ, то дѣйствіе ихъ несомнѣнно скажется. Необходимо при этомъ добавить, что каждая солъ способна вызвать коагуляцію лишь тогда, когда ея содержаніе достигло опредѣленной величины. Отсюда слѣдуетъ, что превращеніе гуминовой группы въ золи и выпаденіе ея въ видѣ гелей будетъ зависѣть отъ тѣхъ соотношеній, въ какихъ находятся въ почвѣ золеобразующая сода и гелеобразующіе электролиты. Поэтому возможно образованіе структурныхъ солонцовъ при наличности небольшихъ количествъ соды и полномъ отсутствіи хлоридовъ и сульфатовъ, возможно при бо̀льшихъ количествахъ соды и небольшихъ количествахъ хлоридовъ и сульфатовъ, возможно, наконецъ, при большихъ количествахъ соды и замѣтныхъ количествахъ электролитовъ. Понятно также, что могутъ быть такія соотношенія между содой и электролитами, когда, при наличности и той и другихъ, структурнаго солонца не образуется, а получается безструктурный солонецъ или солончакъ.

Изъ цѣлаго ряда наблюденій въ природѣ и анализовъ можно видѣть, что если хлориды и сульфаты поднимаются въ верхніе горизонты почвы, то вмѣстѣ съ тѣмъ постепенно утрачивается типическая морфологія структурнаго солонца (Туминъ, 110). Всѣ такъ называемые корковые солонцы, т. е. солонцы, у которыхъ гориз. А имѣетъ небольшую мощность и превращается иногда въ тонкую поверхностную корку, хлориды и сульфаты находятся въ бо̀льшихъ количествахъ въ гориз. В и ближе поднимаются къ поверхности, чѣмъ у такъ называемыхъ глубоко-столбчатыхъ солонцовъ или солонцовъ съ мощнымъ выщелоченнымъ гориз. А. Это отчасти подтверждается вышеприведенными данными водной вытяжки для солонца № 5, гдѣ уже въ горизонтѣ B_2 находимъ около 1% Cl и SO_3; то же самое можно видѣть изъ двухъ нижеприводимыхъ водныхъ вытяжекъ, относящихся къ корковымъ солонцамъ Тургайской области.

Корковый солонецъ 1-й Наурзумской вол.[1])	Цвѣтъ.	Общее количество раств. вещ.	Потеря при прокалив.	Минер. остатокъ.	Щелочность, какъ Na_2CO_3.	Cl.	SO .
A — 0—6 см.	слабо желтов.	0,0388	0,0148	0,0240	0,0146	0,0013	0,0178
B_1— 6—23 „	золотисто-желт.	0,2600	0,0668	0,1932	0,0642	0,0756	0,0201
B_2—23—45 „	желтоват.	0,5880	0,0999	0,4981	0,0403	0,2592	0,0394
C —45—79 „	почти безцв.	1,2872	0,1924	1,0948	0,0350	0,2214	0,4856
C —79—97 „	безцвѣтн.	1,1866	0,1174	1,0692	0,0146	0,2349	0,4200
Корковый солонецъ 2-й Наурзумской вол.[2])					какъ $2(HCO_3)'$		
A — 0—6 см.	золот.-бурый	0,1064	0,0336	0,0728	0,0286	0,0008	0,0130
B_1— 6—25 „	„	0,4680	0,0756	0,3940	0,0739	0,1262	0,0172
B_2—25—60 „ . . .	блѣдно-зол.-жел.	1,8700	0,1290	1,7420	0,0341	0,2502	0,7570
C —60—90 „	безцвѣтн.	2,3180	0,1478	2,1400	0,0556	0,1924	1,042)

Въ доказательство того, что иногда, при громадныхъ, сравнительно, величинахъ щелочности, не образуется структурнаго солонца, а развивается лишь тонкая, да и то слабо выраженная корка, если, на ряду съ содой, присутствуютъ значительныя количества хлоридовъ и сульфатовъ, приводимъ нижеслѣдующій анализъ солонца изъ Семипалатинской области (Абутьковъ, 1).

A — 4—16 см. . . .	темно-коричнев.	1,5966	0,1354	1,4612	0,0912	0,0276	0,7877
B_1—23—28 „ . . .	золотисто-желт.	0,9771	0,0491	0,9280	0,1882	0,0402	0,3870
B_2—54 59 „ . . .	безцвѣтн.	0,7822	0,0240	0,7582	0,1382	0.0478	0,3086

Этотъ солонецъ скорѣе могъ бы быть отнесенъ по морфологіи къ солончакамъ или, въ крайнемъ случаѣ, къ переходнымъ формамъ между солонцами и солончаками. Гориз. А у него представленъ въ видѣ тонкой, твердой корки неясно тонко-слоеватой съ мелкими порами. Остальные горизонты влажные, рыхлые, комковатые или безструктурные.

Переходя къ химизму другихъ морфологическихъ разностей структурныхъ солонцовъ, отмѣтимъ, что сколько-нибудь существенныхъ различій въ химизмѣ столбчатыхъ и призматическихъ солонцовъ уловить до сихъ поръ не удалось. Орѣховатые солонцы обнаруживаютъ свойства столбчатыхъ солонцовъ въ ослабленной формѣ: минерализація водной вытяжки меньше, щелочность слабѣе. Глыбистый солонецъ, наоборотъ, обнаруживаетъ рѣзкую минерализацію вытяжки, очень значительную щелочность, присутствіе нормальныхъ карбонатовъ, интенсивную окраску вытяжки, большое количество растворимаго перегноя и въ то же время замѣтныя количества хлористыхъ и сѣрнокислыхъ солей.

[1]) См. Предвар. отчетъ объ организаціи и исполненіи работъ по изслѣд. почвъ Азіатской Россіи въ 1910 г. Спб., 1911, стр. 89.

[2]) Объ образованіи соды см. также Гедройцъ (32).

Химическія свойства, проявляемыя солонцами, отражаются въ слабой степени на солонцеватыхъ почвахъ, почвы же слабо-солонцеватыя мало отличаются по химизму отъ тѣхъ зональныхъ почвъ, среди которыхъ онѣ залегаютъ.

Обратимся теперь къ химизму солончаковъ, которые, какъ уже видно изъ предыдущаго, также имѣютъ всегда щелочную реакцію, но, на ряду съ послѣдней, такое количество хлоридовъ и сульфатовъ въ верхнихъ горизонтахъ, при которомъ невозможно образованіе золей гумусовой группы, а слѣдовательно не возможенъ и переносъ изъ одного горизонта въ другой псевдорастворовъ и суспензій.

Водная вытяжка изъ галоидно-сульфатнаго солончака Акмолинской области, разрѣзъ котораго приведенъ на стр. 485, даетъ слѣдующіе результаты:

Горизонтъ и глубина въ см.	Сухой остат.	Органич. веществ.	Щелочность $2(HCO'_3)$.	SO_3.	Cl	Примѣчаніе.
A_1— 0—1	4,5142	0,0365	0,0204	1,0106	1,3532	Вытяжка слабо-золотисто-желтая; быстро фильтруется.
A_1— 1—5	2,0062	0,0160	0,0205	0,2291	0,8500	Слегка свѣтлѣе предыдущей; быстро фильтруется.
A_2—18—23	2,2604	0,0084	0,0181	0.2292	0,9687	Значительно свѣтлѣе предыдущ.; быстро фильтр.
A_2—40—45	3,1193	0,0070	0,0156	0,5312	1,1358	Едва окраш.; быстро фильтруется.

Водная вытяжка изъ пухлаго сульфатно-галоиднаго солончака Сыръ-Дарьинской обл., описаннаго на стр. 486, даетъ такую картину:

Горизонтъ и глубина въ см.	Сухой остат.	Потеря при прок.	Минер. остат.	R_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	Щелочность Na_2CO_3	Щелочность $NaHCO_3$	SO_3	Cl.
Корочка	0,813	0,011	0,802	0,0020	0,0402	0,0013	0,0111	0,2997	0,0015	0,0565	0,430	0,0070
1—4	5,369	0,062	5,303	0,0056	0,1126	0,0078	0,0249	2,0938	0,0024	0,0419	2,948	0,0310
10—20	1,982	0,095	1,887	0,0020	0,1107	0,0343	0,0291	0,7378	0,0004	0,0259	0,543	0,5810
103—110	0,790	0,009	0,780	0,0012	0,0114	0,0079	0,0076	0,3576	0,0015	0,0341	0,334	0,2671
130—140	0,378	0,001	0,377	0,0016	0,0049	0,0055	0,0058	0,1887	0,0025	0,0372	0,815	0,1331

Подобнаго рода пухлые солончаки называются у киргизовъ „кебиръ", столбчатые — носятъ названіе „шокатъ" [1]). Пухлость солонча-

[1]) Въ киргизскомъ языкѣ есть и другіе термины для обозначенія солонцовыхъ почвъ, а именно такыръ, хакъ и соръ. Соръ, согласно Неуструеву („Почговѣдѣніе", 1911, № 2, стр. 39), „даетъ общее названіе осоленнаго мѣста и означаетъ вообще солончакъ, безотносительно къ виду его, чаще всего, конечно, съ выцвѣтами солей". „Въ словѣ „хакъ" оттѣняется избыточное увлажненіе по вре-

ковъ зависитъ, повидимому, отъ выдѣленія кристалловъ сѣрнокислаго натра, хлористаго натрія и гипса, раздвигающихъ частицы почвы.

Сообщенныя аналитическія данныя и приведенныя выше разсужденія даютъ возможность объяснить и детали въ морфологіи солонцовъ и солончаковъ. Такъ слоеватая структура верхняго горизонта солонцовъ можетъ быть объяснена послѣдовательнымъ усыханіемъ этого горизонта, послѣ насыщенія его весенней влагой, пористость его можетъ объясняться, какъ мы видѣли выше, выдѣленіемъ CO_2 при переходѣ $NaHCO_3$ въ Na_2CO_3. Плотность и вязкость горизонта B объясняется богатствомъ внесенныхъ гелей и тонкихъ суспензій, а процессъ образованія столбчатыхъ или призматическихъ отдѣльностей до нѣкоторой степени аналогиченъ образованію базальтовыхъ столбовъ. Послѣдніе получаются при охлажденіи, а первыя — при высыханіи. Распаденіе нижней части горизонта B (B_2) на многогранныя отдѣльности объясняется большимъ количествомъ коагулирующихъ веществъ (преимущественно хлористыхъ и сѣрнокислыхъ солей; углекислая известь играетъ здѣсь, повидимому, весьма подчиненную роль).

Что касается географіи солонцовъ и солончаковъ болѣе или менѣе равнинныхъ пространствъ, то, очевидно, она должна быть связана съ условіями накопленія солей и съ условіями плохого дренажа. Соли могутъ или накопляться въ пониженныхъ мѣстахъ, или приноситься грунтовыми водами. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ солонцовыя почвы могутъ располагаться и не на пониженныхъ участкахъ.

Въ районахъ полупустыни, разсѣченныхъ оврагами и хорошо дренированныхъ, а также въ районахъ, сложенныхъ водопроницаемыми породами, при отсутствіи близкихъ къ поверхности грунтовыхъ водъ, солонцовыя почвы встрѣчаются рѣже, при противоположныхъ условіяхъ онѣ часты и иногда почти вытѣсняютъ зональную почву, давая такъ называемые почвенные комплексы, т.-е. чрезвычайно пеструю картину почвеннаго покрова, въ которомъ постоянно чередуются участки зональной почвы съ участками слабо-солонцеватыхъ, солонцеватыхъ почвъ и солонцовъ [1]). Такими комплексами особенно характеризуется зона бурыхъ почвъ, и на этихъ комплексахъ мы остановимся подробнѣе въ географическомъ очеркѣ.

Чтобы закончить съ солонцовыми почвами, остановимся на химиче-

---

менамъ и обращеніе даннаго пространства въ грязь." Такыромь называютъ „незакрытое растеніями, твердое, стучащее подъ копытами пространство." Такыръ образованіе частью почвенное, частью геологическое. О его генезисѣ см. цитированную работу Неуструева.

[1]) Идея о присутствіи въ однихъ случаяхъ почвенныхъ комплексовъ и отсутствіи ихъ въ другихъ случаяхъ принадлежитъ Неуструеву и изложена имъ въ статьѣ, напечатанной въ журналѣ „Почвовѣдѣніе", 1910, № 2.

скихъ свойствахъ горныхъ карбонатно-солончаковыхъ почвъ, морфологія которыхъ была разсмотрѣна нами выше. Нижеслѣдующія аналитическія данныя относятся къ описанной уже нами почвѣ съ верховьевъ р. Коксы Енисейской губ.

Глубина взятія пробы.	H_2O при 100° Ц.	Гумусъ.	Потеря при прокалив.	CO_2.
3—8 см.	7,67%	20,33%	24,74%	—
18—23 „	5,83	9,83	14,10	—
45—48 „	5,37	—	—	7,53%
55—60 „	3,59	—	—	9,48

Водная вытяжка.

Глубина взятія пробы	3—8 см.	18—23 см.	50—55 см.
Цвѣтъ вытяжки . . .	ясно-желтый	слабо-желый	оч. слабо желтов.
Щелочность $2(HCO'_3)$.	0,0480	0,0504	0,0480
Сухой остатокъ . . .	0,1520	0,0980	0,0396
Минеральн. ост. . . .	0,0416	0,0310	0,0286
Потеря при прок. . .	0,1104	0,0670	0,0110
Cl.	0,0035	0,0015	0,0002
SO_3	0,0056	0,0070	0,0057

Валовой анализъ.

Глубина взятія пробы	3—8 см.	18—23 см.	55—60 см.
Въ 100 гр. почвы, высушенной при 105° Ц.			
Потеря при прокал.	25,53	14,22	13,12
SiO_2	47,47	55,21	51,44
Al_2O_3	13,76	15,80	15,28
Fe_2O_3	5,66	6,78	5,60
CaO	3,33	2,79	11,05
MgO	1,08	1,63	0,84
K_2O	1,34	1,31	1,29
Na_2O	1,28	1,43	1,29
P_2O_5	0,27	0,21	0,15
N	0,31	0,21	0,04
Сумма . .	100,03	99,59	100,10

Сдѣлавъ перечисленіе на безгумусовую и безкарбонатную массу, получаемъ:

SiO_2	63,71	64,67	66,83
Al_2O_3	18,47	18,50	19,84
Fe_2O_3	7,60	7,94	7,27
CaO	4,47	3,25	1,36
MgO	1,44	1,90	1,09
K_2O	1,80	1,53	1,67
Na_2O	1,71	1,67	1,67

Приведенныя данныя показываютъ, что горныя карбонатно-солончаковыя почвы отличаются огромнымъ количествомъ гумуса въ поверхностномъ горизонтѣ (въ одномъ образцѣ было опредѣлено даже 32,79%

гумуса). Такія количества опредѣляются, впрочемъ, лишь въ первыхъ 10—15 см., а глубже идетъ рѣзкое паденіе, хотя еще на глубинѣ около 30 см. въ нѣкоторыхъ образцахъ найдено отъ 7 до 9% гумуса. Этотъ рѣзкій скачекъ отличаетъ описываемыя почвы отъ черноземныхъ, гдѣ убыль гумуса сверху внизъ идетъ болѣе постепенно. Въ связи съ большимъ содержаніемъ гумуса, который въ верхнихъ горизонтахъ находится отчасти въ видѣ тончайшихъ торфообразныхъ пылинокъ, механически неотдѣлимыхъ нацѣло въ анализируемыхъ образцахъ, находится и высокая гигроскопичность описываемыхъ почвъ. Хорошо просохшіе при комнатной температурѣ образцы содержатъ еще иногда отъ 9 до 12% гигроскопической воды.

Останавливаясь на данныхъ водной вытяжки, мы замѣчаемъ прежде всего, что наши почвы имѣютъ, хотя и слабую, щелочную реакцію, что сближаетъ ихъ съ почвами степей и сухихъ степей. Растворимыхъ хлористыхъ и сѣрнокислыхъ солей онѣ содержатъ ничтожныя количества. Эти данныя близки къ тому, что наблюдалось въ водныхъ вытяжкахъ изъ черноземовъ, но рѣзкое преобладаніе въ растворѣ органическихъ веществъ надъ минеральными отличаетъ наши почвы отъ черноземовъ.

Въ валовомъ составѣ мы, какъ и въ черноземѣ, не наблюдаемъ рѣзкой разницы по горизонтамъ. Въ изслѣдованномъ образцѣ можно подмѣтить лишь относительное обогащеніе подгумусоваго горизонта кремнеземомъ и глиноземомъ. Мы полагаемъ, однако, что явленіе это—только кажущееся, и наблюдается потому, что гумусовые горизонты, особенно верхній, обогащаются основаніями, преимущественно известью, которая вмѣстѣ съ каліемъ, очевидно, входитъ въ составъ зольныхъ элементовъ гумуса.

Что касается скопленія углекислой извести, то они довольно значительны: уже на глубинѣ 45—48 см. мы находимъ ея до 17%, а глубже количество карбонатовъ еще увеличивается.

Анализированная почва, какъ мы видѣли выше, напоминаетъ своимъ habitus'омъ черноземъ; сейчасъ мы увидимъ, что цѣлый рядъ тѣхъ же свойствъ присущъ и карбонатно-солончаковой почвѣ, напоминающей своимъ обликомъ каштановую (см. стр. 484). Аналитическія данныя для этой послѣдней почвы таковы:

Глубина взятія пробы.	H_2O при 105° Ц.	Гумусъ.	Потеря при прокал.	CO_2
0— 5 см.	5,24%	10,29%	14,55%	—
25—30 „	4,20	7,16	13,76	7,51%
30—33 „	3,77	—		11,48
43—46 „	3,65	—		11,71
53—58 „	3,93	—		6,73

Водная вытяжка.

Глубина взятія пробы.	0—6 см.	23—30 см.	30—40 см.	51—58 см.
Цвѣтъ вытяжки	слабо-желт.	блѣдно-желт.	тоже	почти безцв.
Щелочность $(HCO_3)_2$	0,0756	0,0528	0,0552	0,0564
Сухого вещества	0,1506	0,0814	0,0914	0,1156
Минер. вещества	0,0522	0,0370	0,0498	0,0840
Потери при прок.	0,0984	0,0444	0,0416	0,0316
Cl	0,0016	0,0004	0,0010	0,0030
SO_3	0,0081	0,0044	0,0060	0,0238

Деградированные солонцы и солончаки. Эти образованія слѣдовало бы разсмотрѣть въ группѣ подзолистыхъ почвъ, такъ какъ деградація солонцовъ и солончаковъ ведетъ къ образованію подзолистаго типа почвы. Если мы не сдѣлали этого, то только потому, что представлялось желательнымъ сначала ознакомить читателя со своеобразной морфологіей и химизмомъ солонцовой группы почвъ.

Явленія деградаціи структурныхъ солонцовъ можно наблюдать въ такъ называемыхъ „осиновыхъ кустахъ“ („солоти“, „баклуши“, „мокрые кусты“) нашей черноземной полосы. Осиновые кусты представляютъ довольно частое явленіе въ Саратовской, Тамбовской и Воронежской губ. Развиваются они обычно въ подзонѣ мощнаго чернозема. На степи, особенно на плоско возвышенныхъ частяхъ ея, не имѣющихъ ската, существуетъ много впадинъ или степныхъ воронокъ, часто вытянутыхъ, разнообразной формы, въ общемъ округлыхъ. Такія образованія были изучены въ Бобровскомъ у. Воронежской губ. Поповымъ (83). Вмѣсто ковыльной степи вокругъ этихъ впадинъ развивается луговая степь; здѣсь, помимо растеній, свойственныхъ сухой степи, имѣется рядъ новыхъ въ силу того, что вокругъ этихъ впадинъ накопляется достаточное количество влаги, и грунтовыя воды часто лежатъ очень близко отъ поверхности. Тамъ подъ вліяніемъ избытка почвенной влаги и влаги, застаивающейся весной и осенью, развивается своеобразный травяной покровъ и своеобразныя растительныя формаціи. Здѣсь встрѣчается, между прочимъ, солонцовая степь съ солончаковатымъ или солонцеватымъ черноземомъ. Структурные солонцы здѣсь многочисленны и разнообразны. Солонцы находятся и въ самихъ западинахъ. Западина, покрытая солонцами, съ теченіемъ времени углубляется и залегавшій въ ней солонецъ начинаетъ въ ней деградироваться. Подъ вліяніемъ влаги вмѣсто чернаго или сѣровато-чернаго солонца получается солонецъ бѣлесый въ верхней части (гориз. A_2 и верхушки гориз. B), съ подзолистымъ оттѣнкомъ. Позже бѣлѣетъ и весь столбчатый горизонтъ, столбики распадаются на отдѣльные куски и, наконецъ, совершается полный переходъ солонца въ подзолъ рис. 35, 36 и 37. Еще болѣе рѣзко идетъ деградація, если упомянутая котловина заселяется ивами (чаще всего Salix cinerea и S. repens), а затѣмъ появляется осина.

Ивы заселяютъ уже нѣсколько выщелоченные въ верхнихъ горизонтахъ солонцы. Въ зарослях ивъ скопляется снѣгъ, благодаря чему почва обрабатывается все большимъ количествомъ влаги, которая къ тому же не задерживается въ верхнихъ горизонтахъ почвы, разрыхленной корнями. При деградаціи подъ ивовыми зарослями столбчатый горизонтъ энергично распадается, и слѣды его можно наблюдать только въ болѣе глубокихъ частяхъ разрѣза. Наблюдается цѣлый рядъ переходныхъ ступеней отъ столбчатаго солонца до типичнаго подзола. Когда осина попадаетъ между зарослями ивъ, она находитъ очень хорошія условія для своего роста, такъ какъ здѣсь есть влага и необходимое отѣне-

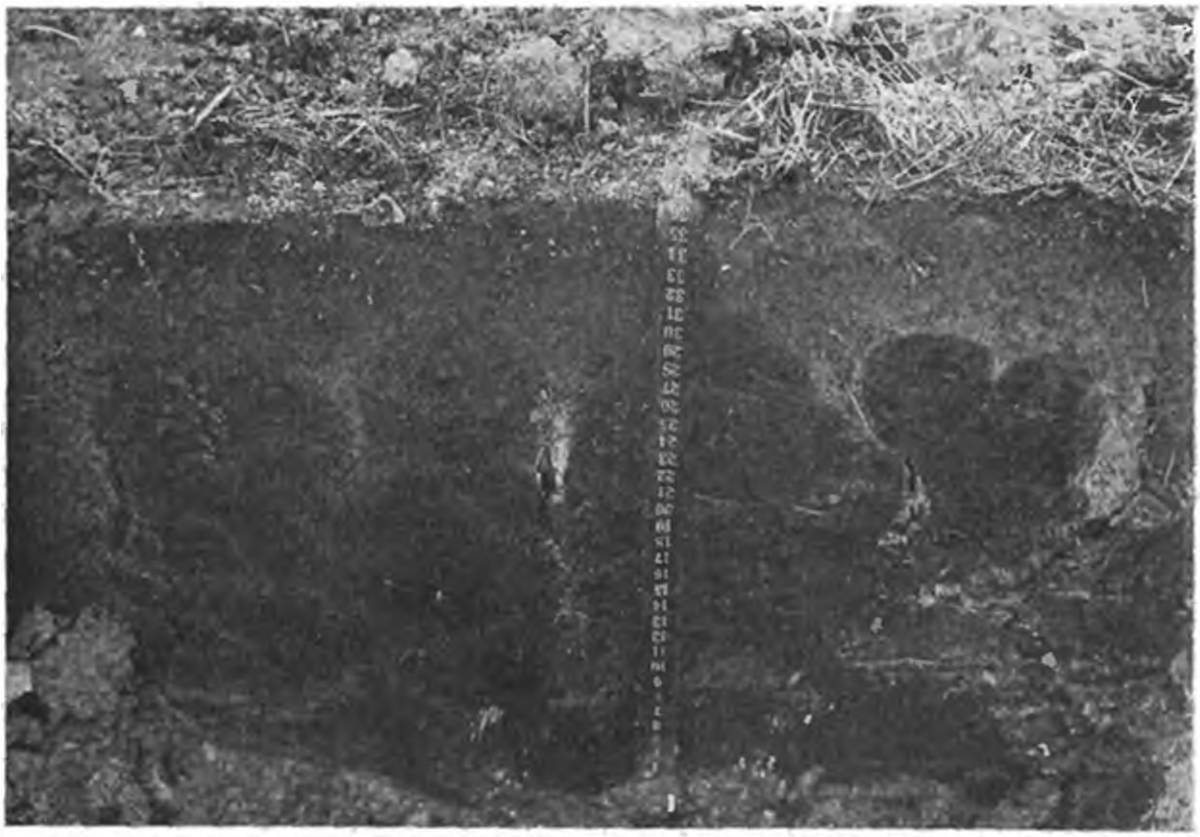


Рис. 35. Деградація столбчатаго солонца. (Фот. Т. Попова).

ніе. Осинникъ начинаетъ разростаться, постепенно вытѣсняетъ ивы и деградируетъ почву еще сильнѣе. Подъ осиновымъ кустомъ обычно никакого слѣда бывшаго тутъ солонца нѣтъ: онъ окончательно превратился въ подзолъ.

Точно такое же явленіе деградаціи солонцовъ наблюдается во всей черноземной полосѣ Зап. Сибири, въ области такъ называемыхъ „колковъ, т.-е. куртинъ осиноваго и березоваго лѣса (см. напр. Рожанецъ, 90).

Въ Западной же Сибири въ широкомъ масштабѣ идетъ деградація карбонатныхъ солончаковъ подъ вліяніемъ лѣса (Ханскій, 120). Получающіяся почвы нѣсколько напоминаютъ своей морфологіей лѣсные суглинки.

Пустынныя корки. Въ группѣ солончаковъ мы разсмотримъ также такъ называемыя пустынныя корки, хотя вопросъ о положеніи таковыхъ въ почвенной классификаціи не можетъ считаться въ достаточной мѣрѣ выясненнымъ, не смотря на то, что въ настоящее время накопилась уже довольно богатая литература, посвященная вопросу о географіи и генезисѣ пустынныхъ корокъ. Таковыхъ можно различить по меньшей мѣрѣ три типа, а именно: известковая кора, гипсовая кора и защитная кора.

Хотя всѣ упомянутыя коры были извѣстны уже давно, но наиболѣе полную картину о нихъ дали работы Бланкенгорна (8—11) [1]), на кото-

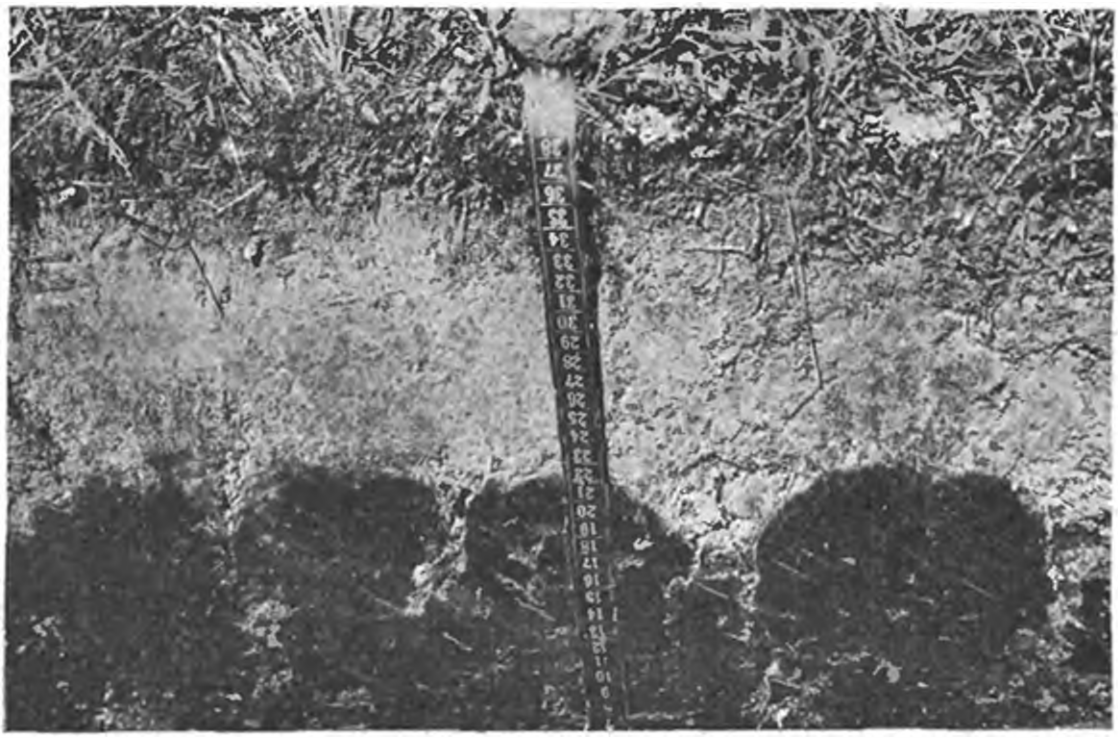


Рис. 36. Деградація столбчатаго солонца. (Фот. Т. Попова).

рыхъ мы прежде всего и остановимся. Изученіе поверхностныхъ образованій Сѣв. Африки приводитъ Бланкенгорна къ заключенію, что сѣверо-африканская пустыня можетъ быть раздѣлена на три зоны, различіе которыхъ обусловливается неодинаковыми климатическими факторами, что касается частью температуры, а главнымъ образомъ атмосферныхъ осадковъ. Одного взгляда на карту осадковъ достаточно для того, чтобы видѣть, что Египетъ принадлежитъ двумъ климатическимъ зонамъ.

Нильская дельта и самая сѣверная полоса Ливійской пустыни относится еще къ области правильныхъ средиземноморскихъ зимнихъ дождей, такъ же, какъ Сирія, Тунисъ, Алжиръ и Марокко. Во всѣхъ перечисленныхъ странахъ сходны и поверхностныя образованія. Легко

[1]) По тому же вопросу см. Massignon (61), Le Mesle (57), Fischer, Flamant (29), Passarge (78).

растворимыя соли: поваренная и гипсъ, какъ и въ умѣренномъ климатѣ Европы, выщелочены изъ почвы путемъ естественнаго дренажа. Но такъ какъ испареніе, усиливаемое вѣтрами, здѣсь не менѣе значительно, чѣмъ въ центральной пустынѣ, то и здѣсь водные растворы вытягиваются на поверхность по капиллярамъ, и такъ какъ легко растворимыхъ солей здѣсь нѣтъ, то поднимаются къ поверхности болѣе трудно растворимыя, которыя и выдѣляются, наконецъ, изъ растворовъ, образуя твердую кору. Такимъ образомъ возникаютъ твердыя корки свѣтло-краснаго, буроватаго, сѣраго или бѣлаго цвѣтовъ, состоящія изъ углекислой извести, химически связанной кремнекислоты, окиси желѣза и

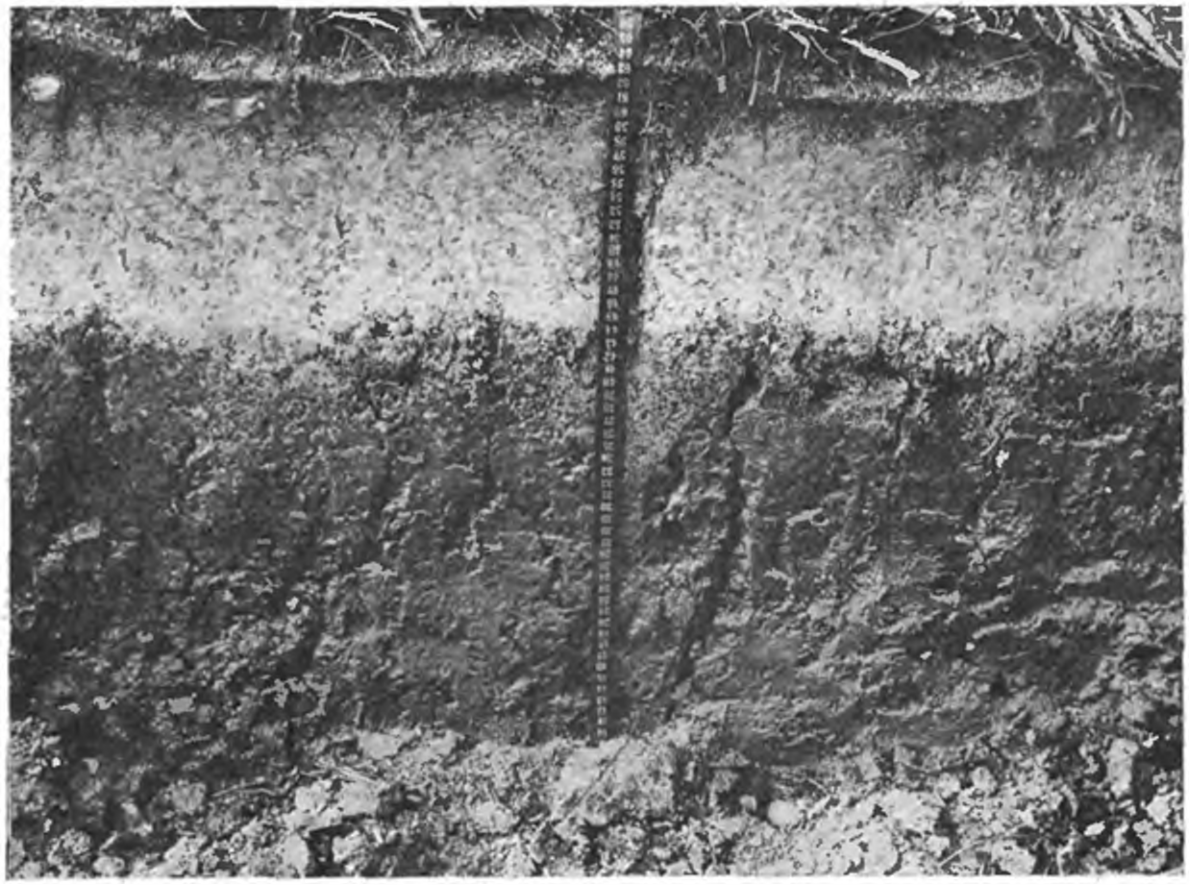


Рис. 37. Подзолъ, получившійся путемъ деградаціи солонца. (Фот. Т. Попова).

воды со слѣдами хлористаго натрія. Въ видѣ включеній въ коркѣ находятся кварцевыя зерна, куски кремня и пр., а также раковины Helix и другихъ наземныхъ моллюсковъ.

По даннымъ Бланкенгорна, известковая кора одѣваетъ иногда слоемъ до 1 м. мощности волнистую поверхность равнины Туниса, особенно приподнятыя сухія мѣста, гдѣ всего сильнѣе идетъ испареніе. Въ плоскогорьяхъ Алжира и внутри Марокко известковая кора, мощностью до 50 см., распространена на громадномъ пространствѣ совершенно независимо отъ рельефа материнскихъ породъ. Тамъ, гдѣ эта кора покрываетъ сухую породу, напримѣръ, пески, какъ между Bogar и Djelfha, мѣстные жители во многихъ мѣстахъ легко устраиваютъ земляныя жилища, проламывая кору и подрываясь подъ нее.

Въ сѣверной Сиріи Бланкенгорнъ нашелъ такія же почвенныя образованія по краямъ сѣверно-сирійской пустыни, между Homs, Selemije и Aleppo, съ мощностью до 50 см. Въ Палестинѣ такія же корки были уже раньше описаны Фраасомъ; въ окрестностяхъ Іерусалима онѣ имѣютъ даже особое названіе: nari. По новѣйшимъ даннымъ (Бланкенгорнъ), nari, (Oberflächenbreccie) достигаютъ мощности отъ $^1/_2$ до 2 метр. Бланкенгорнъ наблюдалъ ихъ также по пути изъ Мекки въ Monghara. Здѣсь известковыя корки одѣвали слоемъ до 0,75 м. холмы, сложенные морскими четвертичными осадками. Цвѣтъ ихъ былъ сѣрый или красноватый, содержаніе кремнезема колебалось между 1 и 9%. И далѣе, къ юговостоку отъ Bir Hamam, эти поверхностныя образованія, хотя и болѣе спорадично разсѣянныя, сопрово-

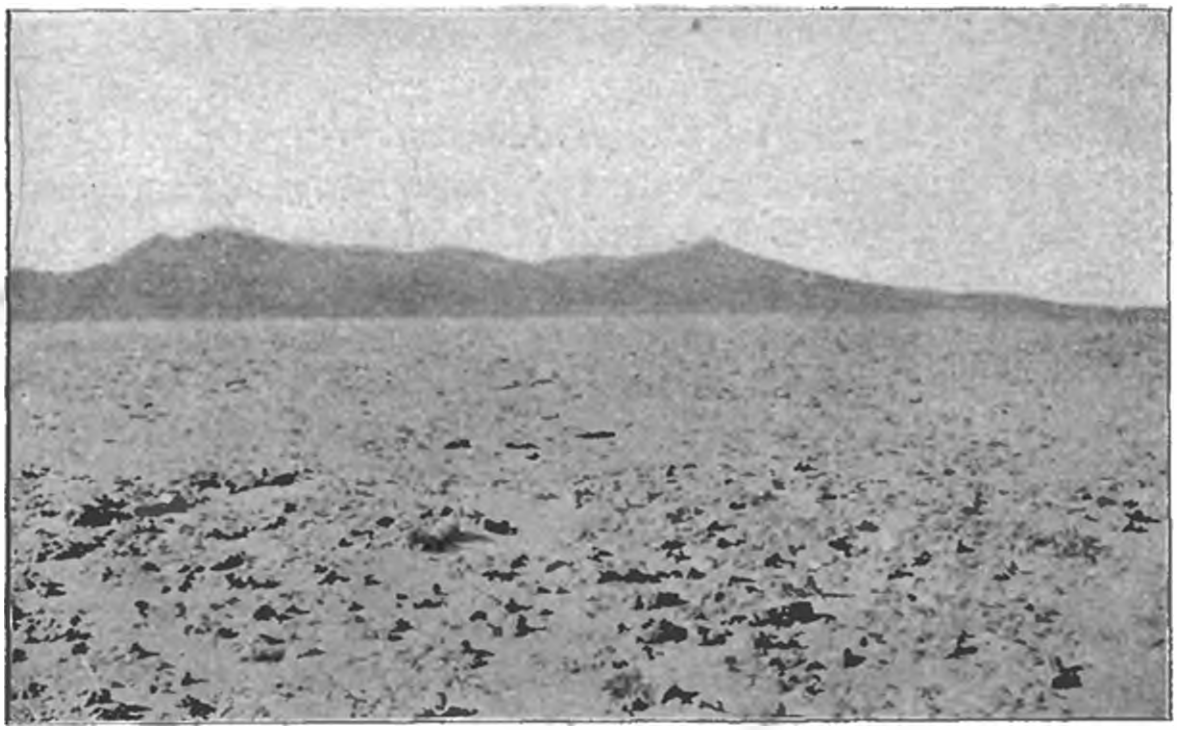


Рис. 38. Известковая корка въ С. Америкѣ.

ждаютъ путешественника на протяженіи почти 70 километровъ въ сѣверное Ливійское пустынное плато. Здѣсь, правда, известковая кора представлена нѣсколько иначе, и ея присутствіе выражается въ томъ, что всѣ твердыя породы, особенно же плейстоценовый известнякъ, несутъ на поверхности ту же самую характерную грязновато-мясокрасную окраску и имѣютъ бо́льшую твердость и плотность на поверхности, чѣмъ въ глубинѣ.

Таже известковая кора встрѣчается въ С. Америкѣ (Техасъ и Нью-Мексико) и имѣетъ здѣсь мѣстами широкое распространеніе. Она извѣстна въ С. Америкѣ подъ именемъ hardpan. Іог. Вальтеръ, описывая пустынные районы этой страны, указываетъ, что здѣсь кристаллическія и палеозойскія породы покрыты бѣлой известковой коркой, цементирующей мѣстами гальки, находящіяся на поверхности. Харак-

терно, что тѣ области въ С. Америкѣ, въ которыхъ встрѣчается известковая кора, имѣютъ то же годовое количество осадковъ, какъ и южный Атласъ, Палестина и внутренняя часть Сиріи.

О химическомъ составѣ известковой коры можно судить по нижеслѣдующимъ даннымъ, относящимся къ почвамъ Сиріи:

SiO_2 химич. связанн. . .	3,2— 7,2%
Al_2O_3	1,0— 2,1
Fe_2O_3	0,8— 1,2
$CaCO_3$	88,4—85,2
NaCl	1,3—10
H_2O	4,2— 2,4

Въ менѣе дренированной части Египта, болѣе бѣдной атмосферными осадками, вмѣсто известковой коры появляется гипсовая кора или брекчія. Находящіяся на поверхности кварцевыя зерна и обломки породъ соединены въ кавернозную массу цементомъ, состоящимъ изъ гипса и углекислой извести или только изъ гипса. Этотъ гипсъ, при дѣйствіи вѣтровъ, можетъ иногда покрываться поверхностнымъ механическимъ наносомъ. Въ Египтѣ феллахи добываютъ гипсъ, но черезъ нѣсколько лѣтъ гипсовая кора вновь появляется.

Со стороны химическаго состава гипсовая кора сѣверо-африканской пустыни была изучена Piccard (81), у котораго мы заимствуемъ нѣсколько аналитическихъ опредѣленій:

Песку и глины	62,9%
$CaCO_3$	0,8
$CaSO_4$	27,5
$KCl + NaCl$	0,16
H_2O и орган. вещ.	8,64

Судя по описанію Штрейха (102), гипсовая кора встрѣчается и въ пустыняхъ центральной Австраліи.

Въ пустынныхъ районахъ С. Америки гипсовыя корки описывались въ штатѣ Нью-Мексико, гдѣ занимаютъ широкую неправильную площадь къ сѣверу отъ Black River и другую площадь — къ югу отъ этой рѣки (рис. 39). Гипсовыя почвы носятъ здѣсь мѣстное названіе yeso. Means и Frank D. Gardner указываютъ, что гипсъ здѣсь находится въ зернистомъ видѣ. Въ сухомъ состояніи почвы плотны и тверды, но при смачиваніи онѣ, какъ куски сахара, впитывая влагу, становятся мягкими и начинаютъ пропускать воду.

Въ сѣв. Африкѣ, по мѣрѣ движенія къ югу, гипсовая кора исчезаетъ и рѣдко лишь переходитъ широту Minieh. Начиная отсюда, на поверхности земли встрѣчаются лишь накопленія обломковъ безъ всякаго склеивающаго цемента, пока подъ 18° с. ш. не перейдемъ въ еще болѣе бѣдную дождями область.

Если смотрѣть на известковую и гипсовую корки съ точки зрѣнія Бланкенгорна, то ихъ слѣдуетъ сближать съ солончаками, но точка зрѣнія Бланкенгорна не единственная, и даже фактическая сторона его наблюденій въ новѣйшихъ работахъ какъ будто бы раздѣляется не всѣми изслѣдователями. Такъ, напримѣръ, Пассарге указываетъ, что во внутреннихъ степяхъ Алжира коры достигаютъ толщины въ 0,5—2 м. и болѣе, но сверху онѣ всегда прикрыты землистымъ слоемъ въ 0,25—1 ф. Если это такъ, то возникаетъ вопросъ, не представляютъ ли во многихъ случаяхъ известковыя корки обычный карбонатный иллювіальный горизонтъ, свойственный всѣмъ почвамъ пустынныхъ степей, но только нѣсколько приближенный къ

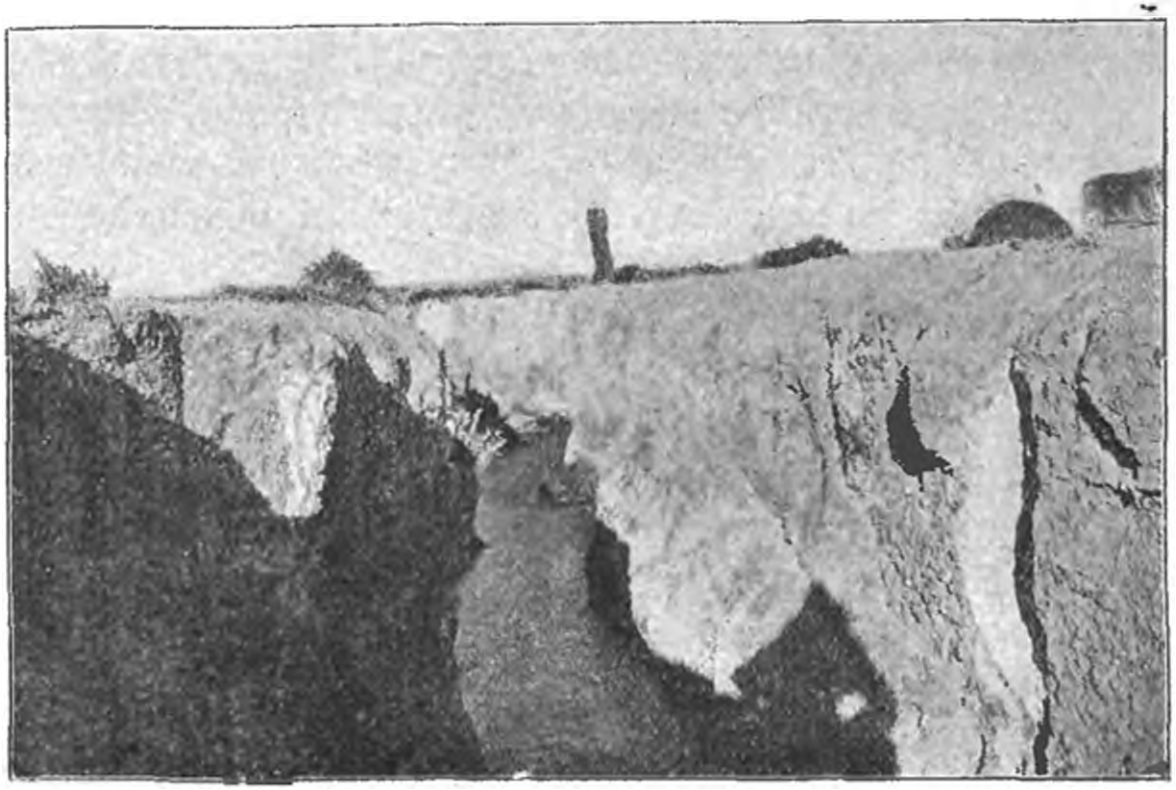


Рис. 39. Гипсовая кора въ С. Америкѣ.

поверхности. По крайней мѣрѣ, Драницынъ, въ своемъ путешествіи по Алжиру, нигдѣ не нашелъ известковыхъ корокъ, карбонатные же горизонты попадались всюду въ почвахъ пустынныхъ степей.

Существуетъ и другая точка зрѣнія на известковыя корки, впервые обоснованная Фраасомъ, который считалъ корку Палестины реликтовымъ образованіемъ, свойственнымъ бывшему, болѣе влажному климату. Эта точка зрѣнія, по отношенію къ сѣверо-африканскимъ коркамъ, раздѣлялась Ролландомъ и Пассарге (l. c.).

Штудируя литературу объ известковыхъ и гипсовыхъ коркахъ, можно притти къ заключенію (см. Драницынъ, 26), что подъ именемъ корокъ описывались довольно разнообразныя по генезису отложенія. Въ однихъ случаяхъ это иллювіальные горизонты, въ другихъ можетъ быть и элювіальныя образованія (напр. богатые карбонатами сѣро-

земы Закавказья на вулканической лавѣ или нѣкоторыя корки С. Америки на кристаллическихъ породахъ), въ-третьихъ — образованія аналогичныя солончакамъ и пр.

Вопросъ во всякомъ случаѣ требуетъ дальнѣйшаго изученія какъ со стороны географіи, такъ, въ особенности, со стороны морфологіи и химизма, въ связи съ тѣми же свойствами другихъ почвенныхъ горизонтовъ и материнскихъ породъ, на которыхъ известковыя и гипсовыя корки образуются.

Въ бездождной области пустыни, при отсутствіи известковыхъ и гипсовыхъ корокъ, тѣмъ яснѣе выступаетъ бурая защитная кора, носящая также названіе пустыннаго загара (рис. 40). На защитную кору обратилъ вниманіе еще Гумбольдтъ во время своихъ путешествій, но далъ этому явленію неправильное толкованіе. Впослѣдствіи, въ 40-хъ, 50-хъ и 60-хъ годахъ XIX столѣтія о пустынномъ загарѣ сообщали многіе путешественники и изслѣдователи, но лишь въ новѣйшее время защитная кора была изучена полнѣе, и появились толкованія способа ея происхожденія.

Наблюденія Іог. Вальтера въ Африкѣ, Америкѣ и Азіи показали, что бурая кора является настолько характернымъ признакомъ бездождныхъ областей, что можетъ считаться какъ бы руководящимъ ископаемымъ пустынь. Чѣмъ бѣднѣе осадками пустыня и чѣмъ бѣднѣе она растительностью, тѣмъ рѣзче и нагляднѣе выдѣляется и бурая кора. Опредѣленіе бурая не всегда отвѣчаетъ дѣйствительности: защитная кора бываетъ желтая и черная, блестящая, какъ лакъ, и красноватая. Нѣкоторые известняки обнаруживаютъ слабую наклонность къ образованію корки; ихъ поверхность представляется свѣтло-бурой или свѣтло-желтой. Если же они содержатъ окаменѣлости, то поверхность послѣднихъ окрашивается въ темный кофейно-бурый или черный цвѣтъ. Богатыя кремнеземомъ породы осебенно легко покрываются бурой корой, и кремнистыя конкреціи, кремнистыя губки выдѣляются своимъ темно-бурымъ цвѣтомъ на свѣтло-буромъ или даже желтомъ фонѣ содержащихъ ихъ породъ. У гранитовъ западной части Тексаса полевые шпаты бурѣютъ сильнѣе, чѣмъ кварцъ и слюда; гальки и куски породъ на верхней поверхности темнѣе, чѣмъ на нижней.

Изслѣдованія Обручева (73) въ пустыняхъ центральной Азіи показали, что и тамъ защитная кора имѣетъ широкое распространеніе, наиболѣе интенсивно развиваясь въ мѣстахъ, гдѣ отсутствуетъ растительность. Инсоляція, по мнѣнію Обручева, играетъ въ образованіи корки не существенную роль, такъ какъ утесы, валуны и щебень покрыты коркой со всѣхъ сторонъ, обращенныхъ къ разнымъ странамъ свѣта, и разница въ интенсивности образованія корки на поверхностяхъ, обращенныхъ къ югу или къ сѣверу, очень слаба.

Корка наиболѣе темна и блестяща на породахъ, содержащихъ наибольшее количество кремнезема и желѣза, т.-е. на кварцитахъ, лидитахъ, кварцевыхъ сланцахъ, діабазахъ, базальтахъ, порфѵрахъ и порфиритахъ; на крупнозернистыхъ гранитахъ корка свѣтлѣе, менѣе блестящая и распредѣляется не сплошь, а большими и малыми пятнами. На известнякахъ съ прожилками желѣзистаго кварца поверхность утесовъ и щебня весьма оригинальна: прожилки и гнѣзда кварца выдаются ребрами и буграми и покрыты корками болѣе темными и блестящими, чѣмъ промежуточные участки известняка, которые болѣе или менѣе грубо-шероховаты или даже остро-бугорчаты и покрыты бурой или желтобурой матовой коркой.



Рис. 40. Защитная кора въ Забайкальѣ.

„Наибольшаго поразительнаго развитія“, по словамъ Обручева, „черная корка достигаетъ на южномъ склонѣ Тянь-Шаня, въ ущельѣ Курамъ-Ташъ и въ полосѣ пустыни, опоясывающей съ юга восточный Тянь-Шань; въ упомянутомъ ущельи склоны горъ, поднимающіеся на 500—700 метр. надъ дномъ, съ верху до низу сплошь покрыты блестящей корой, такъ что при соотвѣтствующемъ освѣщеніи сверкаютъ милліонами синеватыхъ огоньковъ, при другомъ освѣщеніи подавляютъ своей чернотой, словно вылитые изъ чугуна колоссы“.

Защитная кора чаще всего характеризуется ничтожной мощностью въ одинъ или немного больше миллиметровъ и такъ плотно приплавлена къ породѣ, что ее нельзя отдѣлить. Окраска самой породы почти не оказываетъ никакого вліянія на цвѣтъ коры; у красныхъ и бѣлыхъ песчаниковъ Вальтеръ наблюдалъ одинаковый оттѣнокъ защитной коры.

Если поскоблить защитиую корку острымъ инструментомъ или осколкомъ кремня, то чаще всего, по наблюденіямъ Зикенбергера, обиаруживается кроваво-красная черта, иногда же желтая и сѣрая. Первая отвѣчаетъ, по всей вѣроятиости, маловодному гидрату окиси желѣза (турьиту), вторая—гетиту или лимониту, а третья—окисламъ марганца. Смѣсь этихъ соединеній способствуетъ полученію различныхъ другихъ оттѣнковъ черты. Что касается химическаго состава защитной коры, то здѣсь между чистыми окислами желѣза и таковыми же марганца наблюдаются всевозможиые переходы.

Въ образованіи защитной коры принимаютъ участіе, по мнѣнію Вальтера, тѣ же силы, благодаря которымъ на поверхности породъ въ сухихъ областяхъ появляются растворимыя соли, а именно влажность и нагрѣваніе солнечными лучами. Породы, являясь болѣе или менѣе пористыми, впитываютъ въ себя влагу росы или дождя. Кромѣ того, тѣ же породы содержатъ въ себѣ слѣды растворимыхъ солей, особенно хлористаго натрія, который можно встрѣтить повсюду. Присутствіе солей способствуетъ ходу разложенія горныхъ породъ. Углекислота и фосфорная кислота, содержащіяся въ окаменѣлостяхъ, также играютъ въ разсматриваемыхъ процессахъ роль растворителей. Если проникнутыя указанными растворами породы нагрѣваются, то растворы подвимаются по капиллярамъ къ поверхности, гдѣ соединенія желѣза и марганца выдѣляются и образуютъ твердую оболочку. Кремнеземъ кристаллическихъ породъ и фосфориая кислота известняковъ вступаютъ въ соединеніе съ желѣзомъ и марганцемъ, благодаря чему окислы закрѣпляются на поверхности породы, а выдѣлившіяся хлористыя соли уносятся вѣтромъ. Въ коркахъ на известнякахъ Моккатама было найдено 2,5% фосфорнаго ангидрида. Эта фосфорная кислота получается изъ окаменѣлостей, чѣмъ объясняется наблюденіе Вальтера, что нуммулиты бываютъ окрашены интенсивнѣе содержащаго ихъ известняка.

Подъ вліяніемъ ливня, иногда проносящагося надъ пустыней, защитная кора частью разрушается, частью мѣняетъ свой цвѣтъ, и изъ глянцевитой становится матовой, но затѣмъ, подъ дѣйствіемъ солнечнаго нагрѣванія, озона воздуха и отчасти шлифованія, сообщающаго коркѣ блескъ, возстановляется первоначальный видъ корки.

Линкъ (60), основываясь на лабораторныхъ опытахъ, полагаетъ, что гидраты окиси желѣза отдѣляются отъ желѣзосодержащихъ породъ подъ вліяніемъ растворовъ хлористаго натрія и азотнокислаго аммонія, при сильномъ нагрѣваніи, какое происходитъ въ пустыняхъ. Влагу для образованія упомянутыхъ растворовъ доставляетъ главнымъ образомъ роса, а не дожди, которыя въ пустыняхъ рѣдки. Тамъ, гдѣ часты выпаденія дождей, корки не появляются, несмотря на одинаковую съ пустыней силу инголяціи.

Въ послѣднемъ заключеніи Линкъ, однако не вполнѣ правъ. Какъ показали изслѣдованія Дю-Буа (27), защитная корка появляется на поверхностяхъ скалъ и галекъ и во влажныхъ районахъ тропиковъ (Суриамъ), по преимуществу въ сухое время года. Изслѣдователь наблюдалъ и изучалъ здѣсь цѣлый рядъ корокъ: свѣтло-буровато-красную на гранитѣ, желтую, красновато-бурую до черной на среднезернистомъ гранитѣ, черную, гладкую и блестящую корку на гранатъ содержащемъ слюдяномъ сланцѣ въ точкахъ, гдѣ нѣтъ или мало граната. На полевыхъ шпатахъ саванновыхъ песковъ Дю-Буа наблюдалъ также черную корку.

Литература.

1. Абутьковъ. Тр. почв.-бот. эксп. по изслѣд. колон. район. Азіатской Россіи. Почв. изслѣд. 1908 г., вып. 3.
2. Адріановъ. Зап. Западн.-Сиб. Отд. Имп. Русск. Геогр. Общ., кн. VIII, вып. 2, 1886.
3. Архиповъ. Зап. Кавк. Сел. Хоз., 1860, №№ 1—2.
4. Барботъ де-Марни. Зап. Имп. Геогр. Общ., 1862, кн. 3.
5. Bertainchaud. Comptes rendus, CXXXII, 1001.
6. Безпалый. Тр. Имп. Вольн. Экон. Общ. 1891, № 4.
7. Безсоновъ и Неуструевъ. „Почвовѣдѣніе", 1902, стр. 307.
8. Blanckenhorn. Peterm. Mitteil. Ergänzungsh. 90, 1880.
9. — Zur Kenntnis d. Susswasserablag. und Mollusken Syriens. Palaeontographica, XLIX.
10. — Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch., Bd. 53, H. 3.
11. — Zeitschr. d. deutsch. Palästina-Ver. 1905, 28.
12. Богданъ. Отч. Валуйск. с.-хоз. оп. ст., годъ I—II, 1900.
13. Богдановичъ. Изв. Имп. Русск. Г. О. 1888, т. XXIV.
14. Boussingault. Comptes rendus, LXXVIII, 1874.
15. Brackebusch. Bol. de la Acad. Nacion. de Ciencias en Córdoba. 1883. V, p. 240.
16. Burmeister. Description phys. de la république Argentine. T. II, Paris, 1876.
17. Clerici, E. Boll. Soc. geol. ital. 20, CLXIX—CLXXIX.
18. Даннлевскій. Матер. по изуч. русск. почвъ, вып. I.
19. Днмо. „Почвовѣдѣніе", 1903, № 2.
20. — Полупустынныя образ. юга Царицынскаго у. Саратовъ, 1907.
21. — Сельско-хоз. Вѣстникъ юго-востока Россіи, 1911, №№ 1—3.
22. Doelter. Handbuch der Mineralchemie. Bd. 2, 1913.
23. Докучаевъ. Картографія русскихъ почвъ. 1879.
24. „ и ученики. Матеріалы къ оцѣнкѣ зем. Полтав. губ. Вып. I—XVI.
25. Doring. Bol. de la Acad. Nacion. de Ciencias en Córdoba. 1884, VI, p. 272.
26. Драницынъ. Труды Докуч. Почв. Комит., т. III, 1915.
27. Du-Bois. Tscherm. miner. u. petrogr. Mitteil., 23, H. 1, 1903.
28. Fischer, Th. Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1910, H. 3.

29. Flamant. Notice sur l'Hydraulice agricole en Algérie, Alger, 1900.
30. Fraas. Geologisches aus d. Orient. 1867.
31. Франкфуртъ. Вѣд. с.-хоз. и промышл. организ. южно-русск. землед. синдиката, 1902, №№ 46—41.
32. Гедройцъ. Сообщ. изъ Бюро по Землед. и Почвов. Учен. Комит. Главн. Упр. Земл. и Земл. Сообщеніе VIII. 1913.
33. Гернъ, фонъ. Зап. Запад.-Сиб. Отд. И. Р. Г. О., кн. X, 1883.
34. Глинка, К. „Почвовѣдѣніе", 1910, № 4, 1909, № 4.
35. Гордѣевъ. Труды Сарат. Общ. Естеств., т. V, 1903.
36. Гордягинъ. Зап. Запад.-Сиб. Отд. И. Р. Г. О., кн. XXII, 1897.
37. — Тр. Общ. Ест. при Казан. Унив., т. XXXIV, 1900.
38. Горшенинъ, Яковлевъ, Стратоновичъ. Труды Докуч. Почв. Ком., вып. I, 1914.
39. Hanusz. Földraizi Közlömenyek. 1888, XVI.
40. Heyfelder. Buchara. Peterm. Mitt. 1889, VII.
41. — Ann. de la sc. agron. franç. et étrangère. 1893.
42. Hilgard. Origin, value and reclamation of alkali lands. — Jearbocck of the U. S. Depart. of Agric. 1895, 103.
43. Holub. Journey through central South-Afrika. Proc. Roy. Geogr. Soc. 1880.
44. Houzeau. Comptes rendus, 1869, t. LXVIII.
45. Humboldt. Reise in die Aequatorialgegend, 4.
46. Klein, C. Sitzungsber. d. k. preuss. Akad. d. Wissensch., 1901, 612—613.
47. Kohlrausch. Landw. Wochenbl. d. k.k. Ackerbauminist. 1870.
48. Козловскій. Мат. по изуч. русск. почвъ. Вып. VIII.
49. Коссовичъ. Отч. сельско-хоз. химич. лабор. Вып. I, стр. 22, вып. III, стр. 1—18—22.
50. — Журн. Опытн. Агрон. 1903, кн. 1.
51. Костычевъ. Землед. Газета. 1882, стр. 777—778.
52. — Сельское и лѣсное хоз. Россіи, 1893.
53. Краснопольскій. Изв. Геол. Ком., т. XIII, 1894.
54. Krassay, E. de. Jahrb. d. k.k. geolog. Reichsanst. 1876.
55. Левченко. Тр. почв.-ботан. эксп. по изслѣд. колониз. район. Азіатск. Россіи. Почв. изслѣд. 1908, вып. 1.
56. Левинсонъ-Лессингъ. Тр. Имп. Вольн. Экон. Общ. 1890, № 2.
57. Le Mesle. Mission géolog. en Tunisie 1890—91. Journ. de voyage. Paris. 1899.
58. Леопольдовъ. Журн. Мин. Госуд. Им. 1844.
59. Lespagnol. Ann. de géographie, №№ 31, 32, 33, 1898.
60. Link, G. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., 1901, Bd. 35.
61. Massignon. Le Maroc dans les prémières années du XVI siècle. Tableaux géograph. d'après Léon l'Africain. Alger, 1906.
62. Matthieu et Trabet. Le haut plateau oranais. Alger, 1891.
63. Миддендорфъ. Очерки Ферганской долины, 1882.
64. — Бараба, 1871.
65. Михайловъ. Зап. Запад.-Сиб. Отд. И. Р. Г. О., кн. XVI, вып. 1, 1893.
66. Мушкетовъ. Туркестанъ, т. I, 1886.
67. Napp. Die Argent. Republik. — Buenos-Aires, 1876.
68. Natterer. Chem. Zentralbl., 1895, p. 686.
69. Неуструевъ. Тр. почв.-ботан. эксп. по изслѣд. почвъ Азіатской Россіи, почв. изслѣд. 1908, вып. 7.

70. Неуструевъ. „Почвовѣдѣніе“, 1910, № 2.
71 Ochsenius. Wollny's Forschung. 1897, Bd. XIX.
72. Обручевъ. Закасп. область. Зап. Имп. Р. Г. О., 1890.
73. — Центр. Азія, Сѣв. Китай и Нань-Шань. т.т. I и II, 1900—1901.
74. Остряковъ. Тр. Общ. Ест. при Казан. Унив., т. XXXV, вып. 5, 1901.
75. — Вліяніе условій поверхн. увлажн. на процессы почвообраз. въ сухихъ областяхъ. Казань, 1905.
76. Palmer. Journ. f. prakt. Chemie, Bd. 105.
77. Parish, W. Buenos Aires and the provinces of the Rio de la Plata. London, 1852.
78. Passarge. Geograph. Zeitschr., 1909, H. 9.
79. Petzhold. Archiv f. Naturkunde Liv-, Est- u. Kurlands, I. Ser. III.
80. Philippi. Reise durch die Wüste Atakama, Halle, 1860.
81. Piccard. Vierteljahresschr. d. Naturf.-Gesellsch. zu Zürich, Bd. III.
82. Полыновъ, Б. Почвы Черниг. губ. Вып. I. Остерскій у. Черниговъ, 1906.
83. Поповъ, Т. Тр. Докуч. Почв. Ком., вып. III, 1915.
84. Posepny. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien, LXXVI, 1876.
85. Прасоловъ. Труды почв.-ботан. экспед. по изслѣд. колониз. районовъ Азіат. Россіи. — Почв. изслѣдов. 1908, вып. VI.
86. — Ibidem. — Почв. изслѣд. 1910, вып. 2, 1914.
87. Пѣгѣевъ. Сельск. хоз. и лѣсоводство, 1896, т. 181.
88. Раманнъ. „Почвовѣдѣніе“, 1902, № 1.
89. Richthofen, Freiherr von. China, Bd. I, 1877.
90. Рожанецъ. См. Предвар. отч. объ организ. и исполн. работъ по изуч. почвъ Азіатской Россіи въ 1912 г. — Изд. Перес. Упр. Спб. 1913.
91. Сафроновъ. Хозяинъ, 1900, стр. 1559.
92. Schirmer. Le Sahara. Paris, 1893.
93. Schickendantz. Bol. de la Aced. Nacion. de Ciencias en Córdoba, I. 1874, p. 240.
94. Schlagintweit-Sakünlünski. Abh. d. bayer. Akad. d. Wissensch., XI, 1871, p. 115.
95. Schweinfurth u. Lewin. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin. 1898, XXXIII, № 1, p. 1—25.
96. Земятченскій. Пады, имѣніе В. Л. Нарышкина. Спб. 1894.
97. Sigmond. Földtani közlöny, 1906, Oktob.-Dezemb. p. 439—454.
98. Скаловъ. Тр. почв.-ботан. экспед. по изслѣд. колониз. район. Азіатской Россіи. — Почв. изслѣд. 1909 г., вып. 2.
99. Словцовъ. Зап. Запад.-Сиб. Отд. И. Р. Г. О. кн. XXI, 1897.
100. Стасевичъ. Тр. почв.-ботан. экспед. по изслѣд. колониз. район. Азіат. Россіи. Почв. изслѣд. 1908 г., вып. 2. 1909 г., вып. 3.
101. Stelzner. Beiträge zur Geologie u. Palaeontologie d. Argent. Republ. T. 8, 1885.
102. Streich. Transact. Roy. Soc. South-Austral. Bd. XVI.
103. Szabo. Jahrb. d. k. geol. Reichsanst., 1850, 1, p. 334.
104. Танфильевъ. Предѣлы лѣсовъ на югѣ Россіи, 1894.
105. Tietze. Jahrb. k.k. geol. Reichsanst., 1877
106. Treitz. Földtani közlöny, Bd. XXXVIII, 1908, p. 107, 1910.
107. Tschudi. Reisen durch Südamerika. Bd. V, 292 (Bd. I—V, 1866—68).
108. Тулайковъ и Коссовичъ. Изв. Моск. Сельск.-Хоз. Инст., 1906, кн. 2.

109. Тумнинъ. „Почвовѣдѣніе", 1904, № 3.
110. — Тр. почв.-ботан. экспед. по изслѣд. колониз. районовъ Азіат. Россіи. Почв. изслѣд. 1908 г., вып. 10.
111. Volker. Chem. Zentralbl., 1883, XII, p. 642.
112. Валицкій и Элькиндъ. Матер. по изуч. русск. почвъ. Вып. IX, 1895.
113. Wagner, P. Journ. f. Landw. 1872, 79.
114. Walther. J. Lithogenesis der Gegenwart, 1893—94.
115. — Das Gesetz der Wüstenbildung, 1901 (имѣется русскій переводъ).
116. Whitney. Field operations of the divis. of soils. — U. S. Depart. of Agric., Rep. № 64, 1900.
117. Вильбушевичъ. Метеор. Вѣстникъ, 1905, февраль, стр. 137; Хозяинъ, 1895, № 23; см. у автора литературу.
118. Высоцкій, Н. Изв. Геолог. Ком., т. XIII, 1894.
119. Высоцкій, Г. „Почвовѣдѣніе", 1899, 1900, 1903.
120. Хаинскій. Тр. почв.-ботан. экспед. по изслѣд. колониз. район. Азіатск. Россіи. — Почв. изслѣд. 1913 г., вып. 1.

Отдѣлъ II.

Почвы эндодинамоморфныя.

Къ этому отдѣлу, какъ мы уже знаемъ, относятся всѣ тѣ почвенныя образованія, частью мелкоземистыя, частью скелетныя, въ процессахъ развитія которыхъ больше сказывается вліяніе характера материнскихъ породъ, чѣмъ внѣшнихъ условій.

Насколько намъ извѣстно, изъ почвъ, принадлежащихъ этому отдѣлу, наибольшимъ распространеніемъ пользуются, по крайней мѣрѣ, въ лѣсной части умѣренной климатической зоны (Европейская и Азіатская Россія, Зап. Европа, Сѣв. Америка), перегнойно-карбонатныя почвы, носящія въ Царствѣ Польскомъ названіе рендзинъ [1]) или боровинъ.

Формированіе почвы на мягкихъ известковыхъ, а еще лучше мергелистыхъ породахъ создаетъ такія условія, при которыхъ органическіе остатки разлагаются медленно, такъ какъ избыточная щелочность среды нѣсколько понижаетъ энергію разложенія. Вслѣдствіе этого гумусъ накопляется въ почвахъ и притомъ въ формѣ насыщенныхъ основаніями соединеній. Благодаря такому накопленію, большинство известково-перегнойныхъ почвъ въ сыромъ состояніи отличается своимъ темнымъ, иногда почти чернымъ цвѣтомъ, что особенно рѣзко бросается въ глаза, ибо рендзины обычно залегаютъ въ такихъ районахъ, гдѣ внѣшнія условія почвообразованія не благопріятствуютъ накопленію гумуса, напримѣръ въ подзолистой зонѣ.

Кристаллическіе и полукристаллическіе известняки, повидимому, не способны образовать рендзинъ, что зависитъ, по всей вѣроятности, отъ меньшей подвижности (растворимости) кристаллической углекислой извести. По крайней мѣрѣ въ Енисейской и Иркутской губ., гдѣ почвы на большихъ пространствахъ образуются изъ известковистыхъ песчаниковъ, содержащихъ $CaCO_3$ въ видѣ кальцита, типичныхъ рендзинъ не развивается, а наблюдается иногда весьма опредѣленно выраженный подзолистый типъ вывѣтриванія.

Въ первичныхъ стадіяхъ образованія перегнойно-карбонатныхъ почвъ онѣ являются иногда рѣзко скелетными. Обломки известняка или мергеля попадаются даже на поверхности почвы и въ верхнемъ ея горизонтѣ, но по мѣрѣ углубленія становятся все болѣе и болѣе частыми, пока наконецъ не совершится переходъ въ трещиноватый и разрыхленный слой материнской породы. Въ дальнѣйшихъ стадіяхъ почвообразованія количество этихъ обломковъ уменьшается, поверхностные горизонты становятся мелкоземистыми, не содержатъ уже, или содержатъ

---

[1]) Rędzina — вязкая земля, глинистая почва.

немного, углекислой извести, и только въ болѣе глубокихъ почвенныхъ горизонтахъ куски и кусочки материнской породы пестрятъ сѣрый фонъ почвы (рис. 41). Указанныя различія строенія могутъ зависѣть, однако, и отъ другихъ причинъ. Если представить себѣ, что въ какихъ-нибудь районахъ, однородныхъ по внѣшнимъ условіямъ почвообразованія, вывѣтриваются двѣ различныя породы: одна болѣе плотная известковая, а другая болѣе рыхлая мергелистая, то мы получимъ рендзинныя почвы неодинаковой скелетности. Первая будетъ болѣе грубая, болѣе богатая обломками материнской породы и менѣе мощная, такъ какъ плотный известнякъ будетъ вывѣтриваться медленнѣе; вторая же будетъ мелкоземистѣе, бѣднѣе обломками и болѣе глубокая, ибо рыхлый мергель будетъ вывѣтриваться энергичнѣе.



Рис. 41. Рендзина.

Перегнойно-карбонатныя почвы не образуютъ сплошныхъ площадей въ Россіи, а встрѣчаются отдѣльными пятнами и островами, что и понятно, такъ какъ огромная площадь Европейской Россіи покрыта наносами, среди которыхъ лишь кое-гдѣ выступаютъ участки коренныхъ известковыхъ и мергелистыхъ породъ; сами насосы рѣдко бываютъ мергелистыми. Тѣмъ не менѣе описываемыя почвы пользуются широкимъ распространеніемъ. Въ Петроградской губ. рендзины формируются на силурійскихъ известнякахъ, въ Псковской — на девонскихъ, а иногда и на прѣсноводныхъ известковыхъ туфахъ, въ Калужской — на мѣловыхъ мергеляхъ, въ Царствѣ Польскомъ — на тріасовыхъ, юрскихъ, мѣловыхъ и послѣтретичныхъ известнякахъ, мергеляхъ и мергелистыхъ глинахъ, въ Саратовской губ.— на мѣлу и т. д.

Рендзины, встрѣчающіяся въ черноземной зонѣ, пріурочиваются повидимому, къ лѣснымъ или бывшимъ лѣснымъ участкамъ, ибо при

степной обстановкѣ известковыя и мѣловыя породы превращаются въ почвы, не отличимыя въ конечномъ итогѣ отъ нормальныхъ черноземовъ.

Кромѣ Россіи, въ предѣлахъ подзолистой зоны, рендзины извѣстны въ Германіи, Венгріи, Швеціи (формируются нерѣдко на послѣтретичныхъ мергелистыхъ породахъ), встрѣчаются, вѣроятно, и въ другихъ государствахъ Европы, въ области той же зоны.

Въ теплоумѣренной зонѣ эти почвы описаны Дранцынымъ (3) для сѣв. Африки (провинція Константина и область такъ назыв. телля, среди красноземовъ).

Строеніе изученныхъ рендзинъ представляется въ слѣдующемъ видѣ:

A_1. — Поверхностный сѣрый, темно-сѣрый, а иногда почти черный горизонтъ (во влажномъ состояніи), содержащій большее или меньшее количество обломковъ известняка или мергеля, а иногда и свободный отъ нихъ, Мощность его различна (15—30 см.).

A_2. — Слабѣе окрашеный перегноемъ бѣловато-сѣрый, иногда нѣсколько буроватый горизонтъ, содержащій значительное количество обломковъ материнской породы.

C. — Щебенчатая масса материнской породы.

Поверхностный горизонтъ тѣмъ сѣрѣе, чѣмъ онъ суше. Въ сильно сухомъ состояніи пыль его разносится вѣтрами, почва сильно пылитъ, почему въ Саратовской губ. народъ называетъ рендзины „попылухами“ или „попелухами“ [1]).

Нѣсколько отличаются отъ описаннаго типа известково-перегнойныя почвы, развивающіяся на прѣсноводныхъ известковыхъ туфахъ, содержащихъ значительную примѣсь желѣза. Въ этомъ случаѣ всѣ горизонты почвы пріобрѣтаютъ красновато- или охристо-бурую окраску, такъ какъ цвѣтъ окисловъ желѣза сильно маскируетъ окраску, зависящую отъ веществъ гумуса.

Съ химической стороны рендзины изучены крайне недостаточно; нѣкоторыя данныя существуютъ въ русской литературѣ лишь для рендзинъ Царства Польскаго. Гумусъ этихъ почвъ здѣсь отличается меньшей растворимостью, чѣмъ у сосѣднихъ подзолистыхъ почвъ, но растворимость его выше, чѣмъ у чернозема. Гумуса въ различныхъ известково-перегнойныхъ почвахъ находили отъ 1,5 до 7%, чаще всего содержаніе колеблется между 3 и 4%.

Приведемъ анализы Малевскаго, относящіеся къ рендзинѣ окрестностей Менцмержа Люблинской губ. Изслѣдованъ мелкоземъ трехъ послѣдовательныхъ горизонтовъ (A_1, A_2 и C), прошедшій черезъ сито Кнопа № 5. Результаты получились слѣдующіе:

---

[1]) Димо. Почвовѣдѣніе, 1903, № 2. Возможно и другое толкованіе этихъ народныхъ терминовъ. Крестьяне „пепелъ“ называютъ „попеломъ“, а сухія рендзины иногда имѣютъ цвѣтъ пепла, что въ особенности должно бросаться въ глаза въ черноземной зонѣ, гдѣ преобладающая окраска почвъ черная.

	A.	B.	C.
Воды при 105° Ц.	2,637	2,489	2,014
Растворилось въ HCl удѣльн. вѣса 1,12 на холоду:			
$CaCO_3$	46,69	60,58	69,66
$MgCO_3$	0,52	0,24	0,09
Al_2O_3	1,26	0,83	0,85
Fe_2O_3	0,69	0,59	0,47
SiO_2	0,006	0,003	0,003
Въ прокаленн. нераствор. остаткѣ найдено:			
SiO_2	82,10	78,65	81,75
Al_2O_3	10,81	15,12	13,58
Fe_2O_3	1,59	2,38	2,24
CaO	5,13	4.14	1,12
MgO	1,34	0,21	0,11

Въ Германіи, насколько намъ извѣстно, наиболѣе подробныя петрографическія, физико-механическія и химическія изслѣдованія известково-перегнойныхъ почвъ произведены Людеке [3]) надъ почвами окрестностей Геттингена, лежащими на различныхъ ярусахъ средняго отдѣла тріаса. Этими изслѣдованіями мы и воспользовались для нижеприводимыхъ таблицъ.

Механическій составъ почвы.

Мѣстность, откуда взятъ образецъ.	Въ % всей почвы. Частицы съ діаметромъ.				% мелкозема. Діаметръ частицъ въ миллим.						
	Болѣе 10 мм.	10—4 мм.	4—2 мм.	Мелкоз. менѣе 2 мм.	1—2.	0,5—1,0.	0,2—05.	0,1—0,2.	0,05—0,10.	0,01—0,05.	Менѣе 0,01.
Dransfeld	50,2	4,7	0,8	44,3	4,5	2,2	7,9	5,4	9,2	11,6	57,8
Dransfeld	12,7	13,7	4,0	69,6	2,9	3,3	1,7	3,9	5,9	23,2	58,6
Deppoldhausen	0,1	0,7	0,2	99,0	0.5	0.7	0,7	1,7	12,1	41,6	43,2
Deppoldhausen	0,0	0,1	0,2	99,9	0,1	0,5	0,8	4,0	19,3	41,2	3,43
Rosdorf (почва на туфѣ) . .	1,6	2,5	0,7	95,2	4,2	4,9	3,1	4,7	19,9	41,2	21,4

Химическій составъ.

Мѣстность, откуда взятъ образецъ.	Растворитель.	Колич. воды мелкоз.	Нерастворим. остатокъ.	Потеря при прокалив.	Кремнез., раствор. въ кислотѣ.	Кремнез., раствор. въ содѣ.	Fe_2O_3.	Al_2O_3.	CaO.
Roringen	Крѣпк. HCl.	3,93	50,93	5,09	0,08	7,61	3,89		11,72
Roringen .		3,16	61,88	3,37	0,14	12,01	8,3	6,55	2,91
Deppoldhaus .		3,20	70,34	3,03	0,12	11,96	3,95	8,37	0,53

Мѣстность, откуда взятъ образецъ.	Растворитель	MgO.	K_2O.	Na_2O.	CO_2.	P_2O_5.	SO_3.	Оумма.	Азотъ.
Roringen	Крѣпк. HCl	5,57	0,25	0,2	14,5	0,17	0,34	100,3	0,15
Roringen		0,82	0,46	0,12	2,49	0,11	0,12	99,73	—
Deppoldhaus . . .		0,46	0,56	0,12	0,04	0,18	0,15	99,81	0,17

Въ главѣ о классификаціи почвъ (стр. 319) мы уже указывали что рендзины, какъ всѣ вообще эндодинамоморфныя почвы, являются образованіями временными, способными превращаться въ эктодинамоморфную зональную почву въ томъ случаѣ, если продуктъ вывѣтриванія утрачиваетъ специфическія свойства материнской породы, способствовавшія выработкѣ своеобразной почвы. Тамъ же былъ указавъ примѣръ превращенія рендзины въ подзолистую почву въ окрестностяхъ губ. г. Холма.

Повидимому, аналогичный примѣръ былъ аналитически изслѣдованъ Councler'омъ (1), который изучалъ составъ почвы по горизонтамъ, а именно:

1. Гумусовый горизонтъ сплошной окраски . . . . 2—4 см.
2. Сѣрый или чернобурый суглинистый горизонтъ . 23—30 „
3. Желтовая глина . . . . . 5—16 „
4. Основная порода (известнякъ).

	1.	2.	3.	4.
H_2O	7,59	4,26	8,70	0,21
CO_2	0,14	0,56	1,11	41,74
SiO_2	63,57	67,74	54,13	2,06
Al_2O_3	9,83	12,13	17,60	0,90

	1	2	3	4
Fe_2O_3	3,82	2,90	6,53	0,51
CaO	1,14	1,16	1,16	52,98
MgO	0,94	0,99	0,83	0,76
K_2O	2,32	2,64	2,65	0,39
Na_2O	0,66	1,09	0,93	0,30
P_2O_5	0,21	0,22	0,20	0,03

Здѣсь въ химизмѣ горизонтовъ 1 и 2 сказываются свойства подзолистой почвы, такъ оба эти горизонта обѣднены полуторными окислами, по сравненію съ горизонтомъ 3, и обогащены кремнеземомъ.

Другія почвы изъ отдѣла эндодинамоморфныхъ изучены весьма слабо, и мы почти совершенно не знаемъ, какъ отзывается на процессахъ почвообразованія богатое содержаніе въ материнскихъ породахъ другихъ химическихъ группъ, каковы $MgCO_3$, окислы желѣза въ большихъ количествахъ, гипсъ или ангидритъ и пр.

Литература.

1. Councler. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 1883, 16.
2. Димо. „Почвовѣдѣніе“, 1903, № 2.
3. Драницынъ. Тр. Докуч. Почв. Комит., вып. III, 1915.
4. Encyklopedia rolnicza. Uprawa i skład roli, 1901.
5. Katzner. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. 1887.
6. Лебедевъ. Журн. Оп. Агрон., 1904.
7. Lüdecke. Zeitschr. f. Naturwissensch. Bd. 65, 1892, H. 4 u. 5.
8. Мазановскій. Журн. Оп. Агрон., 1903, кн. V.
9. Малевскій. Зап. Ново-Александр. Инст. С. Хоз. и Лѣсов., 1877. Изслѣдованіе продукт. вывѣтр. мѣлового мергеля (Люблинской губ.) при переходѣ его въ слой растительной почвы; Зап. Ново-Александр. Инст., 1876. Таблица анализа почвъ и подпочвъ.
10. Сибирцевъ, Н. О почвахъ Привислянскаго края.—Тр. Имп. Вольн. Экон. Общ., 1896, № 1.
11. Wolff. Der Hauptmuschelkalk und seine Verwitterungsprodukte.—Landw. Versuchst., Bd. VII.
12. Wolff u. Wagner. Württemberg. Jagresber. f. vaterländ. Naturkunde, 1871.

ГЛАВА III.

Ископаемыя и древнія почвы.

Какъ поверхностныя образованія, почвы легко подвергаются дѣйствію механическихъ факторовъ. Въ мѣстностяхъ болѣе или менѣе влажныхъ онѣ легко размываются текущими водами и не только водами рѣкъ, рѣчекъ и ручьенъ, но и дождевыми и снѣговыми. Въ областяхъ мореннаго рельефа, гдѣ много высокихъ холмовъ и крутыхъ склоновъ, на вершинахъ первыхъ и на переломахъ вторыхъ почвы нерѣдко совсѣмъ нѣтъ, или сохраняются ея нижніе, болѣе плотные горизонты, тогда какъ болѣе разрыхленные поверхностные снесены. Матеріалъ этихъ различныхъ горизонтовъ почвы сносится въ котловины, въ долины рѣкъ, ручьевъ и пр., а частью задерживается на склонахъ. Въ первомъ случаѣ онъ идетъ на образованіе аллювіальныхъ наносовъ, во вторыхъ изъ него строится делювій. При этихъ процессахъ зачастую органическая составная часть почвы, растворяясь, отмываясь механически водой и, наконецъ, разлагаясь, совершенно исчезаетъ, и для построенія наноса остается лишь минеральный матеріалъ бывшей почвы. Результатомъ этихъ смываній и намываній является постепенное уничтоженіе крутыхъ склоновъ, заполненіе котловинъ, вообще нивеллировка мѣстности, и на развалинахъ старыхъ почвъ, нерѣдко при болѣе благопріятныхъ условіяхъ рельефа и, слѣдовательно, съ надеждой на болѣе продолжительное существованіе, строятся новыя почвы, частью того-же типа, частью другихъ типовъ. Такъ, напримѣръ, матеріалъ, слагавшій нѣкогда подзолистый суглинокъ, отложившись въ котловинѣ, служитъ затѣмъ образованію болотной почвы; изъ наносовъ бывшаго латерита, отложившихся на пологихъ склонахъ, продолжаетъ формироваться латеритъ же, и. т. д.

Идущіе съ наибольшей энергіей въ областяхъ тропическихъ дождей и бывшихъ нѣкогда подъ лѣсами районахъ холодно-умѣренной зоны, процессы размыванія проникаютъ въ область черноземной степи, гдѣ нерѣдко геологическій характеръ поверхностныхъ породъ содѣйствуетъ

быстрому росту овраговъ. Цѣлыя системы послѣднихъ, бороздя степь, съ одной стороны способствуютъ энергичному размыванію и выносу матеріала черноземныхъ почвъ, съ другой, помогаютъ внѣдренію лѣсовъ въ степь и измѣненію условій почвообразованія прежнихъ черноземвыхъ областей. При помощи такихъ процессовъ почти исчезли степи Зап. Европы; понемногу, начиная отъ сѣверной границы, исчезаютъ и наши степи (Richthofen, 36).

Болѣе сухія полосы степей и пустынныхъ степей, меньше страдая отъ размыванія, подвергаются дѣйствію вѣтровъ, которые съ неменьшей энергіей разрушаютъ почвы, строятъ изъ разрушеннаго матеріала наносы, отлагая послѣдніе по рѣчнымъ долинамъ, балкамъ, или у какихъ-либо загражденій, разносятъ на большія пространства тончайшую пыль вмѣстѣ съ почвенными солями, создавая на юго-востокѣ Россіи явленія мглы или помохи (Димо, 4).

По отношенію къ южно-русскимъ степямъ явленія развѣванія давно были подмѣчены Палласомъ, Гельмерсеномъ, Баумомъ, Леплe и др. Наиболѣе подробныя наблюденія въ этомъ направленіи въ Бердянскомъ у. Таврической губ. были произведены Бычихинымъ. Пыльныя бури свирѣпствуютъ здѣсь и лѣтомъ, и зимой, и результатомъ ихъ является уничтожевіе поверхностныхъ горизонтовъ почвъ вмѣстѣ съ посѣвами, и образованіе мощныхъ наносовъ. О размѣрахъ явленія можно судить по цифровымъ даннымъ, опредѣляющимъ величину площади съ поврежденными посѣвами. Эти данныя, собранныя Бердянскимъ по крестьянскимъ дѣламъ присутствіемъ, показали, что въ 1886 г. отъ вѣтра и наносовъ пострадали на территоріи уѣзда 34,408 десятинъ озимыхъ посѣвовъ; кромѣ того, отъ заносовъ пострадали 1662 крестьянскихъ усадьбы. Еще энергичнѣе свирѣпствуютъ пыльныя бури въ пустынныхъ степяхъ и особенно въ пустыняхъ, гдѣ вѣтеръ сплошь и рядомъ уноситъ всѣ мелкоземистыя частицы продуктовъ вывѣтриванія.

Казалось бы, при столь легкомъ разрушенін почвенныхъ образованій трудно разсчитывать на сколько-нибудь продолжительное сохраненіе почвъ и на нахожденіе ихъ въ ископаемомъ состояніи въ болѣе или менѣе древнихъ материковыхъ образованіяхъ различныхъ геологическихъ системъ. Однако, такое заключевіе, какъ показываютъ факты, не вполнѣ правильно: ископаемыя почвы существуютъ, и для сохраненія таковыхъ природа практикуетъ весьма разнообразные способы.

Прежде всего возможно ожидать сохраненія почвъ подъ морскими и ледниковыми наносами. Первый изъ этихъ случаевъ несомнѣнно рѣдокъ, такъ какъ при морскихъ трансгрессіяхъ, вмѣстѣ съ наступленіемъ моря на материкъ, происходитъ и размываніе прибрежныхъ породъ, а слѣдовательно и почвъ. Ясно, что здѣсь больше данныхъ за то, чтобы

встрѣтить дериваты почвъ, чѣмъ самыя почвы. Но намъ извѣстны факты моментальнаго погруженія суши подъ воду во время землетрясеній, и въ этомъ послѣднемъ случаѣ сохраненіе почвы болѣе вѣроятно. Можно, однако, указать на примѣры погребенія почвы и подъ трансгрессивными слоями. Такіе факты указываются, напримѣръ, для низоваго Поволжья, въ предѣлахъ Астраханской губерніи. Арало-каспійскіе осадки этой области подстилаются пластическими глинами, верхніе горизонты которыхъ свидѣтельствуютъ о томъ, что, передъ отложеніемъ песчано-глинистой арало-каспійской толщи, упомянутыя глины пережили наземно-континентальный періодъ. Мѣстами мульды и крылья, образованныя складками этихъ глинъ, заполнены торфянисто-растительвыми слоистыми скопленіями, или въ массѣ самихъ глинъ наблюдаются растительные прослойки (Православлевъ, 34). Нахожденіе торфяныхъ массъ отмѣчено также Чернышевымъ (46) подъ морскими наносами террасовыхъ образованій р. Бѣлой (Кротовъ и Нечаевъ, 23, Никитинъ и Ососковъ, 31). Если упомянутыя торфяныя массы и не представляютъ въ строгомъ смыслѣ почвъ, то во всякомъ случаѣ ихъ присутствіе даетъ поводъ искать въ тѣхъ же горизонтахъ и слѣдовъ почвообразовательныхъ процессовъ.

Что касается погребенія почвъ подъ ледниковыми наносами, то такіе факты съ несомнѣнностью извѣстны среди ледниковыхъ образованій Сѣв. Америки. Тамъ эти ископаемыя почвы даютъ возможность расчленять всю толщу ледниковыхъ образованій на группы и весь ледниковый періодъ раздѣлять на эпохи. Нѣкоторые американскіе глаціалисты намѣчаютъ послѣдовательныя зоны вывѣтриванія между моренными осадками различныхъ эпохъ, давая этимъ зонамъ спеціальныя названія: Sangamon, Jarmouth, Peorian.

Приведемъ описанія нѣсколькихъ разрѣзовъ, даваемыя Leverret (24, 25) и др. Сенгамоиская зоиа вывѣтриванія впервые была отмѣчена проф. Worthen, который далъ и описаніе одного изъ разрѣзовъ, а именно:

1. Современная почва		30—75 см.
2. Желтая глина		90 см.
3. Бѣловатая связная глина съ раковинами	1 м. 50 „	—2 м. 40 см.
4. Черный илъ съ обломками	90 „	—2 „ 40 „
5. Голубоватая валунная глина	2 „ 40 „	—3 „
6. Сѣрый hardpan, очень твердыи	60 „	
7. Глина съ валунами		6—12 „

По поводу той же зоны вывѣтриванія Leverret сообщаетъ слѣдующее: почва здѣсь чернаго цвѣта, прикрывается глинистымъ наносомъ, стоящимъ въ связи съ дѣятельностью Иллинойскаго ледника. Вывѣтриваніе и образованіе почвы продолжалось въ теченіи значительнаго періода, что ясно изъ разложенія валуновъ и выщелачиванія глины.

изъ которой обычно совершенно вымыта известь. Почва не всегда имѣетъ черный цвѣтъ; иногда только темнобурая окраска глины свидѣтельствуетъ въ пользу того, что она нѣкогда залегала на дневной поверхности. Цвѣтъ покрывающаго почву наноса свѣтлѣе, чѣмъ окраска бурой почвы; контрастъ рѣзко замѣтенъ.

Для Ярмутской зоны вывѣтриванія описывается, между прочимъ, слѣдующій разрѣзъ:

1. Лессъ	1 м. 80 см.
2. Черная почва съ пепельно-сѣрой подпочвой . .	1 „ 50 „
3. Бурая глина съ валунами (Иллинойская) . . .	4 „ 50 „
4. Черная иловатая почва съ сѣрой подпочвой (Ярмутская)	1 „ 80 „
5. Бурая глина съ валунами (Kansas)	4 „ 50 „

Другіе разрѣзы въ области той же зоны даютъ нѣсколько иную картину, напримѣръ:

1. Желтая глина (Иллинойская)	10 м. 80 см.
2. Песокъ съ гнѣздами синей глины и цементированнаго гравія	21 „ 90 „
3. Черный илъ	1 „ 80 „
4. Песокъ и гравій, вѣроятно аллювіальные . . .	4 „ 50 „
5. Синяя глина (Kansas)	12 „ 60 „

Пеорійская зона вывѣтриванія выражается тѣмъ, что верхняя часть лесса, на глубину 60—90 см., окрашена въ красновато-бурый цвѣтъ и ясно выщелочена. Выщелачиваніе распространяется отъ поверхности до глубины 1 м. 80 см.

Изъ сообщенныхъ данныхъ и другихъ описаній Leverret видно, что почвы сѣверо-американскихъ глаціалистовъ не всегда представляютъ почвы въ нашемъ смыслѣ, но существуютъ и разрѣзы, гдѣ изслѣдователь имѣетъ дѣло съ почвами полуболотнаго или подзолистаго типовъ.

Аналогичные примѣры могутъ быть указаны для доледниковыхъ и межледниковыхъ образованій Западной Европы и Европейской Россіи. Напомнимъ о существованіи болотно-наземныхъ образованій подъ валунными глинами Саратовской губ. (Земятченскій, 39), о темныхъ, пропитанныхъ органическими веществами, слояхъ среди прѣсноводныхъ мергелей Полтавской губ. (Агафоновъ, 1), объ ископаемыхъ торфянистыхъ массахъ Смоленской губ. (Глинка, 7) и о межледниковыхъ образованіяхъ Принѣманскаго края. Считаемъ еще разъ необходимымъ повторить, что имѣя во всѣхъ этихъ случаяхъ дѣло съ торфянистыми массами, мы можемъ разсчитывать на совмѣстное присутствіе и почвообразовательныхъ процессовъ.

Третій возможный случай сохраненія ископаемыхъ почвъ — это прикрытіе ихъ аллювіальными наносами. Всякій, кому приходилось изучать строеніе рѣчныхъ долинъ, неоднократно наблюдалъ въ разрѣзахъ

рѣчныхъ береговъ, старыхъ руслъ и даже глубокихъ промоинъ погребенныя почвы, иногда ничѣмъ не отличающіяся отъ современной живой почвы той же долины. У большихъ рѣкъ, въ древнихъ, оставленныхъ современными разливами, частяхъ рѣчной долины, наблюдаются иногда погребенныя почвы, расположенныя на древнемъ аллювіѣ и прикрытыя наносами съ ближайшаго кореннаго берега, при чемъ на этомъ наносѣ успѣла уже сформироваться новая почва. Такой случай можно наблюдать въ окрестностяхъ Ново-Александріи, у праваго коренного берега р. Вислы.

Четвертый случай сохраненія почвъ — это погребеніе ихъ подъ потоками лавы или вулканическимъ пепломъ. Еще Ляйелль (27) описывалъ на Мадейрѣ латериты, покрытые потоками базальта, который, измѣнивъ нѣсколько эти почвы въ контактѣ, въ то же время сохранилъ остальную ихъ массу отъ разрушенія и измѣненія. Green (12) указываетъ подобные же случаи для Ирландіи и Шотландіи.

Еще легче сохраняется почва при постепенномъ занесеніи ея эоловыми осадками. Ископаемыя почвы среди песчаныхъ дюнъ далеко не представляютъ рѣдкости, но особенно интересны разнообразныя почвы, сохранившіяся подъ лессомъ и въ толщахъ послѣдняго. Такъ Рихтгофенъ указывалъ на латериты, сохранившіеся подъ лессами Китая, Горьяновичъ-Крамбергеръ (11) отмѣчалъ, что лессовыя толщи во всей Славоніи прорѣзаются четырьмя бурыми зонами суглинка, который представляетъ образованія, обусловленными климатическими перемѣнами (чередованіе сухихъ и влажныхъ періодовъ). Къ той же категоріи сохранившихся подъ лессомъ ископаемыхъ почвъ возможно отнести нѣкоторыя изъ нашихъ причерноморскихъ мергелистыхъ породъ, которыя раньше, безъ достаточныхъ основаній, считались осадками моря и которыя, согласно болѣе новымъ изслѣдованіямъ Соколова (41), должны быть отнесены къ субъ-аэральнымъ образованіямъ. Къ той же группѣ слѣдуетъ присоединить и ископаемыя пустыни подъ лессами Германіи. Наконецъ, необходимо отмѣтить органогенныя образованія въ толщахъ самого лесса. Эти образованія давно уже извѣстны въ русской литературѣ подъ именемъ гумусоваго лесса и многими изслѣдователями трактовались въ качествѣ ископаемыхъ почвъ (Криштафовичъ, 22). Систематическаго изученія гумусоваго лесса пока не существуетъ, и одно время казалось даже, что нѣкоторые случаи нахожденія въ лессѣ гумусовыхъ горизонтовъ должны быть отнесены къ такъ называемому иллювію Высоцкаго (стр. 416). Однако, какъ мы уже указывали, въ настоящее время теорія иллювія и мертвыхъ горизонтовъ поколеблена данными Боча, и, можетъ быть, многіе случаи иллювія въ черноземной зонѣ придется со временемъ отнести въ категорію ископаемыхъ почвъ.

Изученіе ископаемыхъ почвъ, помимо непосредственнаго интереса, можетъ имѣть еще значеніе и для характеристики физико-географическихъ условій тѣхъ геологическихъ періодовъ, въ осадкахъ которыхъ такія почвы найдены. Такъ находка Рихтгофеномъ ископаемыхъ латеритовъ подъ лессами Кнтая дала ему поводъ предполагать, что современныя пустыни Китая представляли ранѣе области съ тропическимъ климатомъ. Съ такого рода заключеніями нужно быть, однако, очень осторожнымъ, и прежде всего необходимо получить увѣренность, что объектомъ наблюденія дѣйствительно является почва, а не механическій наносъ почвеннаго матеріала, такъ какъ послѣдній дѣятельностью воды и вѣтра можетъ быть перенесенъ на очень далекое разстояніе отъ того мѣста, гдѣ формировалась давшая ему начало почва. Помимо этого, безусловно необходимо изучать ископаемыя почвы на значительномъ протяженіи и не дѣлать выводовъ на основаніи знакомства съ какимъ-нибудь однимъ разрѣзомъ.

На ряду съ ископаемыми почвами необходимо штудировать и древнія почвы (реликтовыя почвы другихъ авторовъ). Предположимъ, что въ какой-либо области земного шара процессъ почвообразованія начался хотя бы въ третичную эпоху и протекалъ непрерывно до настоящаго времени. Если условія почвообразованія съ начала до конца были одни и тѣ же, то почва во всей своей массѣ будетъ носить совершенно одинаковыя черты. Если же условія измѣнялись, то нижніе горизонты почвы могутъ намъ представить совершенно иныя черты строенія, чѣмъ верхніе. Говоря иными словами, мы будемъ имѣть въ этомъ послѣднемъ случаѣ какъ бы двѣ различныя, налегающія другъ на друга почвы. Верхняя даетъ представленіе о современныхъ условіяхъ почвообразованія, нижняя—объ условіяхъ древнихъ.

Представителями древнихъ почвъ первой группы являются нѣкоторые латериты Индіи, которые начали формироваться мѣстами въ третичную эпоху, а мѣстами, быть можетъ, и раньше. Такъ какъ, однако, условія почвообразованія въ данномъ случаѣ оставались одними и тѣми же, то почва во всей массѣ носитъ одинаковыя черты строенія, или, правильнѣе говоря, черты строенія, присущія только одному почвенному типу.

Къ другой группѣ древнихъ почвъ можно причислить древніе краснозем ы окрестностей Чаквы близъ Батума, которые въ настоящее время съ поверхности оподзоливаются, хотя это оподзоливаніе далеко не всюду ясно выражено.

Если не ошибаемся, впервые Красновъ (20) сблизилъ чаквинскія почвы съ латеритами, указавъ на ихъ сходство съ почвами Цейлона, Южнаго Китая и Японіи. Называлъ ихъ латеритами также и Докучаевъ (5). Слѣдуетъ, впрочемъ, замѣтить, что сближеніе чаквинскихъ

почвъ съ латеритами и даже отожествленіе ихъ съ этими послѣдними дѣлалось безъ достаточныхъ основаній. Изслѣдователи руководились въ данномъ случаѣ частью нѣкоторой близостью въ условіяхъ почвообразованія (черты климата), частью интенсивностью почвообразовательнаго процесса, частью, наконецъ, внѣшнимъ цвѣтовымъ сходствомъ чаквинскихъ почвъ съ латеритными.

Климатическія условія Батумской области характеризуются довольно высокой средней температурой года (+14,7°) и сравнительно громаднымъ количествомъ осадковъ (2400 мм. и болѣе). Въ январѣ, однако, средняя температура падаетъ до +4 или +6°, а въ отдѣльные дни зимы наблюдаются, хотя и кратковременные, морозы съ паденіемъ температуры до —7,8°. Осадки зимой выпадаютъ иногда и въ видѣ снѣга, существованіе котораго не бываетъ, впрочемъ, сколько-нибудь продолжительнымъ. Условія эти, какъ видно, довольно далеки отъ тропическихъ; они уклоняются даже значительно отъ субтропическихъ, что касается преимущественно зимняго періода.

Горные склоны въ окрестностихъ Чаквы одѣты лѣсомъ, отъ котораго нынѣ свободны лишь ихъ нижнія части, гдѣ заложены чайныя плантаціи. Преобладающими древесными породами, по свидѣтельству Краснова, является каштанъ и букъ, къ которымъ примѣшиваются дубъ, берестъ, кленъ, лѣсной орѣхъ и пр. Подъ тѣнью лѣса имѣется густой вѣчнозеленый подлѣсокъ изъ самшита, падуба, рододендроновъ и лавровишни. Изъ кустарниковыхъ породъ тотъ же изслѣдователь указываетъ на ежевику, Sambucus, Evonymus latifolius, Viburnum orientale, Daphne pontica и Ruscus hypophyllum. Къ перечисленнымъ растеніямъ присоединяются разнообразные папоротники, частью эпифитные, и плющъ.

Современный почвообразовательный процессъ только былъ констатированъ морфологически въ окрестностяхъ Чаквы, химическому же изслѣдованію не подвергался, что же касается древняго процесса почвообразованія, покрывшаго склоны Чаквы мощной красноцвѣтной толщей, то онъ интересовалъ многихъ изслѣдователей. Красновъ въ цитированной уже работѣ даетъ картину вывѣтриванія въ самыхъ общихъ чертахъ, останавливаясь на морфологіи вывѣтрившейся массы и на энергіи процессовъ вывѣтриванія, и отмѣчая, между прочимъ, совершенно правильно, что въ поверхностныхъ горизонтахъ чаквинскихъ почвъ имѣется и наносный матеріалъ, механически снесенный съ верхнихъ частей склоновъ. Это послѣднее обстоятельство имѣетъ важное значеніе при выборѣ образцовъ для изслѣдованія, гдѣ нужно быть увѣреннымъ, что вывѣтрившаяся масса дѣйствительно получилась на мѣстѣ, а не принесена извнѣ. Въ этомъ отношеніи особенно надежными являются тѣ пункты разрѣзовъ, гдѣ обнаруживается шаровая отдѣльность материнской породы. При вывѣтриваніи на мѣстѣ, какъ описы-

ваетъ и Красновъ, форма этихъ отдѣльностей чрезвычайно ясно сохраняется въ вывѣтрившейся глинистой массѣ, причемъ въ центрѣ такого глинистаго шара, иногда до сажени и болѣе въ діаметрѣ, нерѣдко сохраняется ядро материнской породы, хотя и затронутое уже процессами вывѣтриванія. Тамъ, гдѣ масса красной или буровато-красной глины не имѣетъ опредѣленнаго сложенія, приходится брать образцы изъ болѣе глубокихъ горизонтовъ. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ критеріемъ того, что изслѣдователь имѣетъ дѣло съ продуктомъ вывѣтриванія, оставшимся на мѣстѣ своего образованія, могутъ служить сохранившіеся неперемѣщенными прожилки бѣлаго цвѣта, о происхожденіи и природѣ коихъ рѣчь будетъ ниже.

Въ работѣ Краснова никакихъ изслѣдованій химическаго состава материнской породы и почвы не имѣется. Въ 1896 г. Аксеновъ и Красусскій (2) опубликовали нѣсколько анализовъ поверхностныхъ горизонтовъ чаквинскихъ продуктовъ вывѣтриванія. Эти анализы процессовъ вывѣтриванія не разъясняютъ; обращаетъ лишь вниманіе то обстоятельство, что въ 10% солянокислый растворъ переходитъ громадное количество полуторныхъ окисловъ: до 27% глинозема и до 15% окиси желѣза.

Въ указанной выше статьѣ Докучаева приводятся неполныя аналитическія данныя, касающіяся материнской породы въ $1^1/_2$ верстахъ къ С. отъ Чаквы и продукта вывѣтриванія оттуда же. Согласно этимъ даннымъ, въ материнской породѣ содержаніе Fe_2O_3 колеблется отъ 11,67 до 12,97%, CaO—отъ 10,49 до 11,91%, SiO_2—отъ 42,74 до 47,05%, Al_2O_3—отъ 18,77 до 15,64%. Продуктъ вывѣтриванія содержалъ:

SiO_2 . . .	35,00%
Al_2O_3 . .	22,08
Fe_2O_3 . . .	20,18
CaO . . .	2,52

„Такимъ образомъ“, замѣчаетъ по поводу этихъ анализовъ Докучаевъ, „въ чаквинскомъ латеритѣ, повидимому, произошло значительное накопленіе окисей желѣза и глинозема и значительное обѣдненіе кремнекислоты и особенно извести“. Въ какой формѣ произошло накопленіе полуторныхъ окисловъ, изъ какихъ соединеній выщелочены кремнекислота и известь, приведенные анализы, конечно, разъяснить не могутъ.

Полнѣе аналитическія данныя Боча, но и они не даютъ отвѣта на интересующіе насъ вопросы; вотъ эти анализы:

---

[1]) См. Коссовичъ, 18.

Потеря при прокал. .	0,44%	9,40%
SiO_2	48,03	37,95
Al_2O_3	20,98	29,03
Fe_2O_3	7,67	19,15
CaO	11,83	0,30
MgO	7,09	2,34
K_2O	1,19	0,22
Na_2O	2,52	0,29

Они даютъ возможность сдѣлать тѣ же выводы, которые сдѣлалъ Докучаевъ, распространивъ эти выводы на магнезію и щелочи.

Переходимъ къ наблюденіямъ и изслѣдованіямъ, цѣлью которыхъ было выясненіе вопроса, во что превращаются при вывѣтриваніи отдѣльные минералы, слагающіе материнскую породу окрестностей Чаквы. (Глинка, К., 8).

Материнской породой Чаквы является авгитовый андезитъ, содержащій довольно крупныя выдѣленія авгита, калійно-натроваго полевого шпата и магнезіальнаго магнетита. Андезитъ встрѣчается какъ въ видѣ плотныхъ массъ, такъ и въ видѣ породы съ ясно выраженной шаровой отдѣльностью; и въ той, и въ другой разностяхъ породы находятся кромѣ того цеолиты (изъ группы сколецита или мезолита), образуя въ первомъ случаѣ прожилки, а во второмъ миндалины.

Какъ удалось показать сравнительными анализами свѣжихъ минераловъ и продуктовъ ихъ вывѣтриванія, полевой шпатъ чаквинскаго андезита превращается въ каолинъ, давая промежуточные продукты, въ видѣ кислыхъ солей типа $(H_2, Na_2, K_2)\ Al_2\ Si_4O_{12} . nH_2O$.

	Свѣжій полевой шпатъ.	Промежуточн. прод. вывѣтр
H_2O при прок. . . .	0,20%	11,21%
SiO_2	65,49	57,08
Al_2O_3	20,06	23,32
Fe_2O_3	—	1,08
CaO	1,58	сл.
MgO	0,19	0,42
K_2O	5,92	2,82
Na_2O	6,71	4,25
Сумма .	100,15	100,18

Авгитъ при вывѣтриваніи даетъ кристаллическую глину типа анауксита, который образуетъ иногда очень хорошія псевдоморфозы по авгиту.

	Авгитъ.	Анауситъ.
H_2O при прок. . . .	—	14,63%
SiO_2	49,56%	50,08
Al_2O_3	5,70	28,97
Fe_2O_3	1,73	5,60
FeO	5,47	—
MnO	0,60	—
MgO	12,65	0,64
CaO	20,61	—
K_2O	0,46	—
Na_2O	3,01	—
Сумма .	99,79	99,92

Прожилки и миндалины цеолитовъ превращаются въ глину, имѣющую составъ галлуазита, но глина эта содержитъ примѣсь гидратовъ глинозема, почему акад. Вернадскій считаетъ, что ее слѣдовало бы отнести къ дилльниту. Эта глина и образуетъ тѣ бѣлые прожилки въ красноцвѣтной толщѣ древняго продукта вывѣтриванія, о которыхъ упоминалось выше. Въ среднихъ частяхъ такихъ прожилковъ найденъ промежуточный продуктъ вывѣтриванія (см. стр. 133). Магнезіальный магнетитъ вывѣтривается очень слабо, сохраняясь въ видѣ свѣжихъ кристалловъ въ глинистой массѣ. Гидраты окиси желѣза встрѣчаются иногда въ формѣ турьита, или, правильвѣе, имѣютъ химическій составъ турьита. Такимъ образомъ всѣ указанные выше признаки свидѣтельствуютъ въ пользу принадлежности древняго продукта вывѣтриванія Чаквы къ группѣ субтропическихъ красноземовъ.

Въ Чаквѣ, какъ уже отмѣчалось выше, современный (подзолистый) типъ вывѣтриванія химически изученъ не былъ, поэтому мы обратимся теперь къ разсмотрѣнію другого случая нахожденія древней красноземной почвы, гдѣ было изучено и превращеніе этой почвы въ современную подзолистую. Такой случай былъ найденъ нами среди образцовъ, доставленныхъ Д. Ивановымъ изъ Приморской области (Глинка, К. 9). Древнія почвы красноземнаго типа образовались здѣсь изъ базальтовыхъ лавъ, содержащихъ оливинъ и большое количество магнетита[1]), который, какъ и въ Чаквѣ, сохраняется въ древнихъ продуктахъ вывѣтриванія. Верхніе горизонты древнихъ продуктовъ вывѣтриванія мѣстами подвергаются воздѣйствію современнаго подзолистаго процесса почвообразованія, морфологически выраженнаго иногда весьма рѣзко. Химическая картина иллюстрируется слѣдующими анализами:

1. Материнская порода.
2. Древній продуктъ вывѣтриванія.
3. Современный оподзоленный горизонтъ (A_2).

[1]) Подробное петрографическое изслѣдованіе этихъ породъ произведено проф. Зайцевымъ въ Варшавѣ.

	1.	2.	3.
H_2O при 100° Ц. . .	2,75%	8,03%	2,90%
Потери при прок. . .	2,24	12,67	6,82
SiO_2	52,63	38,53	65,89
Al_2O_3	21,09	28,10	16,05
Fe_2O_3	9,25	16,50	6,30
FeO	2,89	3,49	—
Mn_3O_4	0,31	0,21	—
CaO	6,31	0,24	1,30
MgO	1,22	0,18	0,42
K_2O	0,87	0,18	1,94
Na_2O	2,88	0,14	1,39
P_2O_5	0,17	0,07	0,10
Сумма .	99,86	100,30	100,21

Перечислнвъ цифры всѣхъ трехъ столбцовъ на безводное вещество, получаемъ:

	1.	2.	3.
SiO_2	53,91%	43,96%	70,55%
Al_2O_3	21,60	32,06	17,18
Fe_2O_3	9,47	18,94	6,74
FeO	2,96	3,98	—
Mn_3O_4	0,31	0,22	—
CaO	6,47	0,27	1,39
MgO	1,25	0,20	0,44
K_2O	0,89	0,20	2,07
Na_2O	2,95	0,08	1,48

Приведенныя цифры совершенно отчетливо свидѣтельствуютъ, что базальтовая лава (1) нѣкогда превратилась въ почву краснозем ную (2) съ рѣзкимъ обѣднѣніемъ основаніями и кремнеземомъ и обогащеніемъ полуторными окислами, а затѣмъ красноземная почва подверглась подзолистому типу вывѣтриванія, причемъ произошло рѣзкое обогащеніе кремнеземомъ и обѣднѣніе полуторными окислами. Цифры показываютъ также, что подзолистая почва вновь обогатилась основаніями, и это не случайное явленіе, такъ какъ оно наблюдается и въ другихъ аналогичныхъ образцахъ, анализовъ которыхъ мы здѣсь не приводимъ. Отмучивая древній продуктъ вывѣтриванія въ тяжелыхъ жидкостяхъ, нетрудно убѣдиться въ томъ, что онъ кромѣ глинъ, гидратовъ полуторныхъ окисловъ и магнетита, содержитъ еще примѣсь почти свѣжихъ зеренъ полевого шпата, авгита и частью оливина. Когда этотъ древній продуктъ превращается въ подзолистую почву, разложенію подвергаются преимущественно гидраты и глины, какъ вещества болѣе подвижныя, а первичные минералы, сохранявшіеся въ небольшихъ количествахъ въ красноземѣ, вновь какъ бы концентрируются, что и влечетъ за собой обогащеніе основаніями.

Къ сказанному необходимо добавить, что кипяченіе нѣкоторыхъ образцовъ древнихъ продуктовъ вывѣтриванія съ растворомъ ѣдкой щелочи указало на присутствіе въ нихъ небольшихъ количествъ гидрата глинозема. Это явствуетъ изъ слѣдующихъ опредѣленій въ щелочномъ растворѣ:

Al_2O_3 . . . . . 4,66%
SiO_2 3,74

Частичное отношеніе $Al_2O_3 : SiO_2 = 1 : 1,3$, т. е. меньше, чѣмъ въ каолинѣ, галлуазитѣ и пр.

Параллельно съ характеристикой древнихъ и современныхъ процессовъ почвообразованія въ Приморской области интересно привести краткую характеристику фауны и флоры Пріамурья, данную Грумъ-Гржимайло (13): „обзоръ остальныхъ группъ животнаго царства (кромѣ млекопитающихъ) [1]), не входятъ въ нашу программу частью потому, что нѣкоторые изъ нихъ изучены еще очень мало (Reptilia, почти всѣ Arthropoda, Vermes), частью же потому, что значеніе ихъ для края пока еще вовсе не выяснилось; послѣднее замѣчаніе относится, разумѣется, ближе всего къ насѣкомымъ. Поэтому все, что мы можемъ сказать о всѣхъ этихъ фаунахъ, это: что общій характеръ ихъ вполнѣ согласуется съ тѣмъ, что мы уже видѣли на Амурѣ, въ этой своеобразной странѣ, гдѣ виноградная лоза обвиваетъ ель, гдѣ орѣховое и пробковое дерево (Phellodendron amurense) растутъ рядомъ съ березой или сосной, гдѣ соболь и тигръ занимаютъ однѣ и тѣ же мѣстности, гдѣ зачастую сохатый и сѣверный олень встрѣчаются съ пятнистымъ оленемъ (Cervus Dybowskii), а бѣлая полярная сова уступаетъ мѣсто японскому ибису“.

Изъ приведеннаго отрывка видно, что на территоріи Пріамурья идетъ въ настоящее время борьба между флорой и фауной теплаго, почти субтропическаго климата и представителями флоры и фауны современнаго климата этой области, который характеризуется средней годовой температурой не выше +1 и +3° въ южныхъ частяхъ области. Виноградъ, пробковое дерево и тигръ представляютъ, по нашему мнѣнію, реликты того періода, когда въ Приморской области путемъ вывѣтриванія развивались красноземы, а сосна, ель и сѣверный олень хорошо гармонируютъ съ современными подзолистымъ и болотнымъ типами почвообразованія.

Пользуемся случаемъ, чтобы еще разъ подчеркнуть здѣсь значеніе изученія древнихъ почвообразовательныхъ процессовъ для реставраціи физическо-географическихъ условій минувшихъ геологическихъ періодовъ.

При дальнѣйшихъ изслѣдованіяхъ въ Приморской области несомнѣнно окажется, что мѣстами современныя почвы подзолистаго типа развились изъ наносовъ, которые, въ свою очередь, получались путемъ размыванія древнихъ продуктовъ вывѣтриванія, древнихъ почвъ. Что такіе

случаи возможны, показываютъ наблюденія, произведенныя нами въ окрестностяхъ Биксада въ Венгріи (Glinka, K., 10).

Небольшой курортъ Биксадъ (Bikszád) помѣщается въ межгорной равнинѣ, по которой протекаютъ небольшіе ручьи и рѣченки, впадающіе въ р. Туръ, притокъ Тиссы. Съ сѣвера, востока и юга эта равнина оцѣплена горами Авашъ (Avas), высота которыхъ въ ближайшихъ окрестностяхъ Биксада достигаетъ 1200—1300 метровъ. Самъ курортъ расположенъ на высотѣ около 160 метровъ надъ уровнемъ моря. Положеніе Биксада среди равнины, которая обильно орошается, могло бы привести къ заболачиванію его окрестностей, если бы равнина не дренировалась рѣченками и ручьями и если бы не сильное испареніе (Биксадъ лежитъ приблизительно подъ 47° 50′ с. ш.). Послѣднія двѣ причины привели къ тому, что болотъ здѣсь не наблюдается, хотя среди долины и нерѣдки влажныя луговыя мѣста. Часть равнины и теперь покрыта могучими дубовыми деревьями, отдѣльные представители которыхъ въ паркѣ курорта имѣютъ возрастъ въ нѣсколько сотъ и до тысячи лѣтъ. Подъ вліяніемъ лугово-лѣсной растительности и значительнаго увлажненія на равнинѣ развиваются типичнѣйшія подзолистыя почвы и частью переходныя отъ подзоловъ къ болотнымъ.

Образецъ типичнаго подзола даетъ для горизонта A совершенно безцвѣтную прозрачную водную вытяжку, въ которой на 100 гр. воздушно-сухой почвы опредѣлено:

Кислотность (въ грамм. NaHO)	0,0018
Общее количество раствор. вещ.	0,0395 гр.
Изъ нихъ:	
Органич. вещества	0,0327 „
Минеральнаго вещества	0,0068 „

Водная вытяжка изъ почвъ, переходныхъ къ полуболотнымъ, также безцвѣтна и прозрачна; въ ней опредѣлено:

Кислотность	0,0011
Общее колич. раствор. вещ.	0,0866 гр.
Изъ нихъ:	
Органич. веществъ	0,0763 „
Минеральн. „	0,0103 „

Обѣ вытяжки очень характерны для почвъ подзолистаго типа: кислая реакція и рѣзкое преобладаніе органическаго вещества надъ минеральнымъ.

Биксадскіе подзолы чрезвычайно богаты ортштейновыми конкреціями. Величина ихъ довольно различна, форма же чаще всего болѣе или менѣе округлая. Рѣже встрѣчаются цилиндрическія образованія, полыя внутри. Очевидно, послѣднія формы представляютъ выдѣленія вокругъ растительныхъ корней; онѣ наблюдаются чаще всего въ поч-

вахъ, залегающихъ по котловинамъ. Составъ конкрецій ортштейна опрѣдѣляется слѣдующими данными:

	1.	2.
Потери при прок.	6,45%	7,02%
SiO_2	51,52	50,27
Al_2O_3	10,67	не опред.
Fe_2O_3	14,49	„
MnO	12,93	11,29
CaO	1,91	1,75
MgO	0,93	0,86
K_2O	1,13	1,31
Na_2O	1,06	
	101,09	

Изъ приведенныхъ цифръ видно, что ортштейнъ богатъ какъ желѣзомъ, такъ и марганцомъ, что бросается въ глаза и при наблюденіяхъ въ природѣ. Громадное количество желѣза и марганца, при чрезвычайномъ обиліи конкрецій въ биксадскихъ подзолахъ, заставило меня искать источниковъ, изъ которыхъ могло накопиться въ биксадской равнинѣ такое количество упомянутыхъ металлическихъ окисловъ. Прежде чѣмъ говорить объ этихъ источникахъ, отмѣчу, что биксадскіе ортштейны очень легко разлагаются соляной кислотой, при чемъ не только все желѣзо и марганецъ, но и значительная часть глинозема переходитъ въ растворъ. Изслѣдованію подвергался образецъ ортштейна, близкій къ № 1, но нѣсколько болѣе богатый желѣзомъ; результаты получились слѣдующіе:

Нерастворим. прокал. остатка . . .	55,50%
Растворилось:	
MnO	12,16
Fe_2O_3	17,88
Al_2O_3	7,13

Для сравненія состава подзола съ ортштейномъ приводимъ цифровыя данныя:

	Подзолъ (гор. A_2).	Ортштейнъ.
Потеря при прок. .	5,30%	6,45%
SiO_2	77,58	51,52
Al_2O_3	11,99	10,67
Fe_2O_3	2,88	14,49
MnO	—	12,93
CaO	0,81	1,91
MgO	0,61	0,93
K_2O	0,95	1,13
Na_2O	0,74	1,06
Сумма	100,86	101,09

Среди наносныхъ глинъ биксадской низменности, тамъ, гдѣ эти глины не сильно оподзолены, обращаютъ на себя вниманіе довольно частыя включенія въ однородную сравнительно массу глины нѣсколько болѣе твердыхъ кусковъ и кусочковъ, иногда цѣлыхъ гнѣздъ также глинистой породы, но богатой или гидратами окиси желѣза, или окислами марганца, цементировавшими въ большей или меньшей степени указанные кусочки. Внимательно разсматривая эти послѣдніе, можно было притти къ заключенію, что они представляютъ переработанный въ новыхъ условіяхъ залеганія какой то древній продуктъ вывѣтриванія. Такъ какъ глины биксадской низменности образовались, очевидно, изъ тѣхъ выносовъ, которые давали сосѣдніе склоны, то оказалось необходимымъ внимательно изучить хотя бы ближайшія части горныхъ склоновъ. Первая же экскурсія въ предгорья, въ предѣлахъ большого села Биксадъ и позади него (къ С.) обнаружила весьма интересные факты. Какъ въ самомъ селѣ (въ верхней его части), такъ особенно позади его были встрѣчены красные продукты вывѣтриванія, которые своимъ внѣшнимъ видомъ и мельчайшими деталями своей морфологіи напомнили продукты вывѣтриванія авгитоваго андезита въ окрестностяхъ Чаквы. Ярко-красный цвѣтъ, неравномѣрное распредѣленіе марганцовыхъ соединеній отдѣльными темно-бурыми пятнами, сохраненіе микроструктуры материнской породы—все говоритъ за то, что мы имѣемъ здѣсь дѣло съ типичными красноземами латеритной группы. Встрѣчаются эти красноземы далеко не всюду, а только на переломахъ склоновъ, на взлобкахъ, гдѣ они не могли быть занесены позднѣйшими наносами и не могли быть измѣнены болѣе новыми процессами почвообразованія. На очень пологихъ склонахъ мѣстныхъ возвышенностей лежатъ слабоподзолистыя почвы. въ чемъ убѣждаютъ экскурсіи на „Биксадскій камень“ и высоты, лежащія позади него (къ С.) и нависшія надъ долиной Тиссы. Нѣтъ этихъ красныхъ продуктовъ и на крутыхъ склонахъ, нѣтъ ихъ и на высотахъ горъ. Они пріурочиваются, повидимому, почти исключительно къ холмамъ предгорій, да и здѣсь въ настоящее время весьма сильно смыты. Мѣстами смыта вся рыхлая часть продукта и осталась лишь полутвердая красная корка, прочно припаянная къ материнской породѣ—андезиту. Эта корка, по крайней мѣрѣ тамъ, гдѣ ее пришлось наблюдать, совершенно не содержитъ бурыхъ пятенъ марганцовыхъ соединій, что видно и изъ приводимаго ниже анализа этой корки. Ея химическій составъ еще не рѣзко отличается отъ состава андезитовыхъ породъ. Впрочемъ, слѣдуетъ отмѣтить, что анализированные образцы породъ взяты не въ томъ мѣстѣ, гдѣ взята была корка. Анализы андезитовъ дали слѣдующіе результаты:

	1.	2.
Потеря при прок. .	0,41%	2,13%
SiO_2	53,95	57,62
Al_2O_3 , ...	14,69	21,12
Fe_2O_3	3,02	2,84
FeO	5,24	3,87
MnO	3,73	1,55
CaO	9,47	6,50
MgO	4,86	1,34
K_2O	2,05	1,62
Na_2O	2,93	1,85
Сумма	100,35	100,44

Составъ упомянутой выше корки выражается слѣдующими цифровыми данными:

Воды при 105° Ц. . .	10,85%
Потери при прок. . .	6,02
SiO_2	55,00
Al_2O_3	19,36
Fe_2O_3	8,09
MnO	0,72
CaO	6,49
MgO	3,43
K_2O	0,52
Na_2O	1,28
Сумма	100,91

Количество воды, въ томъ числѣ и гигроскопической, очень рѣзко повышено, что весьма характерно для красноземнаго типа вывѣтриванія, повышено содержаніе окиснаго желѣза, но основанія выщелочены еще сравнительно слабо; не произошло рѣзкихъ измѣненій и въ количествахъ глинозема и кремнезема.

Болѣе вывѣтрившіяся массы, взятыя изъ ближайшихъ мѣстъ къ с. Биксадъ, имѣли такой составъ:

	1.	2.
Воды при 105° Ц. . .	9,81%	11,67%
Потери при прок. . .	9,87	9,23
SiO_2	47,65	48,47
Al_2O_3	25,23	
Fe_2O_3	12,20	38,46
FeO	1,16	
MnO	1,24	1,26
CaO	1,70	1,32
MgO	1,74	1,50
K_2O	0,36	0,29
Na_2O	0,15	0,27
Сумма	101,30	100,80

Вся совокупность наблюденій въ окрестностяхъ Биксада приводитъ къ заключенію, что современные подзолы биксадской низменности образовались изъ наносовъ, которые, въ свою очередь, сложены были въ значительной своей части матеріаломъ размытыхъ и перенесенныхъ красноземовъ. Это обстоятельство является причиной богатства ортштейновыхъ конкрецій мѣстныхъ подзолистыхъ почвъ окислами желѣза и марганца.

Изъ всего сказаннаго по поводу ископаемыхъ и древнихъ почвъ ясно, что изученіе этихъ послѣднихъ должно играть важную роль при реставраціи климатическихъ условій минувшихъ геологическихъ періодовъ. Если въ современную намъ эпоху латеритъ можетъ образоваться лишь при условіяхъ тропическаго климата, то такъ это было и въ древнія эпохи. Если подъ ледниковыми наносами или среди послѣднихъ мы находимъ остатки подзолистыхъ почвъ, то имѣемъ право заключить, что доледниковая и межледниковыя эпохи не слишкомъ рѣзко отличались по своимъ климатическимъ условіямъ отъ современной эпохи для тѣхъ областей, которыя заняты ледниковыми наносами. Заключенія, сдѣланныя на основаніи изученія древнихъ процессовъ вывѣтриванія, будутъ даже точнѣе, чѣмъ выводы, основанные на остаткахъ ископаемой флоры и фауны, ибо и растенія, и животныя могутъ въ извѣстной степени приспособляться къ измѣнившимся климатическимъ условіямъ, а процессы вывѣтриванія этого не могутъ. О такой приспособленности достаточно свидѣтельствуютъ виноградъ и тигръ Приамурья. Необходимо только научиться узнавать типъ вывѣтриванія не только тогда, когда продуктъ вывѣтриванія сохранилъ еще всѣ свои морфологическія особенности, но и тогда, когда эти послѣднія въ значительной мѣрѣ уничтожены, а остались лишь своеобразныя химическія свойства продукта вывѣтриванія.

Литература.

1. Агафоновъ. Матер. къ оцѣнкѣ земель Полтавской губ. Вып. XVI, гл. III 1894.
2. Аксеновъ и Красусскій. Тр. Общ. Физико-Хим. Наукъ. Харьковъ, годъ III (XXIV), стр. 13—14.
3. Армашевскій. Зап. Кіев. Общ. Естеств., т. VII, 1883; вып. 2.
4. Димо. Сельско-хоз. Вѣстн. Юго-Вост. Россіи, 1911, № 1—3.
5. Докучаевъ. Предвар. отчетъ объ изслѣд. на Кавказѣ лѣтомъ 1899 г.— Тифлисъ, 1900.
6. Geikie, J. Ann. Rep. of the Smiths. Inst., 1899.
7. Глинка, К. Ежегодн. по геолог. и минер. Россіи, т. V, вып. 4—5, 1902.
8. — „Почвовѣдѣніе", 1909, № 3.
9. — „ 1911, № 3.
10. Glinka, K. Foldtany Kozlöny, 1911, XLI, 13.
11. Gorjanowic-Kramberger. Verhandl. d. zweit. internation. Agrogeologen-Konferenz. Stockholm, 1900, p. 323.
12. Green. Geology. Part. I. Physikal Geology, 1882, p. 254.
13. Грумъ-Гржимайло. Описаніе Амурской области. СПБ., 1894.
14. Гуровъ. Геолог. описаніе Полтавской губ. Харьковъ, 1888.
15. Hunt, St. Geolog. Journ. London, XI, 1859, p. 488—496.
16. — Geolog. Soc. Journ. Dublin, X, 85—95.
17. — Americ. Journ. of Sc. Vol. XXII, 1883.
18. Коссовичъ. Лекціи почвовѣдѣнія. Изд. для студ. СПБ., 1903, стр. 18.
19. Коржинскій. Сѣверн. граница черноз.-степной области въ восточи. полов. Евр. Россіи, 1888 и 1891.
20. Красновъ. Тр. Общ. Естеств. при Харьк. Унив., 1893—94, 28.
21. Криштафовичъ. Ежегодн. по геол. и минер. Россіи, т. I, вып. 1 и 2, 1896 и 1897.
22 — Зап. Ново-Александр. Инст., т. XV, вып. 3, 1902 (литература).
23. Кротовъ и Нечаевъ. Тр. Общ. Естеств. при Казан. Унив., 1890.
24. Leverret. Journ. of. Geology, VI, 1898, p. 171—181, p. 244—249.
25. — U. S. Geol. Surv. 1902.
26. Liebrich. Bauxit. 28 Ber. d. Oberh. Ges. f. Natur- und Heilkunde.
27. Lyell. Elements of Geology, 1864, p. 639.
28. Merill. Treatise on rocks, rock-weathering and soils, 1897.
29. Миддендорфъ. Очерки Фергаиской долины, 1882, стр. 5, выноски.
30. Nehring. Ueber Tundren und Steppen der Jetzt- und Vorzeit, 1890.
31. Никитинъ и Ососковъ. Труды Геолог. Ком. т., VII, № 2.
32. — и Наливкинъ. Бассейнъ Днѣпра. Тр. экспед. для изслѣд. источи. главнѣйш. рѣкъ Европ. Россіи, 1896.
33. — и Погребовъ. Бассейнъ Оки. Ibid., 1895.
34. Православлевъ. Тр. Варшавск. Общ. Естеств. Годъ X, 1900. Отдѣлъ біологіи.
35. Раманнъ. „Почвовѣдѣніе", 1901, № 1.
36. Richthofen. Führer für Forschungsreisende, 1901.
37. Рисположеискій. Тр. Общ. Естеств. при Казан. Унив., т. XXIV, вып. 6.

38. Sauer. Zeitschr. f. die gesammt. Naturwiss., 1889, Bd. LXII, p. 21.
39. Земятченскій. Пады, имѣніе В. Л. Нарышкиna. СПБ. 1894.
40. Соколовъ. Дюны, ихъ образованіе, развитіе и внутр. строеніе, 1884.
41. — Зап. Имп. СПБ. Минерал. Общ., т. XI, 1902, стр. 35—112.
42. Stremme, H. Geolog. Rd. I, 1910, Besprechungen, p. 337—344.
43. Танфильевъ. Землевѣдѣніе, 1906, № 2.
44. — Тр. Имп. Вольн. Экон. Общ. 1897.
45. Тутковскій. Изв. Геолог. Комит., т. XIX, 1900.
46. Чернышевъ. Изв. Геолог. Комит., т. VI, стр. 16 и слѣд.
47. Wahnschaffe. Die Ursachen d. Oberflächengestaltung d. norddeutschen Flachlandes, 1901.
48. Walther, J. Das Gesetz der Wustenbildung. 1900.
49. Высоцкій, Г. „Почвовѣдѣніе", 1901, № 2 и 3.
50. Zirkel. Lehrbuch der Petrographie, 2. Aufl., Bd. III, p. 771.

ГЛАВА IV.

Краткая характеристика почвенныхъ зонъ Россіи и ея отдѣльныхъ областей.

I. Европейская Россія.

По преобладающему типу почвообразованія Россія можетъ быть разбита на рядъ зонъ, послѣдовательно смѣняющихъ другъ друга въ направленіи съ СЗ. на ЮВ. Каждая изъ этихъ зонъ характеризуется своеобразнымъ комплексомъ почвообразователей, въ каждой изъ нихъ существуютъ и различные мѣстные факторы, способствующіе уклоненію въ сторону общаго процесса и создающіе среди основного зональнаго типа одинъ или нѣсколько интразональныхъ. Задачей предлагаемой главы является характеристика почвообразователей и почвеннаго покрова каждой изъ русскихъ зонъ, поскольку мы располагаемъ въ этомъ направленіи матеріаломъ.

На площади равнинной Россіи могутъ быть выдѣлены слѣдующія, постепенно переходящія другъ въ друга зоны:

1. Тундровая или торфяно-лишайниковая зона.
2. Подзолистая или лѣсная „
3. Черноземная или степная „
4. Каштановая пустынно-степная „
5. Бурая „ „
6. Сѣрая „ „

Перечисленныя зоны изучены въ настоящее время не только въ Европейской, но и Азіатской Россіи, гдѣ, благодаря иниціативѣ Переселенческаго Управленія, уже нѣсколько лѣтъ ведутся, при помощи особыхъ экспедицій, находящихся въ завѣдываніи автора, то схематическія, то детальныя почвенныя съемки почти во всѣхъ почвенныхъ зонахъ.

Кромѣ упомянутыхъ зонъ равнинной Россіи заслуживаютъ особаго разсмотрѣнія нѣкоторыя ея горныя области, каковы Кавказъ, Алтай, горныя системы Туркестана.

II. Тундровая зона.

Въ климатическомъ отношеніи тундровая область изучена менѣе другихъ, однако нѣкоторыя данныя имѣются и для этой зоны. Одной изъ характерныхъ особенностей полярнаго климата является долгая зимняя ночь съ ея низкой температурой. Въ теченіи короткаго лѣта незаходящее солнце посылаетъ косые лучи, теплоты которыхъ часто едва хватаетъ на таяніе снѣга и льда, и только склоны холмовъ и горъ, получающіе болѣе отвѣсные лучи, согрѣваются сильнѣе, что сказывается и на растительности этихъ послѣднихъ. Низкая средняя температура года (ниже 0°) и небольшое количество атмосферныхъ осадковъ (200—300 мм.), не превышающее количество осадковъ пустынныхъ степей, характерны для тундровой полосы. Однако, здѣсь это количество осадковъ, при наличности низкой температуры, вполнѣ достаточно не только для насыщенія, но и для пересыщенія влагой поверхностныхъ горизонтовъ земной коры, при подходящихъ условіяхъ рельефа. Часть этой влаги находится неглубоко отъ земной поверхности въ вѣчно мерзломъ состояніи, что является, повидимому, основной причиной отсутствія лѣса въ тундрѣ (Танфильевъ, 8).

Материнскія породы значительной части тундровой зоны Европейской Россіи принадлежатъ морскимъ осадкамъ такъ нязываемой бореальной трансгрессіи. Эти осадки долгое время считались послѣледниковыми, и только позже нѣсколькимъ изслѣдователямъ удалось доказать, что трансгрессивные пласты слѣдуетъ отнести къ межледниковымъ. Въ бассейнѣ Сѣв. Двины и на Кольскомъ полуостровѣ было обнаружено залеганіе трансгрессивныхъ отложеній между двумя толщами наносовъ, сложенныхъ изъ матеріала поддонной морены. Породы, слагающія межледниковые осадки тундровой зовы, довольно разнообразны: иногда это пластичныя сѣрыя глины, иногда болѣе песчанистые глины и суглинки, а иногда пески. Всѣ онѣ ясно слоисты, и содержатъ остатки морской фауны, а нерѣдко и отдѣльные валуны. Наряду съ морскими межледникоными осадками находятся и насушные съ остатками растеній и костями млекопитающихъ.

По даннымъ Чернышева (9), въ періодъ бореальной трансгрессіи море покрывало всѣ пункты описываемой области, не превышающіе изогипсы въ 150 метровъ.

Среди указанныхъ наносовъ имѣются мѣстами и выходы различныхъ коренныхъ породъ, въ томъ числѣ и кристаллическихъ.

По устройству поверхности тундра Европейской Россіи довольно разнообразна. Согласно даннымъ Танфильева (8), въ восточной части тундровой зоны, между рр. Индигой и Печорой, а также, вѣроятно, и въ Большеземельской тундрѣ, глины и пески выходятъ на по

верхность обширными площадями, иногда образуя невысокіе бугры или сопки, которые, благодаря равнинности тундры, хорошо бываютъ замѣтны даже издали. „Очень часто попадаются въ той же части тундры *между Индигой и Печорой рѣчки и балки* съ крутыми склонами и болѣе или менѣе замкнутыя пониженія, занятыя всевозможныхъ очертаній мелкими озерами въ крутыхъ торфяныхъ берегахъ.

Указанныя пространства песчаной и глинистой тундры, если они открыты дѣйствію вѣтровъ, зимой бываютъ лишены снѣга. Еще Шимперъ полагалъ, что главными врагами полярной растительности являются не столько низкая температура и продолжительное отсутствіе солнечнаго свѣта, сколько бѣдность зимнихъ періодовъ атмосферными

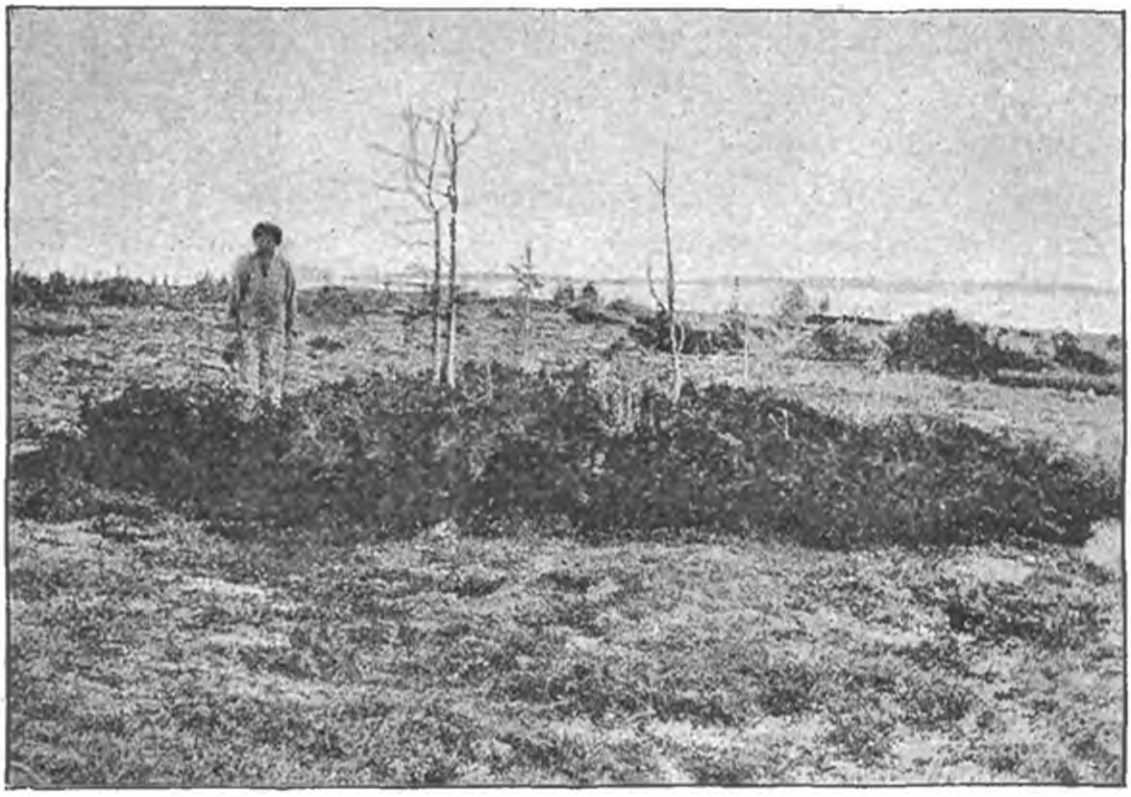


Рис. 42. Видъ тундры у южной ея границы.

осадками и зимніе вѣтры, сдувающіе и безъ того небогатый снѣговой покровъ въ кучи и оголяющіе земную поверхность. Отъ дѣйствія иссушающаго вѣтра поверхность земли, не прикрытая снѣгомъ, покрывается, по Танфильеву, трещинами, системы которыхъ, перекрещиваясь, отграничиваютъ небольшія площадочки величиной въ блюдце, тарелку или каретное колесо. На такихъ площадкахъ растительность совершенно отсутствуетъ, и только по трещинамъ появляются „деревянистыя Ledum palustre, Vaccinium uliginosum, Betula nana, Rubus arcticus, Empetrum nigrum, Arctostaphylos alpina и Salix herbacea съ примѣсью мха Polytrichum strictum“. Такого рода тундру Танфильевъ называетъ лысой или пятнистой. Въ описываемой части тундры особенно бѣдны растительностью сопки. По свѣдѣніямъ, сообщаемымъ

Палибинымъ (6), и въ тундрахъ Новой Земли и Земли Франца-Іосифа растенія не всегда принимаютъ участіе въ процессѣ почвообразованія.

Къ востоку отъ Индиги Танфильевъ отмѣчаетъ также „обширныя, почти горизонтальныя площадки торфяно-кочкарной тундры, гдѣ минеральная почва одѣта сплошнымъ торфянымъ слоемъ въ 1—2 ф мощности. Поверхность такой тундры плотная, не болотистая, покрытая небольшими, съ кубич. футъ и меньше, кочками. Въ растительности преобладаютъ цвѣта грязно-зеленые и свѣтло-сѣрые. Кочки состоятъ чаще всего изъ густой массы стеблей Polytrichum съ Festuca ovina. На такой тундрѣ всегда растутъ также Empetrum nigrum, Salix reticulata и herbacea, Betula nana, иногда Salix glauca и др. Общій бѣлесоватый фонъ тундры зависитъ отъ лишайниковъ Cladonia rangiferina и Stereocaulon paschale, иногда также отъ сѣдыхъ листьевъ ивы Salix glauca. Среди сплошного плотнаго торфяного покрова часто попадаются небольшія, болѣе влажныя пониженія, поверхность которыхъ одѣта сплошными подушками мха Jungermannia inflata, почти совершенно чернаго цвѣта, такъ что тундра производитъ тогда до иллюзіи отчетливое представленіе, точно она обсыпана чернымъ угольнымъ порошкомъ. Въ болѣе влажныхъ логовинкахъ преобладаніе получаютъ болѣе крупныя деревянистыя растенія, каковы ивы Salix myrsinites, lanata, hastata, а также Betula nana“...

На крутыхъ склонахъ Тиманскаго кряжа, сложенныхъ коренными породами, наблюдается лишайниковый покровъ изъ Cladonia rangiferina, Stereocaulon paschale, Cetraria nivalis.

На болѣе ровныхъ мѣстахъ склоновъ лежитъ сплошной дерновый покровъ въ два и болѣе дюйма толщиной, составленный переплетающимися вѣтвями „Empetrum nigrum съ Trichocolea tomentella, Jungermannia, Sphaerophoron, Cladonia rangiferina и злака Festuca ovina и др.“ Этотъ дернъ Танфильеву „удавалось сдирать съ породы большими, въ нѣсколько футъ поперечникомъ, кусками“.

„Въ землѣ Тиманскихъ самоѣдовъ, на Канинѣ и, повидимому, въ восточной Лапландіи наибольшимъ распространеніемъ пользуется, по даннымъ Танфильева, тундра бугристая. „На востокъ она доходитъ до Тимана, окаймляя, такимъ образомъ, почти весь западный, южвый и южную часть восточнаго берега Чешской губы Ледовитаго океана. Только на Канинскомъ и Тимавскомъ камняхъ она смѣняется другими поверхностными образованіями. Подъ бугристой тундрой находятся обширные участки и къ востоку отъ Индиги, но здѣсь этотъ типъ не занимаетъ господствующаго положенія, а пріуроченъ только къ пониженнымъ участкамъ тундры, къ верховьямъ рѣкъ и рѣчокъ и къ берегамъ многочисленныхъ тундровыхъ озеръ“.

„Бугристая тундра покрыта, какъ доска шапками, громадными торфяными буграми, самой разнообразной формы и въ различныхъ стадіяхъ развитія, начиная съ ничтожной кочки и кончая уже вполнѣ сложившимся и, повидимому, уже мало растущимъ бугромъ. Они бываютъ то округлыми, то вытянутыми въ длину, то перетянутыми въ серединѣ, то угловатыми или звѣздообразными. Бока или склоны этихъ бугровъ всегда очень крутые, но не настолько, чтобы на нихъ нельзя было безъ затрудненій взойти. Иногда бока бугровъ бываютъ и отвѣсные. Поверхность ихъ въ общемъ горизонтальная, но кочковатая и неровная. Размѣры ихъ весьма различны, но чаще встрѣчаются бугры съ діаметромъ отъ 5 до 25 метр., при вышинѣ около 3—5 м. Консистенція ихъ весьма плотная, благодаря близости мерзлоты, уровень которой даже въ концѣ августа не лежитъ дальше 35—40 см. Съ поверхности бугры грязно-бѣлаго цвѣта или сѣдого, который имъ придаютъ лишайники Cladonia rangiferina, Cetraria nivalis, Stereocaulon paschale, Cornicularia aculeata, Sphaerophoron fastigiatum. Бѣлесоватая окраска поверхности бугровъ еще усиливается лишайникомъ Ochrolechia tartarea, окутывающимъ своей бѣлой коркой верхушки мховъ Sphagnum и Polytrichum и вызывающимъ впечатлѣніе, точно бугоръ обсыпанъ какимъ-то бѣлымъ порошкомъ. Кромѣ лишайниковъ, мха Sphagnum fuscum, также Polytrichum strictum и др., на буграхъ, особенно по ихъ краямъ, всегда растутъ Rubus chamaemorus, Betula nana, Vaccinium uliginosum, Empetum nigrum, Andromeda polyfolia, Eriophorum vaginatum.

„Бугры, называемые тиманскими самоѣдами „ладь“, а канинскими— „мога“, отдѣляются другъ отъ друга впадинами, шириной 5—15 м. Въ впадинахъ стоитъ вода. Мерзлота въ нихъ въ началѣ іюня находилась не ближе 40 см. Эти впадины самоѣды называютъ „ерсеи“ или „ярдеи“.

Главная масса бугровъ состоитъ изъ мха Sphagnum fuscum, но на днѣ нѣкоторыхъ изъ нихъ попадаются хорошо сохранившіеся остатки древесной растительности, даже ели и березы“. Минеральная основа торфяника также имѣетъ форму бугра. Иногда верхніе ея горизонты, соприкасающіеся съ торфомъ, обезцвѣчены благодаря выносу желѣза, раскисленнаго подъ вліяніемъ торфа.

Kihlman (4) считалъ бугристую тундру Кольскаго полуострова результатомъ эрозіи мерзлой почвы водой, но такое толкованіе не приложимо къ большей части Таманской тундры. Танфильевъ даетъ слѣдующее объясненіе образованію торфяныхъ бугровъ: „Представимъ себѣ слегка пониженный, хотя и ничтожный по размѣрамъ, участокъ тундры, гдѣ собирается атмосферная вода. По берегамъ такого озерка появится болотная растительность, ближе къ водѣ изъ Comarum, Menyanthes, Carices, а подальше изъ Eriophorum vaginatum, пучки которой скоро заселяются мхомъ Polytrichum и мелкими тундровыми кустарниками.

Благодаря постоянному увлажненію, болотная растительность развивается здѣсь чрезвычайно пышно, а скоро появляется и мохъ Sphagnum fuscum. Постепенно, по мѣрѣ его наростанія, часть растеній (Comarum, Menyanthes, Carices) начинаютъ пропадать, тогда какъ Eriophorum нѣкоторое время еще продолжаетъ вытягиваться вверхъ, поспѣвая за ростомъ Sphagnum. На сфагновомъ субстратѣ возникаютъ, вмѣстѣ съ тѣмъ, колоніи обычныхъ его спутниковъ: Rubus chamaemorus, Andromeda polyfolia, Empetrum nigrum, Betula alba и др.).

Такъ идетъ наростаніе торфа въ вышину. Когда наростаетъ слой его настолько мощный, что образующаяся за зиму мерзлота уже не можетъ оттаять — въ Тиманской тундрѣ около 36 см., — то въ будущемъ бугрѣ появляется и мерзлое ядро. Сфагнумъ, главный строитель торфяника, увеличиваетъ массу его не только въ вышину, но, конечно, и по периферіи. Но такъ какъ сфагнумъ хорошо растетъ только въ водѣ атмосферной, бѣдной питательными веществами, то наростаніе его будетъ итти энергичнѣе на верхней поверхности торфяника, получающей воду, главнымъ образомъ, прямо изъ атмосферы, тогда какъ по краямъ, гдѣ близка минеральная почва и гдѣ торфяникъ начинаетъ смачиваться также и водой, притекающей къ нему по поверхности тундры, а потому и болѣе минерализованной, ростъ будетъ менѣе быстрый. Кромѣ того, на верху вода легче удерживается, чѣмъ на склонахъ. Благодаря главнымъ образомъ этимъ причинамъ, построенный изъ сфагнума торфяникъ получаетъ выпуклую форму, какъ то давно уже было выяснено западноевропейскими торфовѣдами. Торфяной бугоръ есть, въ сущности, выпуклый сфагновый торфяникъ.

Когда два сосѣднихъ бугра разростутся до соприкосновенія своими подошвами, то между ними должна возникнуть долинка, которая такимъ образомъ является совсѣмъ не продуктомъ размыва".

Чтобы закончить характеристику физіономіи тундровой зоны, остается указать еще на существованіе въ тундрѣ луговыхъ пространствъ, пріуроченныхъ къ поймамъ рѣкъ. Заливаемыя рѣкой мѣста поймы носятъ въ Архангельской губ. названіе „ваволокъ", а мѣста, покрываемыя морскими проливами „лайда". По рѣчнымъ долинамъ растутъ также и древесныя породы, что объясняется, по мнѣнію Танфильева (l. c.), пониженіемъ горизонта вѣчной мерзлоты.

Изъ всего сказаннаго слѣдуетъ, что области тундры, покрытыя растительностью, заняты или мокрыми торфяными почвами, имѣющими аналогію съ болѣе южными торфяно-болотными образованіями, или луговыми почвами по рѣчнымъ долинамъ или же, наконецъ, болѣе сухими торфянистыми почвами. Морфологія этихъ почвъ въ Европейской Россіи недостаточно изучена. Необходимо при характеристикѣ почвъ тундры учитывать вліяніе вѣчной мерзлоты, которая хотя и наблюдается въ болѣе южныхъ зонахъ, но

далеко не представляетъ того сплошного развитія, какъ въ тундрѣ. Кромѣ того, и глубина залеганія мерзлыхъ горизонтовъ, и степень оттаиванія ихъ въ лѣтніе періоды нѣсколько иная въ лѣсной зонѣ, чѣмъ въ области тундры.

На *мѣстахъ, не затянутыхъ растительностью, происходитъ, главнымъ* образомъ, механическое вывѣтриваніе, факторомъ котораго является преимущественно замерзающая вода. Такое вывѣтриваніе даетъ наибольшіе эффекты на плотныхъ породахъ и мало проявляется на глинахъ и пескахъ. Результатомъ являются скелетныя почвы.

Судя по образцамъ почвъ, собраннымъ Шульгой на о. Колгуевѣ, кое-гдѣ въ тундрѣ могутъ итти подзолообразовательные процессы, а слѣдовательно образоваться и подзолистыя почвы. Чаще всего послѣднія появляются на песчаныхъ и супесчаныхъ субстратахъ, особенно если таковые занимаютъ рѣчныя террассы въ тундровой зонѣ.

Литература.

1. Амалицкій, В. Тр. Спб. Общ. Естеств., 1896.
2. Барботъ-де-Марни. Зап. Импер. Минер. Общ., 2 серія, т. III.
3. Иностраицевъ. Тр. Спб. Общ. Ест., т. II, вып. 1, 1871.
4. Kihlmann. Pflanzenbiologische Studien aus Russisch. Lapland. 1890.
5. Middendorf. Sibirische Reise, Bd. IV.
6. Палибинъ. „Почвовѣдѣніе", 1902 г., № 4, стр. 446—447.
7. Samuelson. Bull. of the Geolog. Inst. of Upsala, Vol. X, 1910.
8. Танфильевъ. Предѣлы лѣсовъ въ полярной Россіи. Одесса, 1911 (литература).
9. Черныше въ. Изв. Геолог. Комит., т. IX, 1890 и т. X, 1891.
10. Волоссовичъ. Матеріалы для геологіи Россіи, т. XX, 1900.

II. Подзолистая (лѣсная) зона.

Эта зона въ предѣлахъ Европейской Россіи занимаетъ огромную площадь, и отдѣльные ея районы изучались довольно подробно, благодаря иниціативѣ земствъ. Въ составъ подзолистой зоны вхoдятъ цѣликомъ губерніи Великаго княжества Финляндскаго, Олонецкая, Петроградская, Новгородская, Вологодская, губернін Прибалтійскаго края, Псковская, Вятская, Смоленская, Ярославская, Костромская, Виленская, Ковенская, Гродненская, Московская, Могилевская, Минская, Витебская и восемь губерній Царства Польскаго (за исключеніемъ Люблинской, Кѣлецкой), а кромѣ того части губерній Люблинской, Кѣлецкой, Волынской, Кіевской, Черниговской, Орловской, Калужской, Владимірской, Рязанской, Тульской, Нижегородской, Тамбовской, Казанской, Симбирской, Пермской и Архангельской.

О климатическихъ условіяхъ подзолистой зоны можно судить, до нѣкоторой степени, по слѣдующимъ даннымъ:

Средняя температура года.

Гельсингфорсъ	3,9°
Петроградъ	3,7
Балтійскій портъ	4,6
Петрозаводскъ	2,3
Юрьевъ (Дерптъ)	4,4
Вильно	6,5
Кострома	3,6
Москва	3,9
Калуга	4,5
Горки	4,7
Среднее	4,2

Количество осадковъ[1]).

	Январь	Февраль	Мартъ	Апрѣль	Май	Іюнь	Іюль	Августъ	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Годъ	
Балтійское прибрежье	6	5	5	5	8	8	10	12	11	12	11	7	560	мм.
Остзейскій край и озерная область	5	4	5	5	9	10	13	14	11	9	8	7	550	„
Царство Польское и Западная Россія	4	4	6	6	9	12	14	13	9	8	7	7	570	„

Количество осадковъ, какъ и на всей площади Россіи, понижается къ востоку, но данное пониженіе компенсируется и пониженіемъ средней годовой температуры.

[1]) Въ графахъ, относящихся къ отдѣльнымъ мѣсяцамъ, показаны процентныя количества осадковъ, въ графѣ года—абсолютныя количества.

Рельефъ мѣстности почти на всемъ протяженіи подзолистой зоны находится въ зависимости отъ геологіи четвертичнаго періода, наносы котораго играютъ сильно доминирующую роль среди материнскихъ породъ данной зоны. Разнообразіе материнскихъ породъ сказывается на деталяхъ строенія мѣстныхъ почвъ, въ силу чего приходится для описанія разбить подзолистую зону на рядъ районовъ, а именно:

1. Финляндскій районъ.
2. Прибалтійскій „
3. Озерный „
4. Польско-литовскій районъ.
5. Пограничный районъ.
6. Центральный „
7. Сѣверо-восточный районъ.

1. Финляндскій районъ. Сѣверная и средняя части Финляндіи и прилегающія къ ней части Олонецкой и Архангельской губерній могутъ разсматриваться не только какъ области ледниковаго накопленія, но и какъ области ледниковой эрозіи. Здѣсь мы находимъ и осадки поддонной морены, многочисленныя озовыя гряды и, наряду съ ними, куполовидные холмы, бараньи лбы и прочія характерныя формы разрушающей и обтачивающей дѣятельности ледника.

Въ большей части Финляндіи существуетъ только одна морена, выраженная то грубозернистыми наносами съ валунами, то болѣе глинистыми породами. На межледниковую эпоху указываютъ лишь немногія находки костей мамонта. „Во всякомъ случаѣ“, говоритъ Зедергольмъ (13), „большая часть ледниковыхъ наносовъ Финляндіи отложилась въ послѣднюю ледниковую эпоху, когда край ледниковаго покрова простирался до линіи, идущей отъ Архангельска въ Польшу и проходящей немного къ востоку отъ Онежскаго озера“. Иначе говоря, значительная часть мореннаго покрова Финляндіи относится тамошними изслѣдователями къ такъ называемому второму періоду русскаго оледенѣнія (или третьему германскаго). Кромѣ Зедергольма того же мнѣнія держится и Рамзай.

Помимо ледниковыхъ осадковъ, въ Финляндіи существуютъ и болѣе новыя отложенія морского типа, находящіяся въ связи съ исторіей Балтійскаго моря, которую мы вкратцѣ разсмотримъ нѣсколько ниже.

По характеру растительности финляндскій районъ лежитъ въ полосѣ преобладающихъ хвойныхъ лѣсовъ и болотъ. Среди послѣднихъ Каяндеръ (1) различаетъ нѣсколько типовъ, а именно:

I. Бѣлыя болота — безъ деревьевъ, бѣдныя кустарниками, за исключеніемъ Oxycoccus, Andromeda, болѣе или менѣе влажныя. Моховой покровъ преимущественно изъ торфяныхъ мховъ (Sphagnum). Встрѣчаются въ бѣдныхъ известью областяхъ.

II. Бурыя болота. Безъ деревьевъ и высокихъ кустарниковъ, болѣе или менѣе влажныя. Моховой покровъ, главнымъ образомъ, состоитъ изъ бурыхъ мховъ (различныя Amblystegia, Hypnum brichoides, Paludella, Meesea, Cinclidium и др.). Встрѣчаются съ богатыхъ известью районахъ.

III. Кустарниковыя болота. Болѣе или менѣе богатая кустарниковая растительность. Моховой покровъ состоитъ, главнымъ образомъ, изъ сфагновыхъ мховъ. Деревья почти всегда присутствуютъ, чаще всего болѣе или менѣе угнетенная сосна. Встрѣчаются въ богатыхъ и бѣдныхъ известью районахъ. Почвенная вода болѣе или менѣе застаивается или течетъ очень медленно.

IV. Bruchmoore. — Лѣсныя болота, покрытыя пихтой или лиственными породами; сосна играетъ подчиненную роль. Мхи преимущественно сфагновые и Polytrichum commune или болѣе требовательные лиственные мхи. Почвенная вода болѣе или менѣе ясно текучая. Встрѣчаются въ богатыхъ и бѣдныхъ известью районахъ.

Перечисленные основные типы авторъ подраздѣляетъ на рядъ разновидностей. Почвенный покровъ финляндскаго района слагается преимущественно изъ почвъ подзолистаго и болотнаго типовъ. Въ послѣднее время имѣется попытка дѣлить болота на основѣ генетическаго принципа. Съ этой точки зрѣнія различаютъ: a) фазу озернаго питанія болотъ, b) фазу грунтового питанія и c) фазу дождевого или атмосфернаго питанія (см. Аболинъ. „Болотовѣдѣніе“, 1914, № 3); каждой фазѣ свойственны свои растительныя сообщества. О растительныхъ сообществахъ см. Сукачевъ [1]), Морозовъ, [2]).

Среди настоящихъ подзолистыхъ почвъ Фростерусъ (4,5) различаетъ желѣзистые подзолы и гумусовые подзолы Къ первымъ относятся, повидимому, тѣ разности подзолистыхъ почвъ, которыя не имѣютъ сколько нибудь типичнаго ортштейноваго горизонта, а преимущественно иллювіальные горизонты. Среди этихъ почвъ различаются: a) подзолы съ явственными горизонтами A_2 и B; b) подзолистыя почвы со слабо выраженнымъ A_2 и c) подзолистыя почвы безъ явственнаго гор. A_2 (слабо-подзолистыя по нашей терминологіи). Подъ гумусовыми подзолами понимаются подзолистыя почвы низиннаго залеганія (на границѣ съ болотами), въ которыхъ ортштейновые горизонты имѣютъ темнобурые оттѣнки. Изъ глее-подзолистыхъ почвъ Фростерусъ указываетъ на желѣзистыя, гдѣ въ глеевомъ горизонтѣ наблюдаются пятна и прожилки гидратовъ окиси желѣза, и сульфатныя, гдѣ накопляются также сѣрнокислыя соли, которыя въ

[1]) Сукачевъ, В. Введеніе въ ученіе о растительныхъ сообществахъ. Библіотека натуралиста. Птгр.-Москва, 1915.

[2]) Морозовъ, Г. Лѣсъ, какъ растительное сообщество. Библіотека натуралиста, Птгр.-Москва, 1913.

сухое время года даютъ выцвѣты похожихъ на квасцы солей. О распредѣленіи главнѣйшихъ разностей перечисленныхъ почвъ на территоріи Финляндіи даетъ представленіе слѣдующая, составленная Фростерусомъ схематическая почвенная карточка (рис. 43).

Левинсонъ-Лессингъ (7) описалъ въ Олонецкой губ. темноцвѣтныя почвы, развившіяся на глинистыхъ сланцахъ.

2. Прибалтійскій районъ. Какъ и большинство остальныхъ районовъ сѣверо-западной Россіи, прибалтійскій районъ слагается только одной толщей моренной глины. Хотя покойный Гревингъ и высказывался въ томъ смыслѣ, что въ Лифляндіи и Курляндіи существуютъ два горизонта валунной глины различныхъ періодовъ оледенѣнія, однако доказательствъ въ пользу такого взгляда пока не имѣется. Извѣстныя разрѣзы Красной Горки (на берегу Финскаго залива), гдѣ присутствуютъ двѣ толщи валунной глины, раздѣленныя слоистыми песками, по мнѣнію опытныхъ глаціалистовъ (Ваншаффе, Шмидтъ, Никитинъ), не говорятъ еще о двухъ оледенѣніяхъ.

Изъ моренныхъ отложеній прибалтійскаго края своеобразны такъ называемые „рихки"; подъ послѣдними понимаются скопленія, иногда въ видѣ небольшихъ холмовъ, мѣстнаго известняковаго матеріала (силурійскаго известняка), перемѣшаннаго съ сѣверными валунами и другими продуктами поддонной морены.

Мѣстами моренные наносы покрываются особой слоистой безвалунной глиной; къ югу отъ Гапсаля и къ сѣверу отъ Пернова эта глина слагаетъ широкую полосу, располагаясь здѣсь на ледниковомъ щебнѣ. Эта глина встрѣчается и въ окрестностяхъ Петрограда, по берегамъ Невы, и въ прибрежныхъ мѣстностяхъ Финляндіи. По мнѣнію Гольма (9), безвалунная глина описываемаго района является полнымъ аналогомъ шведской hvarfvig lera, покрывающей тамъ значительныя площади моренныхъ наносовъ. Порода представляетъ осадокъ моря, или правильнѣе впадавшихъ въ море ледниковыхъ потоковъ въ то время, когда послѣдній отступавшій ледникъ былъ еще въ Швеціи и Финляндіи. Эта глина, иначе называемая іольдіевой глиной, принадлежитъ позднеледниковому періоду.

Въ западной Эстляндіи во многихъ мѣстахъ находятся валы стараго послѣледниковаго прѣсноводнаго басейна съ остатками Ancylus; эти же образованія находятся и въ Курляндіи къ сѣверу отъ Митавы.

По поводу этихъ образованій умѣстно разсмотрѣть вкратцѣ послѣледниковую исторію Балтійскаго моря (Munthe). Въ концѣ послѣдняго ледниковаго періода Балтійское море представляло обширный бассейнъ, который назывался іольдіевымъ моремъ (отъ Joldia arctica). Это море соединялось широкими проливами съ Ледовитымъ океаномъ и Нѣмецкимъ моремъ. Первый изъ проливовъ захватывалъ область Финлянд-

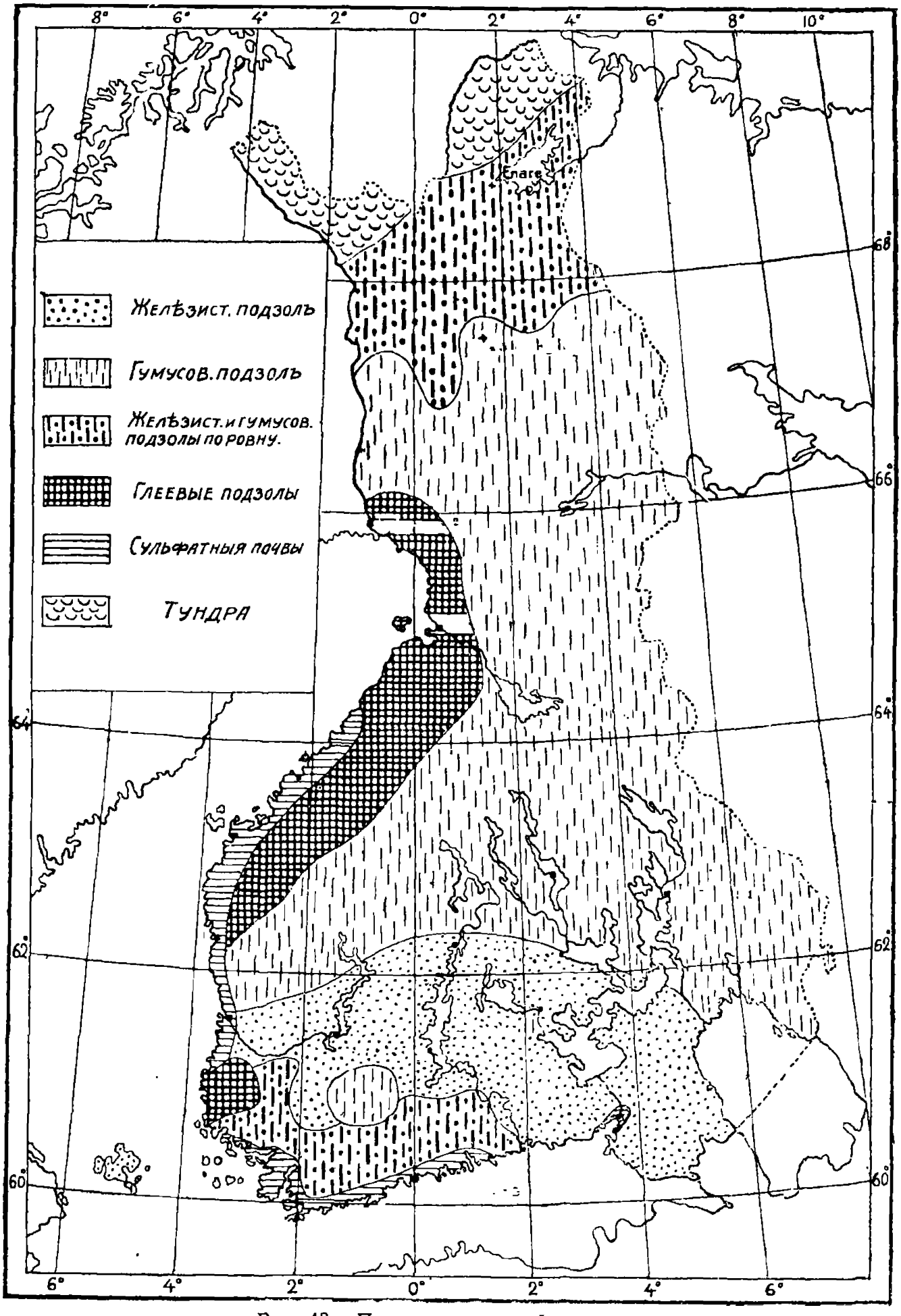


Рис. 43. Почвенная карта Финляндіи.

Сост. Б. Фростерусъ.

скихъ озеръ, а также Онежское и Ладожское озера. Позднѣе, благодаря поднятіямъ суши, изъ обширнаго іольдіеваго моря образуется замкнутый бассейнъ, отрѣзанный и отъ Ледовитаго океана, и отъ Нѣмецкаго моря. Постепенно этотъ бассейнъ опрѣсняется, въ немъ измѣняется характеръ фауны, типичнымъ представителемъ которой теперь является Ancylus fluviatilis. Отъ этого моллюска и бассейнъ получаетъ названіе анциловаго. Еще позже вновь возстановляется связь съ Нѣмецкимъ моремъ, бассейнъ современнаго Балтійскаго моря еще разъ и уже окончательно становится морскимъ и, по имени одного изъ типичныхъ моллюсковъ этой эпохи (Littorina littorea), получаетъ названіе литториноваго моря. Этотъ послѣдній бассейнъ, занимая нѣсколько большую площадь, чѣмъ современное Балтійское море, по своимъ очертаніямъ довольно близокъ къ нему.

Всѣ перечисленные бассейны и оставляютъ тѣ разнообразные морскіе осадки, которые встрѣчаются въ южной и западной Финляндіи, Остзейскомъ краѣ и, частью, въ Петроградской губерніи.

Въ прибалтійскомъ районѣ весьма распространены озовыя гряды и друмлины; послѣдніе впервые указаны Доссомъ (4) въ Лифляндіи. Отмѣтимъ, что здѣсь же (Финляндія, о-ва Эзель, Даго, и по дорогѣ изъ Ревеля въ Гапсаль, близи почт. ст. Ристъ) находятся валы конечныхъ моренъ. Указываются для Прибалтійскаго края также и „Kames“. Распредѣленіе послѣгретичныхъ образованій въ Прибалтійскомъ краѣ и прилегающихъ частяхъ озернаго района показано на картѣ, приложенной къ работѣ Гаузена (Hausen, 10).

Ко всему сказанному слѣдуетъ прибавить, что въ сѣверныхъ частяхъ района, особенно въ прибрежьи Финскаго залива, частью въ Ямбургскомъ у. Петербургской губ., толщина мореннаго наноса ничтожна. Мѣстами онъ совсѣмъ отсутствуетъ или выраженъ отдѣльными валунами и гальками. Въ этихъ случаяхъ материнскими породами являются известняки силурійской системы.

Хотя въ описываемомъ районѣ хвойныя деревья имѣютъ еще широкое распространеніе, однако къ нимъ въ значительныхъ количествахъ примѣшиваются лиственныя (береза, осина, ольха, рѣже дубъ).

Подзолистыя почвы, пріуроченныя къ выходамъ іольдіевой глины, обладая всѣми признаками почвъ этого типа, отличаются своей тонкозернистостью отъ почвъ, образующихся на осадкахъ поддонной морены. На моренныхъ глинахъ процессъ почвообразованія проникаетъ обыкновенно не глубоко и тѣмъ меньше, чѣмъ плотнѣе, вязче материнская порода.

Кромѣ подзолистыхъ и болотныхъ почвъ со всѣми ихъ генетическими и механическими разностями, районъ, въ своей сѣверной части, богатъ рендзинами и полурендзинными почвами. Послѣднія образуются въ тѣхъ случаяхъ, когда моренная настилка настолько тонка

что процессы почвообразованія захватываютъ и часть подстилающихъ ее известковыхъ породъ.

3. Озерный районъ включаетъ южную часть Петроградской губ., цѣликомъ Псковскую и Новгородскую, части Смоленской, Витебской, Ковенской, Виленской, сѣверо-западный уголъ Тверской и западный уголъ Вологодской. Этотъ районъ характеризуется присутствіемъ одной морены, являющейся то въ видѣ краснобурой глины, болѣе или менѣе богатой валунами и различной степени вязкости, то палевой, чрезвычайно вязкой глины, въ сухомъ состояніи распадающейся на многогранныя отдѣльности и въ верхнихъ своихъ горизонтахъ обыкновенно не содержащей валуновъ. Послѣдняя разность глины, насколько

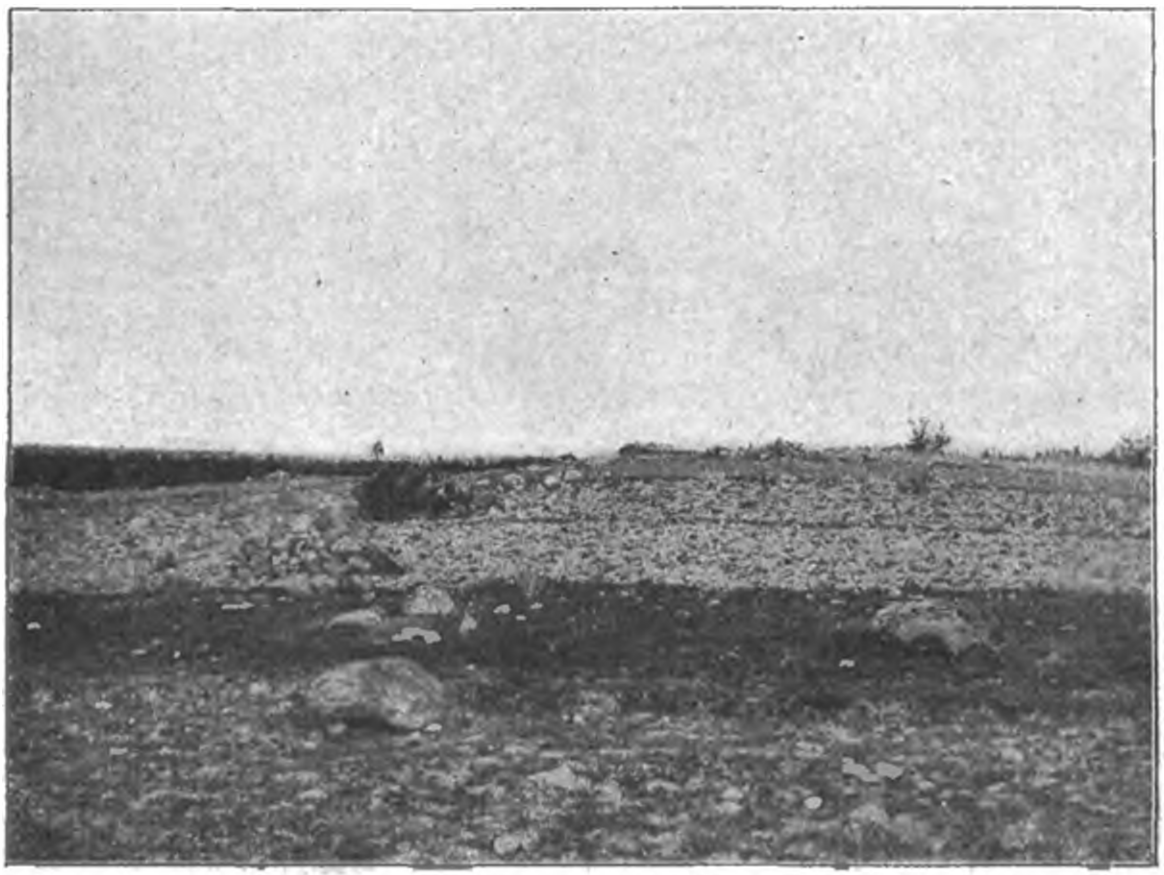


Рис. 44. Валунныя поля Псковской губ.

удалось подмѣтить въ Псковской губ., чаще все пріурочивается къ высокимъ частямъ водораздѣловъ. Лишь по границамъ съ областью, захваченной только однимъ оледенѣніемъ, наблюдаются кое-гдѣ двѣ толщи валунной глины, раздѣленныя слоистыми песками. Предледниковыя образованія часто весьма типично выражены и являются не только въ видѣ слоеватыхъ песковъ съ окатанной галькой, но изрѣдка и въ видѣ болѣе тонкочастичныхъ суглинисто-супесчаныхъ породъ. Весьма распространены въ описываемомъ районѣ верхневалунные пески, то небогатые валунами, то настолько переполненные валунно-галечнымъ матеріаломъ, что превращаются въ сплошныя валунныя поля, остающіяся совершенно заброшенными среди болѣе или менѣе культурныхъ полей (рис. 44).

Рельефъ района чрезвычайно пестрый, области равнинныя съ друмлинами или озовыми грядами чередуются съ областями мореннаго ландшафта, гдѣ отдѣльныя возвышенности принимаютъ мѣстами характеръ настоящихъ горныхъ цѣпей (Судома, Сигорѣцкія и др. горы Псковской губ.). Области мореннаго ландшафта пестрятъ массой озеръ съ весьма извилистыми береговыми линіями (рис. 45) и заканчиваются конечными моренами (Виленская, Витебская, Псковская губ., особенно Торопецкій у., Новгородская губ.), сопровождаемыми зандровыми пространствами (Миссуна, Никитинъ, Глинка, К.).

Озовыя гряды тянутся иногда непрерывно на десятокъ верстъ, иногда же на небольшомъ протяженіи распадаются на отдѣльныя не-

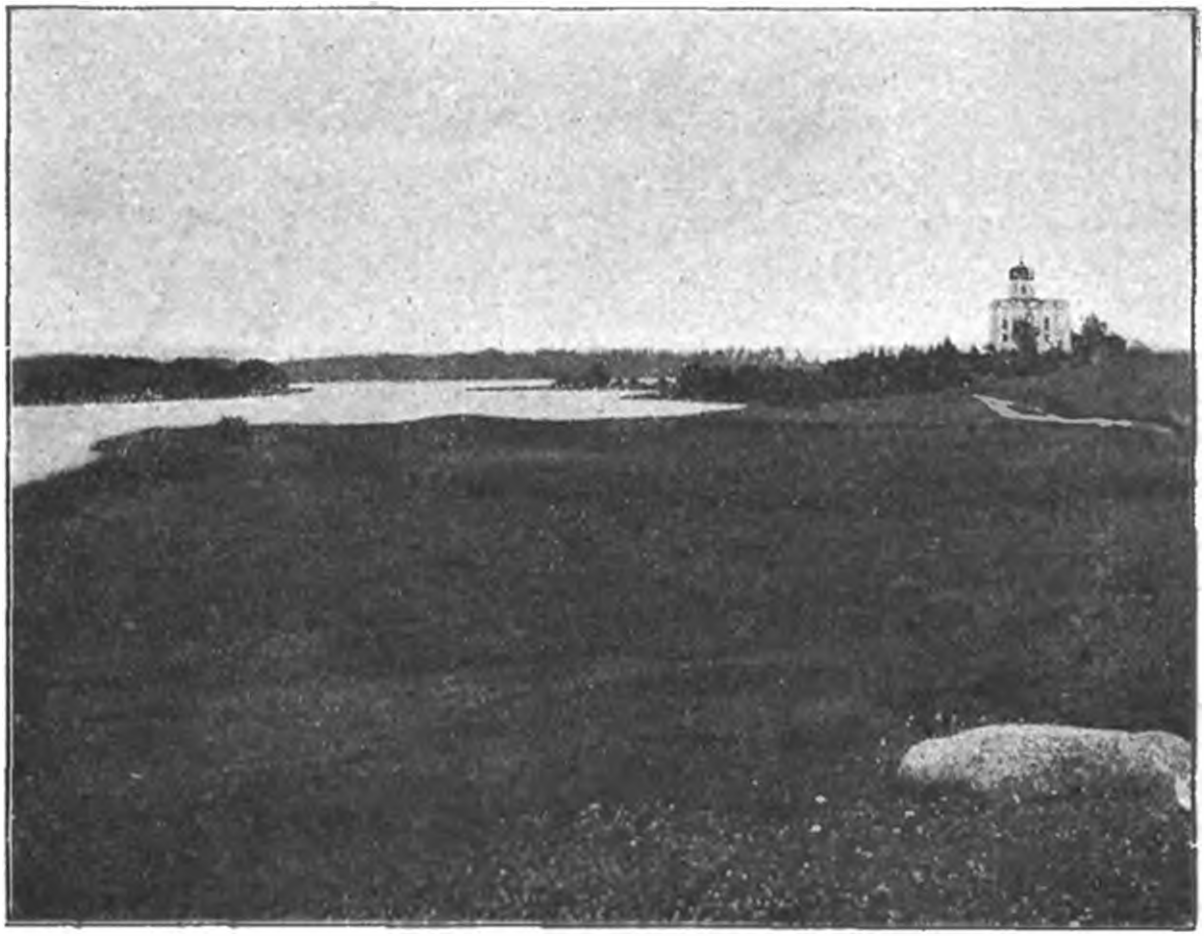


Рис. 45. Моренный рельефъ Псковской губ.

большія грядки, часто имѣющія даже не вполнѣ одинаковое направленіе (рис. 46).

Кромѣ озовъ и друмлиновъ въ томъ же районѣ (Псковская губ.) найдены и разбросанные въ безпорядкѣ куполообразные холмы, напоминающіе шотландскіе и американскіе „Kames“ (рис. 47).

Лѣсная растительность района разнообразна и даетъ разнообразныя комбинаціи, тѣсно связанныя съ механическимъ составомъ почвы. Такъ, сосновые лѣса занимаютъ обычно глубокіе пески; песчаныя почвы, неглубоко подстилающіяся мореной глиной, покрыты смѣшаннымъ насаж-



Рис. 46. Озовая гряда Псковской губ.



Рис. 47. Куполообразный холмъ Псковской губ.

деніемъ изъ сосны и березы: область легкихъ суглиновъ занята елью, ольховый кустарникъ также обычно встрѣчается на легкихъ суглинкахъ и суглино-супесяхъ. Чистыя березовыя насажденія растутъ на среднихъ суглинкахъ, дубъ съ подмѣсью ясени и лещины селится на самыхъ тяжелыхъ суглинкахъ.

Среди подзолистыхъ в дерновыхъ почвъ района обращаютъ на себя вниманіе прежде всего структурные (орѣховатые) суглинки подъ дубовыми лѣсами; они носятъ мѣстное названіе „поддубицъ“ или „дубняжинъ“. Отъ лѣсныхъ суглинковъ предстепья и степи эти почвы отличаются отсутствіемъ краснобураго горизонта (B) и углесолей въ болѣе глубокихъ горизонтахъ; гумусовые горизонты сформированы однородно съ первыми. Слѣдуетъ отмѣтить также красноцвѣтныя почвы, особенно развитыя въ областяхъ близкихъ выходовъ красноцвѣтныхъ девонскихъ глинъ, которыя или сами играютъ роль материнскихъ породъ, или, входя въ составъ моренныхъ глинъ, окрашиваютъ послѣднія въ болѣе яркіе красные цвѣта. Такія красныя почвы встрѣчаются и въ Псковской губ., но болѣе типичны онѣ въ сосѣдней Новгородской (Старорусскій и особенно Крестецкій у. у.). Обиліе окисловъ желѣза въ такихъ красныхъ почвахъ маскируетъ подзолообразовательные процессы, почему оподзоленность здѣсь внѣшнимъ образомъ почти не выражена.

Въ областяхъ развитія маломощныхъ надморенныхъ песковъ образуются почвы съ нижними подзолистыми горизонтами (надъ моренной глиной), а иногда и съ двумя подзолистыми горизонтами (верхнимъ и нижнимъ.

Среди разностей болотнаго типа, сильно развитой въ этомъ районѣ, попадаются темноцвѣтныя полуболотныя почвы съ выцвѣтами солей на поверхности.

Кромѣ подзолистыхъ и болотныхъ почвъ здѣсь изрѣдка встрѣчаются рендзины и полурендзины. Онѣ образуются чаще всего по берегамъ рѣкъ (нижнее теченіе р. Великой), развиваясь на девонскихъ известнякахъ. Встрѣчаются рендзины и на прѣсноводныхъ известковыхъ туфахъ, при чемъ такія почвы то бѣдны желѣзомъ, то очень богаты. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ рендзины получаютъ буроватый оттѣнокъ.

Разности почвъ (по степени оподзоливанія, выщелачиванія, механическому составу) смѣняютъ другъ друга въ описываемомъ районѣ чрезвычайно быстро, особенно въ областяхъ мореннаго рельефа, что весьма затрудняетъ составленіе почвенныхъ картъ.

Петрографическій составъ мѣстныхъ почвъ, насколько это удалось выяснить на почвахъ Псковской губ., довольно однообразенъ въ своей материнской части: кварцъ, полевые шпаты (ортоклазъ и микроклинъ) слюды, роговыя обманки и альмандинъ входятъ въ составъ каждой

почвы; рѣже встрѣчаются: ставролитъ, рутилъ, цирконъ, апатитъ, турмалинъ; другіе же минералы еще рѣже (см. стр. 195).

4) Польско-литовскій районъ охватываетъ значительную часть Литовскаго края и сѣверную часть Царства Польскаго. Онъ представляетъ, по строенію наносовъ, область, ближе всего напоминающую сосѣднюю Германію. Здѣсь совершенно явственно выражены двѣ моренныя толщи, раздѣленныя слоистыми осадками, заключающими мѣстами лигнитообразные прослойки. Эти послѣдніе представляютъ тонкія и тѣсныя смѣси иловатыхъ и органическихъ веществъ; у шведовъ подобнаго рода отложенія носятъ названіе gytja. Мѣстами въ тѣхъ же наносахъ находятся залежи торфа и др. растительные остатки.

Осадки нижней морены окрашены обычно въ оттѣнки сѣроватаго цвѣта, какъ это наблюдается и въ Германіи; верхняя морена—красновато-желтоватыхъ оттѣнковъ. И тотъ, и другой моренные наносы имѣютъ нерѣдко мергелистый характеръ. Послѣднее обстоятельство сказывается и на характерѣ почвъ, которыя, при значительномъ содержаніи углекислой извести развиваютъ болѣе темноцвѣтные гумусовые горизонты. Подзолистость въ такихъ почвахъ или совершенно отсутствуетъ, и тогда онѣ принимаютъ полурендзинный характеръ, или выражается весьма слабо. Въ остальномъ не наблюдается рѣзкой разницы съ сосѣдними районами.

5. Пограничный районъ. Сюда относятся значительная часть Смоленской губ., части Витебской, Виленской, Могилевской, Тверской, Московской, Ярославской, Владимирской, Вологодской. Типомъ материнскихъ породъ этого района могутъ служить наносы Смоленской губерніи. Вся эта полоса лежитъ въ предѣлахъ колебанія ледниковаго покрова, почему здѣсь нерѣдко (Московская губ.), встрѣчаются двѣ толщи моренной глины, раздѣленныя слоистыми породами. Отсюда, конечно, нельзя еще дѣлать заключенія о двухъ ледниковыхъ эпохахъ такъ какъ упомянутыя явленія могутъ объясняться колебаніями границъ ледника при его отступаніи передъ второй продолжительной остановкой, отмѣченной цѣпью конечныхъ моренъ, ограничивающихъ, какъ мы видѣли выше, озерный районъ. Обѣ моренныя толщи (не вездѣ констатированы двѣ толщи) сопровождаются флювіо-глаціальными образованіями.

Наибольшій интересъ здѣсь представляетъ та поверхностная порода, которая нерѣдко настилаетъ моренныя толщи и является въ видѣ безвалунной глины лессовиднаго характера. Эта глина мѣстами какъ бы нивеллируетъ области стараго мореннаго рельефа, благодаря чему послѣдній въ значительной степени сглаживается. Иногда появляются почти горизонтальныя равнины, сплошь одѣтыя съ поверхности безвалунной лессовидной глиной. Эта послѣдняя мѣстами непосредственно

налегаетъ на толщу моренной глины и настолько тѣсно съ ней сливается, что границу между двумя породами трудно провести, мѣстами отдѣляется отъ моренной глины толщами песковъ съ галькой и мелкими валунчиками. Послѣднія условія залеганія указываютъ на то, что безвалунная порода является не только независимой отъ моренной глины, во и отлагалась значительно позже ея. Въ Смоленской губ. извѣстно въ настоящее время нѣсколько пунктовъ, гдѣ были открыты залежи древнихъ торфовъ. Первая находка такихъ торфовъ была сдѣлана Наливкинымъ и Никитинымъ (15) въ Бѣльскомъ у. Смоленской губ., при буреніи небольшой болотистой котловины. Остатки древняго торфа лежали на валунной глинѣ, будучи прикрыты наносными породами и современными болотными образованіями. Наиболѣе интересными остатками древняго торфа являются грабъ и вымершая нынѣ въ Европѣ Brasenia purpurea (Cratopleura holsatica). Общій комплексъ флоры указываетъ на сравнительно мягкій и влажный климатъ, который могъ установиться здѣсь не раньше, чѣмъ льды оставили данную территорію. Аналогичныя находки древнихъ торфовъ сдѣланы были позже (Глинка, К.) еще въ трехъ пунктахъ Смоленской губ. (два пункта въ Гжатскомъ и одинъ въ Дорогобужскомъ у.). Во всѣхъ этихъ пунктахъ залежи торфа покоятся непосредственно на валунной глинѣ, а надъ ними лежатъ толщи до двухъ сажень мощностью, слагающіяся внизу песчанистымъ тонкозернистымъ наносомъ, а выше безвалуннымъ лессовиднымъ суглинкомъ или породой очень близкой по характеру къ послѣднему. Такъ какъ всѣ эти торфы принадлежатъ той эпохѣ, когда древній ледникъ изчезъ изъ предѣловъ Смоленской губ., то поверхностный наносъ не можетъ принадлежать, очевидно, такъ называемому первому оледенѣнію, а долженъ относиться уже ко второму. Второй ледникъ, однако, самъ здѣсь не былъ, а послалъ сюда свои талыя воды, а можетъ быть и воды нѣкоторыхъ рѣкъ и рѣчекъ, вытѣсненныхъ имъ изъ ихъ долинъ. Въ широко разлившія воды, отлагавшія, въ видѣ пролювія, массу лессовидной породы, могли попадать и обломки льда, съ которыми вмѣстѣ приносились мелкія галечки и отдѣльные валунчики, изрѣдка наблюдающіеся въ толщѣ безвалуннаго суглинка.

Необходимо отмѣтить, что вопросъ о генезисѣ безвалуннаго суглинка рѣшался и другими способами (Туминъ, Добровъ, Розановъ, 14). Такъ, напримѣръ, Добровъ (l. c.), указывая, что въ возвышенной части обслѣдованнаго имъ района Московской губ. моренная глина покрывается толщей въ 1, 5—2 метра безвалунной глины, считаетъ послѣднюю за элювій моренной глины. Мы съ трудомъ можемъ представить себѣ, чтобы совершенно неоднородная, содержащая валуны и гальку, моренная глина могла превратиться путемъ вывѣтриванія въ такую вполнѣ однородную массу, какую представляетъ собой безвалун-

ный суглинокъ, и объяснить его генезисъ безъ участія сортирующей работы воды не считаемъ возможнымъ. Въ то же время принять этотъ суглинокъ за послѣледниковый делювій мѣшаетъ громадная площадь его распространенія и залеганія на самыхъ высокихъ площадяхъ описываемаго района (см. Абутьковъ и Костюкевичъ, 2).

Сообщенные факты, въ связи съ наблюденіями въ сѣвернѣе расположенныхъ областяхъ (озерный районъ), позволяютъ сдѣлать нѣкоторыя общія заключенія относительно хода событій въ ледниковый періодъ въ сѣверо-западной Россіи. На основаніи того, что во всемъ озерномъ районѣ, какъ и въ Прибалтійскомъ краѣ и въ значительной части Финляндіи существуетъ только одна морена, позволительно заключить, что ледникъ, разъ наднинувшись, не исчезъ совершенно изъ Россіи въ тотъ періодъ, когда въ Смоленской губ. появилась растительность, хотя и отступилъ кое-гдѣ по своимъ границамъ (польско-литовскій районъ, западная Европа). Онъ, очевидно, отступилъ также и по своей восточной и сѣверной окраинамъ. Затѣмъ ледникъ вновь расширился, но двинулся уже нѣсколько въ иномъ, болѣе западномъ направленіи и еще разъ одѣлъ части польско-литовскаго края, сѣверо-двинскаго бассейна, Кольскаго полуострова и пр.

При такомъ толкованіи становится понятнымъ, почему изъ всей области, относимой нами къ району двойного оледенѣнія, только въ польско-литовскомъ районѣ, сѣверо-двинскомъ бассейнѣ и кое гдѣ вблизи цѣпи конечныхъ моренъ второго оледенѣнія мы находимъ двѣ толщи моренныхъ глинъ съ промежуточной толщей слоистыхъ образованій, на всемъ же остальномъ, гораздо большемъ по площади пространствѣ находимъ только одну толщу моренныхъ глинъ.

Коренныя породы въ пограничномъ районѣ почти не принимаютъ участія въ процессахъ почвообразованія.

Въ этомъ районѣ начинаютъ получать преобладаніе лиственныя породы деревьевъ, особенно береза, рѣже дубъ. Изъ хвойныхъ ель распространена больше сосны.

Тѣ подзолистыя почвы района, которыя развиваются на безвалунныхъ суглинкахъ, выдѣляются изъ группы остальныхъ подзолистыхъ почвъ своей мелкозернистостью (въ ихъ механическомъ составѣ преобладаетъ фракція 0,05—0,01 мм.) и водопроницаемостью. Благодаря послѣднему качеству, подзолистые горизонты (A_2) въ такихъ почвахъ обыкновенно всегда ясно выражены, отличаются значительной мощностью, а отдѣльные подзолистые языки и ленты идутъ иногда на значительную глубину. Въ тѣхъ же почвахъ, на границѣ съ подстилающей суглинокъ валунной глиной, появляются слабо оформленные вторые гумусовые горизонты и выдѣленія перекиси марганца (иллюній). Здѣсь же наблюдаются и вторые гумусовые горизонты въ снязи съ жесткостью

грунтовыхъ водъ (см. стр. 363). Почвенный покровъ тѣхъ частей района, которыя не одѣты безвалунной суглиной, мало отличается отъ покрова предыдущаго озернаго района.

6. Центральный районъ или область дифференцированныхъ наносовъ представляетъ полосу, гдѣ, на ряду съ моренными осадками, находятся продукты, переработанные водою и вѣтромъ. Начинаясь отъ Люблинской и Радомской губерніи, центральный районъ простирается въ предѣлы Волынскаго, Минскаго и Кіевскаго Полѣсья, захватываетъ сѣверную часть Черниговской губ., западную Орловской, южную Смоленской, части Калужской, Рязанской, Тульской, Владимірской. Нижегородской, Тамбовской, Симбирской. Районъ характеризуется широкимъ развитіемъ песковъ, отчасти представляющихъ остатокъ отъ переработки водой и вѣтромъ моренныхъ наносовъ, отчасти обязанныхъ своимъ происхожденіемъ иной причинѣ.

Проф. Павловъ (8), изучая песчаныя пространства въ восточной части даннаго района (Симбирской губ.), пришелъ къ заключенію, что образованіе этихъ песковъ можно поставить въ связь съ дѣятельностью рѣкъ, долины которыхъ при отступленіи ледника направлялись или перпендикулярно краю послѣдняго, или параллельно ему. Такія рѣки запруживались ледникомъ, вслѣдствіе чего воды ихъ разливались широко и отлагали песчаные наносы.

Въ центральномъ районѣ начинаютъ появляться первые островки и полосы лесса; таковые извѣстны въ Царствѣ Польскомъ, Минской, Могилевской, Владимірской, Нижегородской и др. губерніяхъ.

Къ песчанымъ наносамъ, языками далеко уходящимъ на югъ, пріурочиваются обыкновенно сосновые лѣса, а въ области Полѣсья—обширныя болота. Въ южной части Полѣсья (Кіевская, Волынская губ.), есть довольно значительныя пространства, гдѣ наносы отсутствуютъ (Тутконскій, 15); подзолистыя и болотныя почвы развиваются здѣсь на кристаллическихъ (граниты и др.) породахъ. Къ тому же району относятся найденныя Тутковскимъ (15) морены перваго оледенѣнія и ледниковыя пустыни.

Къ разностамъ подзолистыхъ почвъ размотрѣнныхъ выше районовъ здѣсь присоединяются почвы подзолистыя-же, но съ краснобурымъ горизонтомъ В, а также переходныя отъ подзолистыхъ почвъ къ лѣснымъ суглинкамъ и, частью, лѣсные суглинки. Короче говоря, этотъ районъ нѣкоторыми своими частями захватываетъ уже область предстепья.

7. Сѣверо-восточный районъ интересенъ въ двоякомъ отношеніи: во первыхъ, потому, что нѣкоторыя его части испытали вліяніе какъ скандинаво-русскаго, такъ и тимано-уральскаго ледниковъ, а во вторыхъ и потому, что здѣсь широко распространены озерные и террасовые (по берегамъ рѣкъ) осадки, относимые къ межледниковой эпохѣ.

Изслѣдованія въ пермско-соликамскомъ районѣ приводятъ къ заключенію, что западная часть этого района въ постпліоценовый періодъ находилась въ сферѣ дѣятельности тимано-уральскаго ледника, который имѣлъ, по крайней мѣрѣ временную и мѣстную, связь съ обширнымъ скандинаво-русскимъ ледникомъ. Наносы пермско-соликамскаго района состоятъ изъ слѣдующихъ породъ: 1) желтоватой или краснонато-бурой глины съ угловатыми или округленными обломками мѣстныхъ коренныхъ породъ; 2) желтовато-бурой лессовидной глины безъ галекъ и валуновъ; 3) свѣтло-сѣрыхъ или желтовато-бурыхъ песковъ, слоистыхъ, съ прослоями галечника и хряща; 4) желтовато-бурыхъ песчанистыхъ глинъ или глинистыхъ песковъ съ угловатыми гальками и валунами. Непосредственно къ югу (Пермь-Кунгуръ-Сарапулъ) постпліоценовыя образованія на водораздѣлахъ встрѣчаются спорадически; слѣды основной морены являются въ видѣ разбросанныхъ тамъ и сямъ валуновъ. По углубленіямъ и разсѣлинамъ коренныхъ породъ скопляются глины съ залежами бурыхъ желѣзняковъ и костями млекопитающихъ.

Верхнія террассы рѣкъ какъ въ этой области, такъ и въ Приуральѣ (Бѣлая, Ай, Юрезань и пр.) сложены буровато-желтыми или желтыми, иногда лессовидными глинами, отчасти песками и синевато-сѣрыми глинами. Въ этихъ осадкахъ находятся прѣсноводные моллюски и кости млекопитающихъ.

Въ Вятской губ. найдены, кромѣ того, озерныя отложенія, имѣющія донольно широкое распространеніе. Эти отложенія состоятъ изъ разноцвѣтныхъ глинъ и песковъ съ залежами торфа и включеніями желѣзныхъ рудъ въ формѣ сидеритовъ и лимонитовъ. Ледниковыя отложенія той же губерніи выражены суглинками съ валунами на поверхности и скопленіями цѣлыхъ холмовъ или грядъ галечнаго матеріала, носящихъ мѣстное названіе „пугъ“ или „дресвяныхъ горъ“.

Подзолистыя почвы района довольно разнообразны, въ зависимости отъ характера материнскихъ породъ. Почвы на лессовидной глинѣ напоминаютъ таковыя же пограничнаго района. На ряду съ подзолистыми суглинками встрѣчаются подзолистыя супеси. Встрѣчаются иногда довольно значительными участками рендзины (Вятскій у.). Вообще же почвообразованіе въ районѣ нерѣдко идетъ на коренныхъ породахъ.

Литература.

Финляндскій районъ.

1. Cajander. Studien über die Moore Finlands. Helsinki, 1913.
2. De-Geer. Om Skandinaviska inlandisens andra utberending.-Geolog. Fören. Bd. 7.
3. Frosterus, B. Verhandl. der zweit. Agrogeolog.-Konferenz. Stockholm, 1911.
4. — Geolog. Komission i Finland. — Geotekniska Meddelanden, № 10, 1912.
5. — u. Glinka, K. Zur Frage nach der Einteilung der Böden in Nordwest-Europas Moränengebieten. I—V. Helsingfors, 1914.
6. Кропоткинъ. Изслѣдованія о ледниковомъ періодѣ въ Финляндіи. 1874.
7. Левинсонъ-Лессингъ. Труды Спб. Общ. Естеств., т. XVI, 1885.
8. Миклуха-Маклай. Матер. по геологіи Россіи, т. XVIII, 1897.
9. Ramsay. Ueber den Salpausselka im östlichen Finland. — Fennia, 4, № 2, 1891.
10. — Ueber die geologische Entwickelung der Halbinsel Kola in der Quartärzeit.— Fennia, 16, 1, 1898.
11. Sederholm. Guide des excursions du VIII Congrés Internationale Géologique à St. Petersbourg. 1896.
12. — Bull. de la Commiss. géolog. de Finlande, 1911.

Прибалтійскій районъ.

1. Ailio, J. Bull. de la Commiss. géolog. de la Finlande, 1898, № 7.
2. Anderson och Berghell. Torfmosse öfver lagrad of strandvall vester am Ladoga. — Geolog. Fören. Förhandling. 17, 21—34, 1895.
3. Брюнъ-де Сентъ Ипполитъ. Матер. по изуч. русскихъ почвъ. Вып. 11, 1898.
4. Doss, Br. Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch., 1896.
5. — Zentralbl. für Mineralogie etc. 1910, № 22.
6. Федоровскій, С. Зас. Спб. Собр. Сельск. Хозяевъ, 1898, № 6.
7. Георгіевскій, А. Тр. Имп. Вольн. Экон. Общ., 1889, № 5.
8. Гильзенъ, К. Матер. по изуч. русскихъ почвъ, вып. X, 1896.
9. Гольмъ. Изв. Геолог. Комит., т. III, 1884.
10. Hausen, H. Mater. zur Kenntnis d. Pleistozänen-Bildung in d. russisch. Ostseeländer. Helsingfors. 1913.
11. Munthe. Studien öfver baltiska hafvets quartära historia, 1892.
12. Расположенскій. Описаніе С.-Петербургской губ. въ почвенномъ отношеніи. Казань, 1908.
13. Sederholm. Bull. de la Comm. géolog. de la Finlande, 1899, № 10.
14. Танфильевъ. Тр. Имп. Вольн. Экон. Общ., 1888, № 5, 1889, № 5.
15. Thoms. Mitteil. der kaiserl. livländ. gemeinnützig. und ökonom. Sozietät, 1893, № 13. Dorpat, 1893.
16. — Zur Wertschätzung der Aekererden auf naturwiss.-stat. Grundlage. III, Riga, 1900.
17. Шмидтъ, Ф. Тр. Спб. Общ. Естеств., 1871, 1876, 1877, 1889.
18. — Изв. Геолог. Комит., т. II, 1883; т. III, 1884; т. IV, 1885; т. VI, 1887, т. X, 1891, т. XIII, 1894.

Озерный районъ.

1. Глинка, К. Ежегодникъ по геологіи и минер. Россіи, т. V, вып. 4—5, 1902.
2. — Зап. Ново-Александр. Инст. Сельск. Хоз. и Лѣсов., т. XI, вып. 2, 1898.
3. Федоровскій. Почвенно-геологич. очеркъ Валдайскаго у., 1901.
4. — Почвенно-геологич. очеркъ Демянскаго у. 1903.
5. Никитинъ. Бассейнъ Волги, 1899.
6. Псковская губ. Изд. Стат. Отд. Псков. Губ. Земской Управы. — Описаніе почвъ по уѣздамъ подъ ред. К. Д. Глинки-Адамовымъ, Вихманомъ, Клепининымъ, Колоколовымъ, Тихѣевой и Федоровскимъ.
7. Рудницкій, В. Матер. по изуч. русск. почвъ, вып. XVII, 1906.
8. — Почвенно-геологич. очеркъ Крестецкаго у. Новгородъ, 1908.
9. Шапошниковъ, Г. Мат. по оцѣнкѣ зем. угодій Бѣлозерскаго у. — Почвенно-геолог. очеркъ. Новгородъ, 1910.
10. Сибирцевъ. Почвы въ бассейнѣ верхняго теченія р. Великой. — Опочецкій у. Псковской губ. Псковъ, 1900.

Польско-литовскій районъ.

1. Амалицкій. Тр. Варшав. Общ. Естеств. 1892 и 1896.
2. Гедройцъ. Матер. для геологіи Россіи; т. XVII, 1895.
3. Криштафовичъ. Ежегодн. по геологіи и минер. Россіи, т. I, вып. 1 и 2, 1896—1897; Зап. Ново-Александр. Инст., т. IX, 1896 и т. XV, 1902.
4. Miklaszewski, S. Gleby ziem polskich. Warschawa, 1906 и др. работы того же автора.
5. Никитинъ, С. Изв. Геолог. Комит., т. V. 1886.
6. Православлевъ, П. Къ изученію ледников. образованій сѣв. части Царства Польскаго. Варшава, 1905 (литература).
7. Siemiradzki i Dunikowski. Pamiętnik Fizyjiographiczn. T. XI, 1891. Warszawa.
8. Снбирцевъ, Н. О почвахъ Привислинскаго края. — Тр. Почв. Комиссіи при Имп. Вольн. Экон. Общ. Докладъ 21 декабря 1895 г.
9. Соболевъ, Д. и Соболевъ, Н. Зап. С.-З. Отд. И. Р. Г. О., кн. 3. Вильна, 1912; см. тѣже Записки за 1910 г. (статья Н. Соболева).

Пограничный районъ.

1. Абутьковъ. Предвар. отчетъ о почв. изслѣдов. въ Ельнинскомъ и Рославльск. уѣлдахъ. Смоленскъ, 1913.
2. — и Костюкевичъ. Предвар. отч. о почв. изслѣдов. въ Юхновскомъ и Порѣчскомъ у. Смоленскъ, 1913.
3. Армашевскій. Изв. Геолог. Комит., т. XI, 1892; т. XII, 1893.
4. Бернштейнъ. „Почвовѣдѣніе", 1899, № 4; 1900, № 3.
5. — Описаніе главнѣйшихъ почвенныхъ типовъ Мышкинскаго, Угличскаго, Рыбинскаго и Моложскаго у. у. Ярославской губ., 1903.
6. Докучаевъ. Способы образованія рѣчныхъ долинъ Европ. Россіи. Спб. 1878.
7. Искюль, В. Геологія и почвы Сысольскаго и части Усть-Сысольскаго казенныхъ лѣсничествъ. Спб. 1909.
8. — *Почвенно-геолог. очеркъ Усть-Сысольскаго и юго-зап. части Вычегодскаго* казени. лѣснич. Вологодской губ. Спб. 1910.

9. Колоколовъ, М. Мат. для оцѣнки зем. Вологодской губ., т. I. Грязовецкій у. Москва, 1913; т. III. Тотемскій у. 1909.
10. Крыловъ. Зап. Имп. Спб. Минералог. Общ., сер. II, ч. 8, 1873.
11. Курбатовъ. Почв.-геолог. очеркъ средней части Вычегодск. казенн. лѣсничества Вологодской губ. Спб. 1910.
12. Матеріалы къ оцѣнкѣ земель Смоленской губ. — Поуѣздные выпуски составлены Колоколовымъ, Сондагомъ и Туминымъ.
13. Матеріалы для оцѣнки земель Владимірской губ. — Поуѣздные выпуски составлены Щегловымъ, Е. Сибирцевымъ, Чернымъ.
14. Матеріалы по изуч. почвъ Московской губ.—Предв. отчеты, вып. I, 1913. вып. II, 1914. Захаровъ, Филатовъ, Добровъ, Розановъ и др.
15. Никитинъ, С. Бассейнъ Днѣпра, 1894.
16. — Изв. Геолог. Комит., т. VII, 1888.
17. Печаткинъ. Труды Спб. Общ. Естеств., 1879, т. X, проток.
18. Стремоузовъ. Изв. Геолог. Комит., т. IX, 1890.
19. Тулайковъ, Н. Мат. для оцѣнки недвижим. имущ. Тверской губ., вып. 1. Тверской у. Почвы. Тверь, 1903.
20. — Изв. Москов. Сельско-хоз. Институт., 1903, кн. 1 и 2.
21. Щегловъ. „Почвовѣдѣніе“, 1902, № 2.
22. Ферхминъ. „Хозяинъ“, 1896. № 8.

Центральный районъ.

1. Боголюбовъ. Матер. по геологіи Калужской губ., ч. I, 1904. Геолог. очеркъ Малоярославецкаго у. Калужской губ.
2. Гедройцъ. Матеріалы для геологіи Россіи, т. XVII.
3. — Изв. Геолог. Комит., т. V, 1886.
4. Докучаевъ. Матер. къ оцѣнкѣ земель Нижегородской губ., т. XIII; см. также другіе выпуски тѣхъ же „Матеріаловъ“.
5. Матеріалы къ оцѣнкѣ земель Орловской губ. — Отдѣльные выпуски составлены Фрейбергомъ, Румницкимъ, Коганомъ.
6. Никитинъ, С. Труды Геолог. Ком., т. I, № 2, 1884; т. V, вып. 1. 1890.
7. — Изв. Геолог. Комит., т. VI, 1887 и т. X, 1891.
8. Павловъ, А. Изв. Геолог. Комит., т. XI, 1887 и т. X, 1891.
9. Персидскій. Лѣсныя почвы Рязанской губ. Рязань, 1903.
10. Пригоровскій. Изв. Геолог. Комит., т. XXVIII, 1909, № 7.
11. Саницкій. Труды Спб. Общ. Естеств., т. XIV, 1884.
12. Сибирцевъ, Н. Окско-Клязьминскій бассейнъ, 1895.
13. Танфильевъ. Болота и торфяники Полѣсья. — Изд. Отд. Зем. Улучш. Мин. Земл. и Госуд. Имущ. Спб. 1895.
14. Тюремновъ, С. Изв. Докуч. Почв. Комит., 1913, № 3—4.
15. Тутковскій, П. Изв. Геолог. Комит., 1900.
16. — „Почвовѣдѣніе“, 1910; № 3.

Сѣверо-восточный районъ.

1. Краснопольскій. Труды Геолог. Комит., т. XI, вып. 1, 1889.
2. Кротовъ, П. Труды Общ. Естеств. при Казанскомъ Универс., т. XIV, вып. 4, 1885.
3. — Изв. Геолог. Комит., т. IV, 1885; т. VI, 1888; т. IX, 1892; т. XII, 1893; т. XIII, 1894; т. XIV, 1895, т. XV, 1896; т. XVI, 1897 и т. XIX, 1900.

4. Никитинъ. Матер. для Геологіи Россіи, т. XI, 1883.
5. Расположенскій. Труды Общ. Естеств. при Казанск. Унив., т. XXIV вып. 6, 1892, т. XXIX, вып. 2 и 5, 1895.
6. — Очеркъ положенія, оро-гидрографич., геологическихъ и почвенныхъ условій Казанской губ. Казань, 1895.
7. Рисположенскій, Гордягинъ, А. Проток. Казан. Общ. Ест., т. XXI, 1889 и 1890, т. XXII, 1891.
8. — Почвенная карта Казанской губ. 1893.
9. Рисположенскій. Описаніе Пермскаго Пріуралья въ почвенномъ отношеніи, 1899.
10. — Описаніе Пермскаго Зауралья въ почвенномъ отношеніи, 1904; имѣются и др. работы того же автора по изслѣдованію отдѣльныхъ уѣздовъ Пермской губ.
11. — Описаніе почвъ Вятской губ. Сборники матеріаловъ по оцѣнкѣ земель Вятской губ. 1903 и 1904.
12. Штукенбергъ. Труды Геолог. Комит. Листъ 127.
13. Чернышевъ. Труды Геолог. Комит., т. III, № 4, 1889.
14. — Изв. Геолог. Ком., т. III, 1884 и т. VI, 1887.

Кромѣ перечисленныхъ работъ, данныя по строенію наносовъ и ихъ классификаціи можно найти въ слѣдующихъ работахъ, охватывающихъ большія площади Европейской Россіи, чѣмъ отдѣльный районъ.

Криштафовичъ. Дневникъ XI Съѣзда Русскихъ Ест. и Врачей, № 3, 1901.
Миссуна. Матер. къ познанію геолог. строенія Росс. Имп. Вып. II, 1902.
Никитинъ, С. Изв. Геолог. Комит., т. IV, 1885, т. XVII, № 7, 1898.
Nikitine. Congrès internationale d'archéologie et d'anthropologie. T. 1. Moscou. 1892.
Tschernyscheff. Ibidem.
Тутковскій. Зап. Кіевскаго Общ. Ест. 1901.

Сводку почвенной литературы по губерніямъ до 1907 г. смотри у Морачевскаго. Почвы Европейской Россіи. Спб. 1907 г. Съ почвенной картой, составленной А. Р. Ферхминымъ.

III. Черноземная (степная) зона.

Черноземная зона охватываетъ части губерній Кѣлецкой, Люблинской, Волынской, Подольской, Кіевской, Черниговской, Курской, Орловской, Рязанской, Нижегородской, Казанской, Пермской, Тульской, Тамбовской, Симбирской, Самарской, Саратовской и почти цѣликомъ губерніи Полтавскую, Харьковскую, Екатеринославскую, Воронежскую, Пензенскую, Уфимскую и части губерній Бессарабской, Херсонской, Таврической, Области Войска Донского, Оренбургской. Въ Предкавказьѣ также имѣется черноземъ, но послѣдній не входитъ въ составъ зоны Европейской Россіи.

Въ указанныхъ предѣлахъ лежитъ, въ сущности, не только черноземная зона, но и обѣ ея подзоны, служащія переходомъ какъ къ подзолистой (лѣсной), такъ и къ каштановой пустынностепной.

Климатическія условія черноземной зоны, конечно, не вполнѣ одинаковы на протяженіи всей упомянутой территоріи, но, какъ и въ предѣлахъ подзолистой зоны, наблюдается уменьшеніе количества атмосферныхъ осадковъ по направленію къ юго-востоку; въ томъ же направленіи падаетъ и средняя годовая температура. Данныя о степномъ климатѣ Европейской Россіи, помѣщаемыя ниже, заимствуемъ изъ работы Адамова (1).

Чтобы закончить съ характеристикой климата черноземной зоны, отмѣтимъ указанія Броунова (10) на то, что посрединѣ черноземной полосы Россіи проходитъ ось затропическаго барометрическаго максимума. Съ нахожденіемъ черноземной зоны въ области высокаго давленія связано, между прочимъ, и малое количество осадковъ.

Шимперъ, устанавливая суммы благопріятныхъ вліяній климата для травянистыхъ и древесныхъ формацій, выражается такъ: „хорошія климатическія условія для древесной формаціи слагаются изъ слѣдующихъ элементовъ: теплота вегетаціоннаго періода, постоянно влажная подпочва, влажный и спокойный воздухъ, особенно зимой. Для лѣса все равно, доставляется ли подпочвенная влага дождями или грунтовыми водами, часты ли или рѣдки атмосферные осадки и падаютъ ли они въ періодъ активный, или въ періодъ покоя. Въ оптимумѣ этихъ условій нуждается гидрофильное дерево, въ меньшей степени, въ нисходящемъ порядкѣ, тропофильное, ксерофильное и низкорослыя древесныя породы. Врагомъ лѣса въ высокихъ широтахъ является климатъ съ сухими зимами, такъ какъ деревья въ зимній періодъ не могутъ покрыть потери транспираціи“. По отношенію къ травянистой растительности тотъ же авторъ пишетъ: „хорошими условіями климата для травянистой формація являются слѣдующія: частые, хотя бы только слабые, поддерживающія влажность поверхностнаго горизонта, осадки въ періодъ вегетаціи

Среднее количество атмосферныхъ осадковъ степной полосы въ мм.

	Январь.	Февраль.	Мартъ.	Апрѣль.	Май.	Іюнь.	Іюль.	Августъ.	Сентябрь.	Октябрь.	Ноябрь.	Декабрь.	Годъ.
Симбирскъ	19,8	14,3	18,3	24,0	35,3	53,8	69,1	47,8	46,0	29,9	26,5	22,9	408,7
Самара	23,2	17,7	17,1	24,1	32,7	44,0	48,1	32,1	34,2	29,8	32,7	24,9	360,6
Пенза	30,4	30,6	22,0	31,2	46,3	60,2	60,8	35,0	43,0	34,8	36,8	33,6	464,7
Вольскъ	40,2	38,3	27,8	36,7	41,3	44,8	53,0	36,0	49,8	42,6	50,4	45,2	506,1
Тамбовъ	30,0	28,0	36,0	32,5	45,2	58,1	53,0	50,0	41,9	45,5	41,2	44,1	505,5
Орелъ	31,3	28,7	39,3	39,3	47,8	62,3	77,3	58,1	50,8	43,4	33,5	35,2	540,7
Саратовъ	24,6	23,6	19,0	28,5	29,6	37,1	40,6	30,6	27,6	36,3	35,0	38,8	371,3
Воронежъ	37,9	32,7	35,8	38,7	48,2	66,5	50,1	50,0	42,6	40,8	42,0	46,5	531,8
Харьковъ	29,8	33,8	36,0	34,4	42,4	62,8	64,7	47,9	35,9	35,6	30,3	36,5	490,1
Полтава	20,8	25,5	33,5	36,9	47,3	68,8	58,8	49,1	43,1	47,2	32,5	37,2	500,7
Лугань	21,2	18,9	23,8	28,8	44,6	51,3	49,6	35,0	28,3	29,3	31,6	26,9	389,3
Среднее	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	461,4

Средняя температура воздуха степной области.

	Январь.	Февраль.	Мартъ.	Апрѣль.	Май.	Іюнь.	Іюль.	Августъ.	Сентябрь.	Октябрь.	Ноябрь.	Декабрь.	Годъ.	Вегетаціонный періодъ (апрѣль-октябрь).
Симбирскъ	—13,72	—12,36	—6,37	—2,96	13,58	17,34	19,96	17,35	11,04	3,71	—3,77	—10,61	2,76	12,2
Самара	—13,45	—12,63	—6,41	4,66	14,45	18,85	21,48	19,55	12,62	4,97	—3,17	—10,02	4,24	13,8
Пенза	—12,03	—11,51	—5,99	3,88	13,75	17,93	20,14	18,76	11,65	4,86	—2,83	—8,62	4,17	12,9
Вольскъ	—12,88	—11,41	—5,02	5,10	15,45	18,61	22,35	19,87	13,29	5,77	—2,77	—9,99	4,86	14,3
Тамбовъ	—11,85	—9,49	—5,32	4,39	14,27	18,25	20,44	18,52	12,35	5,70	—1,90	—7,75	4,80	13,4
Орелъ	—10,15	—8,89	—4,43	3,95	13,68	17,37	19,94	18,24	12,33	5,93	—1,99	—7,42	4,88	13,1
Саратовъ	—11,39	—9,82	—4,72	5,11	14,94	19,70	22,25	20,52	14,13	6,20	—1,55	—8,20	5,59	14,7
Воронежъ	—10,19	—8,76	—3,61	5,56	13,88	18,39	20,52	18,56	12,55	5,80	—1,72	—7,18	5,32	13,6
Харьковъ	—8,75	—5,75	—1,48	6,92	14,40	18,39	20,82	19,31	13,76	7,54	0,59	—4,98	6,73	14,4
Полтава	—8,05	—6,50	—1,33	6,97	15,14	18,73	20,92	20,39	14,39	8,14	0,56	—4,81	7,13	14,9
Лугань	—8,30	—6,78	—1,07	8,08	16,00	20,04	22,69	21,63	15,41	8,38	1,36	—4,66	7,73	16,0
Среднее	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,29	—

и умѣренная теплота того же періода. Почти не имѣютъ значенія для травянистой растительности влажность подпочвы (за исключеніемъ тѣхъ случаевъ, когда верхній слой земли отличается особенно высокой капиллярностью), сухость воздуха въ періоды покоя и вѣтры. Врагомъ травянистой растительности въ болѣе высокихъ широтахъ является сухость въ главномъ періодѣ вегетаціи травъ (весна, раннее лѣто)".

Изъ сказаннаго ясно, что существенное различіе между двумя комбинаціями климатическихъ условій полагается въ томъ, что травянистая растительность используетъ влагу поверхностныхъ горизонтовъ, тогда какъ древесная нуждается во влажности болѣе глубокихъ слоевъ. Слѣдовательно, если мы представимъ себѣ такую область, гдѣ грунтовыя воды въ общемъ залегаютъ слишкомъ глубоко, чтобы служить для питанія древесныхъ корней, а выпадающая атмосферная влага получается въ такомъ количествѣ, или такъ распредѣляется по временамъ года, или, наконецъ, такъ медленно и неглубоко просачивается, что не въ состояніи поддерживать необходимую степень влажности въ горизонтѣ распредѣленія древесныхъ корней, то въ такой области разовьется травянистая формація.

Повидимому, такого рода условія и существуютъ какъ въ области русскаго чернозема, такъ и въ другихъ черноземныхъ областяхъ.

Въ русской степи сплошное капиллярное промачиваніе грунта наблюдается далеко не всюду, а преимущественно по котловинкамъ, такъ называемымъ „блюдцамъ", верховьямъ плоскихъ, полого падающихъ баючекъ и пр. Во всѣхъ этихъ районахъ лѣса внѣдряются въ степь отдѣльными полосами, островами, пятнами, при чемъ замѣчено, что зачастую они селятся на такихъ мѣстахъ, которыя характеризуются болѣе грубымъ, крупнозернистымъ субстратомъ, или развиваются на степныхъ котловинахъ, богатыхъ влагой и съ неглубоко лежащими грунтовыми водами. Такія котловинки въ русской степи извѣстны подъ именемъ „солотей", „баклушъ" или „мокрыхъ кустовъ".

На пріуроченность лѣсовъ къ породамъ болѣе грубаго строенія было обращено вниманіе Уитнеемъ по отношенію къ Сѣв. Америкѣ; тоже, до нѣкоторой степени можно заключить изъ описанія аргентинской пампы Гризебаха. Подробнѣе тотъ же вопросъ былъ разсмотрѣнъ какъ по отношенію къ С. Америкѣ, такъ и по отношенію къ Россіи, Костычевымъ (13). Констатируя мелкоземистость и слабую водопроницаемость лессовыхъ породъ, наиболѣе распространенныхъ грунтовъ въ области степныхъ пространствъ, Костычевъ замѣчаетъ, что дождевыя воды неглубоко проникаютъ внутрь породы, не даетъ особенно обильныхъ водъ и весенняя влага. Значительная часть ноды стекаетъ по поверхности и ускользаетъ, такимъ образомъ, отъ использованія растительностью. Въ силу этого здѣсь съ успѣхомъ можетъ суще-

ствовать только такая растительность, которая имѣетъ короткій вегетаціонный періодъ, а къ этому типу и принадлежитъ травянистый покровъ степныхъ пространствъ.

Въ русской черноземной полосѣ лѣса наступаютъ на степь, между прочимъ, съ высокихъ, изрѣзанныхъ оврагами, береговъ рѣкъ, нерѣдко покрытыхъ породами болѣе грубаго строенія, болѣе легко проводящими влагу въ глубину. Самъ лѣсъ, какъ мы знаемъ, до нѣкоторой степени содѣйствуетъ измѣненію структуры породъ при надвиганіи на области, занятыя мелкозернистыми поверхностными наносами, и создаетъ для себя благопріятныя условія существованія.

Изъ сказаннаго ясно, какое большое вліяніе можетъ оказывать характеръ поверхностной породы на распредѣленіе въ вертикальномъ направленіи атмотферной влаги, почему и не мудрено, что двѣ области, получающія извнѣ одинаковое количество влаги, настолько различно используютъ ее, что, при наличности одинаковыхъ внѣшнихъ условій климата, создаются неодинаковыя условія для развитія и существованія растительныхъ формацій.

Высказанныя выше соображенія заставляютъ притти къ выводу, что съ момента появленія тѣхъ тонкозернистыхъ грунтовъ, на которыхъ развился черноземъ, въ тогдашнихъ лессовыхъ областяхъ установились уже условія, болѣе благопріятныя для травянистой растительности, и степь была первичной растительной формаціей этихъ областей, а лѣсъ явился значительно позже. Нѣсколько ниже мы разсмотримъ характеръ и условія образованія степныхъ грунтонъ, а пока остановимся на выясненіи другихъ причинъ отвѣчнаго безлѣсія степи.

При обсужденіи условій заселенія степей лѣсомъ не слѣдуетъ упускать изъ виду и того момента, на который обращалось вниманіе и въ русской, и въ иностранной литературѣ (Рихтгофенъ, Докучаевъ, Танфильевъ, Высоцкій и др.). Лѣсной растительности, занимавшей степь, приходилось и до сихъ поръ приходится считаться съ большей или меньшей соленостью почвъ и грунтовъ. Есть основаніе полагать, что какъ въ періодъ образованія лесса, такъ и непосредственно за окончаніемъ этого періода, нынѣшняя степная область Россіи была еще солонѣе, чѣмъ теперь, и по солености, можетъ быть, не уступала пустынно-степнымъ областямъ.

Насколько чувствительны древесныя породы къ нѣкоторымъ солямъ, показываютъ между прочимъ, изслѣдованія Loughridge'a, установившаго для нѣсколькихъ породъ фруктовыхъ деревьевъ предѣльное количество солей въ почвѣ, при которомъ они могутъ существовать и развиваться. Цифры Loughridge'a приводятся въ слѣдующей таблицѣ:

Названіе растеній.	Na_2CO_3.	NaCl.	Na_2SO_4.	Сумма солей вообще.
Лимонныя деревья	0,0034%	0,0056	0,0314	0,0403
Персиковыя „	0,0048	0,0070	0,0672	0,0799
Яблоновыя „	0,0045	0,0085	0,0997	0,1128
Апельсинныя „	0,0269	0,0230	0,1102	0,1529
Оливковыя „	0,0202	0,0465	0,2145	0,3203
Виноградная лоза	0,0528	0,0675	0,2856	0,3203

Изъ цифръ видно, что фруктовыя деревья способны мириться лишь съ ничтожными, сравнительно, количествами солей и что наиболѣе вредной для нихъ солью является сода, а за ней понаренная соль. Къ сѣрнокислому натру деревья менѣе чувствительны.

Опыты Коссовича (29) показали, что сѣмена сосны всходили и растеніе не погибало при общемъ содержаніи солей до 1%, но при этомъ почвы содержали очень мало хлористаго натрія. Къ послѣднему сосна очень чувствительна и сѣмена ея всходили лишь тогда, когда содержаніе хлора падало до 0, 039% [1]).

Такъ какъ всѣ упомянутыя соли и теперь могутъ быть констатированы въ степныхъ почвахъ, а мѣстами скопляются даже въ значительныхъ количествахъ, то распространеніе лѣса и нынѣ можетъ задерживаться, между прочимъ, и этой причиной.

Наблюденія въ природѣ (Танфильевъ и др.) показали, что лѣса, завоевывающіе степь, высылаютъ, въ качествѣ авангарда, такія древесныя породы, которыя больше другихъ способны переносить соленосность субстрата. Къ таковымъ принадлежатъ: тернъ, яблоня, груша, жестеръ, татарскій кленъ, берестъ и, наконецъ, дубъ. Эти то породы встрѣчаются какъ по опушкамъ степныхъ лѣсовъ, такъ и въ зарослях степныхъ кустарниковъ. Что касается „мокрыхъ кустовъ“ то, по даннымъ Келлера (26), изучавшаго ихъ въ Сердобскомъ у. Саратовской губ., здѣсь встрѣчаются виды Salix, затѣмъ Populus tremula; береза и липа попадаются изрѣдка, а дубъ никогда не встрѣчался. Кромѣ перечисленныхъ породъ были найдены: Rhamnus frangula, cathartica, Prunus padus, Viburnum opulus, Rosa cinnamomea, Ribes nigrum. Наряду съ перечисленными древесными и кустарниковыми породами въ мокрыхъ кустахъ встрѣчены травянистыя растенія, свойственныя частью болотамъ, частью сыроватой почвѣ, лугамъ у береговъ болотъ и т. п. Приблизительно такую же картину рисуетъ Танфильевъ (см. также Поповъ, 46) для „солотей“ Воронежской губ. и Литвиновъ (36) для „баклушъ“ Тамбовской губ.

[1]) Въ вопросѣ о предѣльномъ количествѣ солей, переносимыхъ растительностью, необходимо считаться съ колнчествами влаги въ почвѣ, при которыхъ эти соли присутствуютъ, такъ какъ, въ зависимости отъ количества влаги, упомянутые предѣлы различны.

Типичными представителями степной травянистой флоры Европейской Россіи являются виды Stipa (S. pennata, capillata, stenophylla), Koeleria cristata, Festuca sulcata, ovina, Poa bulbosa, Bromus inermis и пр. Не останавливаясь здѣсь на сколько-нибудь детальной характеристикѣ степной флоры и отсылая читателя къ работамъ спеціалистовъ по этому вопросу [1]), упомянемъ лишь, что ковыль (Stipa) и типчакъ (Festuca) часто сообщаютъ извѣстный отпечатокъ всей флорѣ, образуя участки ковыльной и типчаковой степи. И тотъ, и другой злаки слагаютъ иногда цѣлыя дерновины (рис. 48).

Кромѣ травъ, русскія степи покрыты иногда и кустарниками, каковы: Cytisus biflorus, Amygdalus nana, Prunus Chamaecerasus и др.

Со стороны материнскихъ породъ черноземная область Европейской Россіи характеризуется широкимъ развитіемъ лесса или замѣщающихъ его лессовидныхъ породъ. Лессъ частью налегаетъ на валунныя глины, которыя здѣсь имѣютъ сравнительно меньшее развитіе, чѣмъ на сѣверѣ, и менѣе богаты крупными валунами, частью на различныя коренныя породы и продукты ихъ вывѣтриванія. У южныхъ предѣловъ распространенія ледника валунные наносы часто не содержатъ иныхъ валуновъ, какъ кварциты и различные кремни, что объясняютъ относительной стойкостью этихъ породъ сравнительно съ силикатными. Иногда въ нижнихъ частяхъ моренного наноса наблюдается преобладаніе мѣстныхъ валуновъ, тогда какъ верхнія содержатъ, по преимуществу, пришлый матеріалъ.



Рис. 48. Ковыльная степь Воронежской губ. (Фот. В. Дубянскаго).

[1]) См. цитиров. работы Танфильева, Литвинова, Келлера, Попова, а также Коржинскаго, Пачосскаго и др.

Подъ валуннымъ наносомъ нерѣдко находятся прѣсноводные доледниковые осадки, которые, по мнѣнію Соколова (55—57), изучавшаго ихъ въ бассейнѣ Днѣпра, отлагались частью въ стоячихъ, частью въ проточныхъ водахъ. Земятченскій (25) штудировалъ болотные или болотно-озерные доледниковые осадки въ Саратовской губ. Въ верхнихъ горизонтахъ доледниковыхъ наносовъ, напримѣръ въ прѣсноводныхъ мергеляхъ Полтавской губ., наблюдались валуны, которые могли заноситься со стороны наступавшаго ледника при помощи льдинъ, переносившихся его потоками.

Лессъ, покрывая значительную часть площади южнаго района, не имѣетъ, однако, здѣсь сплошного развитія. Въ восточныхъ, приволжскихъ окраинахъ этого пространства онъ иногда замѣняется лессовидными суглинками, или покровными глинами происхожденіе которыхъ не всегда выяснено съ достаточной опредѣленностью. Мѣстами верхніе горизонты валунныхъ глинъ лишены валуновъ и принимаютъ лессовидный характеръ (Воронежская губ.). Въ приволжскихъ областяхъ, а мѣстами и въ бассейнѣ Дона и его притоковъ совершенно отсутствуютъ наносы ледниковаго періода, и роль материнскихъ породъ въ почвообразованіи играютъ различныя коренныя породы (третичныя глины и песчаники, мѣловые мергеля и пр.). Кое-гдѣ материнскими породами являются мощные делювіальные наносы. Въ юго-западной части описываемой зоны коренныя породы, мѣстами граниты и гнейсы, выходятъ на поверхность отдѣльными островками, не прикрываясь ни лессомъ, ни какими либо иными послѣтретичными наносами. Въ Новороссіи верхніе горизонты краснобурой глины, замѣщающей здѣсь моренную толщу, переходятъ въ лессоподобную породу.

Лессъ въ своихъ верхнихъ горизонтахъ не слоистъ, болѣе или менѣе пористъ, вообще обладаетъ всѣми типическими признаками эоловыхъ лессовъ. Нижніе горизонты лессовыхъ породъ мѣстами обнаруживаютъ явственную слоеватость, иногда даже признаки возстановленія окисныхъ соединеній желѣза (синеватo и зеленовато-сѣрые оттѣнки). Первыя разности лесса (не слоистыя) содержатъ исключительно фауну наземныхъ моллюсковъ, во вторыхъ—встрѣчаются и прѣсноводные моллюски (такъ назыв. озерный лессъ).

Теорія образованія лесса, раздѣляемая въ настоящее время очень многими изслѣдователями, сложилась подъ вліяніемъ изученія пустынныхъ областей и ихъ периферій въ Центральной Азіи и частью въ Ю. Америкѣ. Явленія развѣванія, присущія пустыннымъ пространствамъ, были подмѣчены различными изслѣдователями, но окончательная разработка вопроса принадлежитъ барону Рихтгофену, который категорически высказался въ пользу эолового происхожденія средне-азіатскихъ лессовъ и собралъ много фактовъ и наблюденій для подтвержденія своей теоріи.

Согласно Рихтгофену (48), частицы минеральной пыли, приносимыя вѣтрами изъ пустынь, попадая въ области, гдѣ выпадаетъ большее количество атмосферныхъ осадковъ, чѣмъ въ пустыняхъ, и гдѣ существуетъ травянистая растительность, осаждаются, и прибиваясь дождями къ землѣ, окончательно закрѣпляются растительностью; новый приносъ частицъ заставляетъ растенія вытягивать свои надземныя части, подобно тому какъ саксаулъ, засыпаемый пустынными песками, продолжаетъ расти и развивать свои стеблевые органы. Съ теченіемъ времени, засыпанные пылью стебли травъ истлѣваютъ внутри породы и оставляютъ послѣ себя, какъ и развѣтвленія корневой системы, каналы, которые и придаютъ затѣмъ пористый характеръ породѣ.

Такъ какъ минеральная пыль можетъ выпадать не только на земную поверность, но и на поверхность водныхъ бассейновъ, то отсюда понятно присутствіе слоистыхъ лессовидныхъ наносовъ, содержащихъ раковины прѣсноводныхъ моллюсковъ.

Образованіе лесса по границамъ современныхъ пустынь представляетъ, по мнѣнію нѣкоторыхъ изслѣдователей, процессъ, совершающійся и въ настоящее время, но существуютъ области, гдѣ процессъ отложенія лесса давно уже закончился. Къ такимъ областямъ и принадлежатъ районы ледниковыхъ осадковъ, гдѣ лессъ пріурочивается къ болѣе южнымъ частямъ этихъ районовъ.

Правда, далеко не всѣ изслѣдователи признавали и признаютъ за лессомъ ледниковаго періода эоловое происхожденіе. Такъ, Лаппаранъ (7) смотритъ на лессъ, какъ на породу, сходную, по способу образованія, съ делювіальными наносами, за водное происхожденіе высказывались въ Германіи Ваншаффе, въ Россіи Докучаевъ, Армашевскій, Павловъ, Неуструевъ, но пока представители этихъ взглядовъ остаются въ меньшинствѣ; большинство и по отношенію къ ледниковому лессу придерживается теоріи Рихтгофена.

Наиболѣе полная разработка эоловой гипотезы ледниковаго лесса принадлежитъ Тутковскому, на соображеніяхъ котораго мы и остановимся.

Существованіе мощныхъ лессовыхъ толщъ, слагающихъ почти непрерывную полосу наносовъ къ югу отъ моренныхъ и флювіо-глаціальныхъ образованій, предполагаетъ въ то же время существованіе продолжительныхъ и постоянныхъ вѣтровъ, которые могли поднимать и переносить на болѣе или менѣе далекія разстоянія минеральныя частицы. При какихъ же условіяхъ могли установиться столь продолжительныя и постоянныя атмосферныя теченія? Для рѣшенія вопроса обратимся къ тому періоду, когда значительная часть Европы была одѣта мощнымъ ледянымъ покровомъ. Есть полное основаніе полагать, что толща материковаго льда была неодинакова въ различныхъ мѣстахъ ледника; она,

несомнѣнно, была болѣе значительна въ центральной его части, откуда постепенно уменьшалась по направленію къ периферіи. Соотвѣтственнымъ образомъ распредѣлялась и температура: наиболѣе низкая въ центральныхъ мѣстахъ и постепенно повышающаяся къ окраинѣ. Изъ сказаннаго очевидно, что атмосферное давленіе надъ ледниковымъ покровомъ распредѣлялось такъ, что центру соотвѣтствовала область наиболѣе высокаго, а периферіи — относительно низкаго давленія. Иначе говоря, изобары должны были располагаться параллельно краю ледниковаго покрова, а барическій градіентъ направляться отъ центра ледника къ его окраинѣ. При такихъ условіяхъ атмосферныя теченія расходились изъ центра ледника вѣерообразно, двигаясь приблизительно по тѣмъ же направленіямъ, по которымъ двигался и самъ ледникъ.

Обращаясь къ разсмотрѣнію современныхъ, болѣе или менѣе сплошныхъ ледяныхъ областей (Гренландія, южныя полярныя страны), мы не находимъ полнаго подтвержденія тѣмъ выводамъ, къ которымъ пришли при оцѣнкѣ вліянія древняго ледниковаго покрова на распредѣлевіе вѣтровъ. Въ Гренландіи, окруженной океаническими водами, сказывается вліяніе этихъ послѣднихъ, хотя въ тѣ времена года, когда прилежащіе океаны скованы льдами, тамъ устанавливаются приблизительно тѣ же условія, которыя выше приняты для европейскаго ледника. То же слѣдуетъ сказать и относительно южныхъ полярныхъ странъ.

Однако, недостаточно доказать, что древній ледникъ создавалъ благопріятныя условія для возникновенія системы постоянныхъ антициклоновъ, необходимо еще обсудить вопросъ, каковы должны быть эти вѣтры въ смыслѣ ихъ температуры и влажности. Для отвѣта на этотъ вопросъ припомнимъ вышеуказанныя соображенія относительно мощности ледниковаго покрова. Изъ того, что центральныя части ледника были гораздо мощнѣе периферическихъ, слѣдуетъ выводъ, что вѣтрамъ, направлявшимся къ краямъ ледника, приходилось постоянно опускаться. Это были нисходящіе вѣтры, а слѣдовательно ихъ температура должна была повышаться по мѣрѣ приближенія къ краямъ ледника. Въ силу этого вѣтры приходили къ окраинамъ относительно сухими.

Если вышеприведенныя разсужденія правильны, то метеорологическія условія, установившіяся вмѣстѣ съ распространеніемъ ледниковаго покрова, были благопріятны для явленій развѣванія. Остается теперь рѣшить вопросъ, представляла ли сама поверхность суши благопріятную обстановку для того-же процесса и если представляла, то когда именно, т. е. въ какую эпоху ледниковаго періода. Тутковскій разсматриваетъ послѣдовательно три наиболѣе существенныхъ момента въ жизни бывшаго ледника: время его наступленія, остановка (стаціонарное состояніе) и отступленіе.

Наступавшій ледникъ посылалъ впередъ себя ручьи, которые увлажняли поверхность почвы и отлагали влажные наносы. Однако, дѣятельность ручьевъ была ничтожна сравнительно съ дѣйствіемъ тѣхъ водъ, которыя образовались впереди ледника, благодаря запруживавію однѣхъ рѣкъ и вытѣсненію другихъ изъ ихъ ложа. Наступавшій ледникъ, захватывая эти долины, запруживалъ тѣ рѣки, которыя текли ему навстрѣчу и вытѣснялъ изъ ложа тѣ, которыхъ долины направлялись болѣе или менѣе параллельно краю ледника. Все это говоритъ за то, что впереди наступавшаго ледника должны были находиться обширныя водныя пространства, а поверхностныя породы оказывались настолько увлажненными, что служить матеріаломъ для развѣванія не могли. Почти тѣ же условія существовали и въ періодъ остановки ледника, такъ какъ вытѣсненныя имъ воды еще не нашли своихъ долинъ, еще не имѣли оформленныхъ стоковъ, которые въ состояніи были бы дренировать сильно увлажненныя пространства впереди ледника. Иныя условія создавались въ періодъ отступленія ледника. Прежде всего есть основаніе полагать, что отступленіе ледника происходило значительно быстрѣе, чѣмъ наступаніе. Запружейныя рѣки находили свои долины или вырабатывали новыя; при помощи всѣхъ этихъ долинъ избыточныя воды стекали съ освобождавшейся изъ подъ ледника поверхности наносовъ. Эти рыхлые наносы обсыхали, чему помогали и теплые сухіе вѣтры, которые продолжали приноситься съ поверхности ледника. Растительность у краевъ отступающаго ледника нерѣдко напоминала тундровую (Dryas octopetala, Salix polaris, Betula nana и пр.), хотя и не всегда. Въ первомъ случаѣ, какъ и въ современной тундрѣ, почва могла быть не сплошь покрыта растеніями и потому легко подвергалась развѣванію (ледниковыя пустыни). Существованіе ледниковыхъ пустынь было отмѣчено Тутковскимъ (68) для Россіи. Эти пустыни представляются въ настоящее время въ видѣ песчаныхъ пространствъ съ мелкими валунами, которые, находясь на поверхности песковъ, имѣютъ типичную форму трехгранниковъ, свойственную галечнику пустынь. Трехгранная форма есть продуктъ обтачиванія при помощи песчинокъ, передвигаемыхъ вѣтрами. Такіе пески съ трехгранниками найдены Тутковскимъ въ Волынскомъ Полѣсьѣ, внѣ сферы дѣятельности второго ледника.

Таковы выводы Тутковскаго относительно способа и времени образованія русскаго лесса. Не возражая противъ нихъ по существу, можно сдѣлать по поводу указанныхъ обобщеній слѣдующія замѣчанія. Какъ будетъ разъяснено въ дальнѣйшемъ изложеніи, отложенія лесса слѣдуетъ отнести ко второму (въ Германіи третьему) ледниковому періоду). Между періодомъ наибольшаго развитія ледниковъ въ Европѣ и временемъ отложенія лесса прошла длинная эпоха, такъ называемая

межледниковая, въ теченіе которой развился комплексъ растительныхъ формъ, указывающій на относительно теплый и влажный климатъ. Ледникъ отступилъ далеко отъ тѣхъ мѣстъ, гдѣ развилась эта флора, но есть основаніе полагать, что онъ не исчезъ совершенно съ европейской территоріи (Россія и Скандинавія). Уже существованіе такой флоры показываетъ, что влаги въ поверхностныхъ породахъ, вскорѣ послѣ ухода великаго ледника, было достаточно; эта влага путемъ испаренія отдавалась воздуху, и ледниковые фёны, приносившіеся теперь издалека и, по всей вѣроятности, уже не имѣвшіе той правильности и постоянства, которыми они обладали раньше, насыщались влагой и несли къ югу болѣе богатые атмосферные осадки. Правильность ледниковыхъ антициклоновъ должна была нарушиться потому, что вслѣдъ за отступаніемъ перваго русскаго большого ледника, произошли большія морскія трансгрессіи, при чемъ одна изъ нихъ примыкала съ востока къ еще не вполнѣ исчезнувшему изъ Европы ледниковому покрову.

Позже обстоятельства измѣнились: море на сѣверѣ отступило, ледникъ надвинулся вторично, захвативъ, однако, значительно меньшую территорію. Ближайшія къ леднику области, уже обсохшія, теряли свою межледниковую флору и частью покрывались водами вновь наступавшаго ледника, частью не попадали въ сферу вліянія этихъ водъ. Тѣ именно участки, которые теперь остались внѣ сферы ледниковыхъ водъ и окончательно обсохли, представили благопріятныя условія для развѣванія, и вотъ на костяхъ межледниковыхъ животныхъ начинаютъ отлагаться понемногу тѣ мощныя толщи лесса, которыя теперь опоясываютъ болѣе грубые ледниковые наносы по ихъ периферіи, а частью и налегаютъ на эти послѣдніе.

При такомъ видоизмѣненіи взглядовъ Тутковскаго получаютъ объясненіе многіе факты, находившіеся въ противорѣчіи съ высказанными этимъ изслѣдователемъ положеніями.

Мы такъ подробно остановились на условіяхъ образованія южнорусскаго лесса въ виду того, что вопросъ этотъ тѣсно связанъ съ исторіей степного почвообразованія. Изъ гипотезы Тутковскаго явствуетъ, что въ періодъ образованія лесса современныя степи уже отличались относительно сухимъ климатомъ. Правильность такого заключенія подтверждается изслѣдованіями Соколова (57) въ южной Россіи, на такое заключеніе, наконецъ, наводитъ и богатство лесса углесолями, которыя, какъ извѣстно, сохраняются въ массѣ только при условіяхъ сухого климата.

Всѣ эти соображенія лишній разъ подтверждаютъ то положеніе, что первичной растительной формаціей русской степи была травянистая формація, древесная же растительность является позднѣйшимъ поселенцемъ, завоевывающимъ степь постепенно. Понятно, эта борьба для лѣса

была успѣшнѣе по сѣверной границѣ степи, гдѣ мы чаще всего встрѣчаемся какъ съ явленіями деградаціи чернозема, такъ и съ полнымъ исчезновеніемъ степи. Это область такъ называемыхъ „доисторическихъ степей“ (Танфильевъ, 65).

Чтобы получить представленіе о характерѣ современнаго почвеннаго покрова черноземной зоны, мы опишемъ вкратцѣ различные районы данной зоны, пользуясь результатами земскихъ земельно-оцѣночныхъ работъ.

Начнемъ описаніе съ Кромскаго у. Орловской губ., всей своею площадью лежащаго въ переходной отъ черноземной къ подзолистой зонѣ полосѣ. Значительную площадь уѣзда покрываетъ лессъ; лишь кое-гдѣ выходятъ на поверхность, играя роль материнскихъ породъ, коренныя образованія. Наибольшее распространеніе имѣютъ въ уѣздѣ лѣсные суглинки, которые встрѣчаются здѣсь въ трехъ разновидностяхъ: темнокоричневые, коричнево-сѣрые и свѣтло-сѣрые. Первая изъ названныхъ разностей, по цвѣту горизонта A_1, довольно близко стоитъ къ сосѣднимъ черноземамъ, отличаясь отъ нихъ лишь коричневатымъ оттѣнкомъ. Горизонтъ A_2, однако, всегда орѣховатый съ небольшимъ количествомъ подзолистаго мелкозема. Мощность A_1+A_2, въ среднемъ, равна 52 см., вскипаніе обнаруживается на глубинѣ 90—140 см. Иногда наблюдаются кротовины. Среднее содержаніе гумуса въ гориз. A_1 около 6%. Коричнево-сѣрыя лѣсныя земли свѣтлѣе предыдущихъ. Горизонтъ A_2 обособленъ явственнѣе и болѣе подзолистъ. Иногда въ верхней его части наблюдается плитчатая структура. Кротовины встрѣчаются рѣже. Мощность A_1+A_2 въ среднемъ 43,5 см., вскипаніе на глубинѣ около 142 см., среднее содержавіе гумуса—4,55%. Наконецъ, свѣтло-сѣрые лѣсные суглинки представляются еще болѣе оподзоленными. Поверхность орѣшковъ покрыта цѣлымъ слоемъ подзолистаго мелкозема, чаще появляется плитчатая структура верхнихъ частей гориз. A_2. Мощность A_1+A_2, въ среднемъ, 30 см., вскипаніе наблюдается лишь въ глубинѣ 178 см. отъ поверхности. Среднее содержаніе гумуса—2,79%.

Гораздо меньшимъ, по сравненію съ лѣсными землями, распространеніемъ отличается черноземъ, который имѣетъ здѣсь двѣ разновидности: лессовый и глинистый; послѣдняя разновидность рѣдка, ея материнской породой является юрская глина. Узкія полоски черноземныхъ почвъ пріурочены, по преимуществу, къ отлогимъ, рѣже слабопокатымъ склонамъ, болѣе или менѣе возвышающимся надъ рѣчной долиной; встрѣчены они также на нешироких водораздѣлахъ. Въ горизонтѣ A_2 лессовыхъ черноземовъ наблюдаются иногда признаки деградаціи. Мощность $A_1+A_2=64$ см. Вскипаніе далеко не всегда наблюдается у нижней границы гор. A_2. Больше чѣмъ въ половинѣ изучен-

ныхъ разрѣзовъ почва начинаетъ вскипать на 10—20 см. глубже нижней границы гумусовыхъ горизонтовъ. Среднее содержаніе гумуса — 7,44%. Глиинстый черноземъ отличается болѣе темной окраской и зернистой структурой своихъ гумусовыхъ горизонтовъ. Признаковъ деградаціи здѣсь не замѣчено. Мощность A_1+A_2 колеблется въ предѣлахъ 59—88 см. Вскипаніе наблюдается или въ нижнихъ частяхъ горизонта A_2, или при переходѣ послѣдняго въ материнскую породу — сѣрую юрскую глину. Среднее содержаніе гумуса — 10,64%.

Помимо описанныхъ, на территоріи Кромскаго у. встрѣчаются супесчаныя почвы подзолистаго типа.

Въ другихъ уѣздахъ (Орловскомъ, Мценскомъ, отчасти Болховскомъ) устанавливается еще одна разность черноземныхъ почвъ подъ именемъ „выщелоченнаго чернозема“. Изъ морфологическихъ признаковъ послѣдняго „рѣзче всего выдѣляется обѣдненіе углесолями, которое выражается въ весьма явномъ пониженіи уровня вскипанія“... „Въ то время, какъ крупичатый черноземъ описываемыхъ уѣздовъ вскипаетъ уже въ горизонтѣ A_2, на средней глубинѣ около 70 см., у выщелоченнаго чернозема средняя глубина вскипанія 93—99 см.“ „При этомъ почти никогда не вскипаетъ гор. A_2 даже въ широкой части своей, а первое вскипаніе обнаруживается или при переходѣ отъ гор. A_2 къ подпочвѣ или — что чаще — на той или иной глубинѣ подпочвы“...

Структура описываемой разности чернозема далеко не такъ характерна, какъ у крупичатаго чернозема, хотя она не совсѣмъ еще исчезла: слѣды ея наблюдаются въ нижней части гориз. A_1 или въ верхней — гориз. A_2. Чаще же наблюдается комковатая структура гумусовыхъ горизонтовъ. Мѣстами очень слабо выражены признаки деградаціи (присутствіе нехарактерныхъ орѣшковъ). Количество гумуса, въ среднемъ, 7,71%.

„Выщелоченный черноземъ“ представляетъ собой, повидимому, разность с ѣ в е р н а г о чернозема. Верхняя часть безгумусоваго горизонта, лишенная углесолей, отличается у этой почвы по цвѣту отъ карбонатной материнской породы (зачатки краснобураго горизонта B).

Въ Нѣжинскомъ у. Черниговской губ. (П о л ы н о в ъ, 45) южная часть уѣзда сложена на поверхности лессомъ и лессовидными суглинками, которые играютъ здѣсь, слѣдовательно, роль материнскихъ породъ въ процессахъ почвообразованія. Механическій составъ лессовидныхъ породъ выражается слѣдующими данными:

	1—0,25 мм.	0,25—0,05 мм.	0,05—0,01 мм.	<0,01 мм.
№ 1	1,20%	24,97%	48,57%	25,26%
№ 2	5,90	16,13	49,60	28,37
№ 3	4,02	17,19	49,30	29,49

Материнскія породы сѣверной части уѣзда болѣе грубы по механическому составу (встрѣчаются супеси и пески). На этихъ породахъ развиваются, при равнинно-пониженномъ рельефѣ, подзолистыя и болотныя почвы, тогда какъ южная часть уѣзда покрыта черноземными и солонцовыми почвами. Черноземы здѣсь носятъ слѣды деградаціи, солонцовыя почвы выражены солончаками. У чернозема гориз. A_1 имѣетъ мощность 30—40 см. и характеризуется комковатой структурой. Вскипаніе на глубинѣ 60—80 см. отъ поверхности. Содержаніе гумуса—4—6% и болѣе; богаче гумусомъ переходныя разности между чемноземомъ и солончаками (солончаковатый черноземъ). Солончаки—карбонатнаго типа, вскипаютъ съ поверхности; въ нѣкоторыхъ разностяхъ наблюдаются одновременно слѣды раскислительныхъ процессовъ (переходъ къ полуболотнымъ луговымъ почвамъ).

Въ Пензенской губ. (Пензенскій, Нижнеломовскій, Наровчатскій, Краснослободскій у.у.) материнскія породы чаще всего послѣтретичнаго возраста, хотя кое-гдѣ встрѣчаются и выходы коренныхъ породъ (Архангельскій, 4). Послѣтретичныя породы выражены валунной глиной, подъ которой нигдѣ не удавалось видѣть предледниковыхъ песковъ. На сильно размытой поверхности морены залегаетъ мощная толща валунныхъ песковъ. Кромѣ того значительно распространены покровныя глины, настилающія „морену и валунные пески даже на наиболѣе высокихъ точкахъ водораздѣловъ". „Онѣ весьма однородны, лишены слоистости, но, несмотря на разнообразіе и тонкость слагающаго ихъ матеріала, во всей своей толщѣ содержатъ валуны, обычно мелкіе". Сильно развиты аллювіальные осадки, въ видѣ широкихъ полосъ песковъ по правымъ берегамъ Суры и Мокши.

Въ почвенномъ отношеніи Пензенскій у. (Геммерлингъ, 17) представляетъ площадь переходную отъ типично-степной къ лѣсостепной области. Черноземныя почвы въ степной части уѣзда чередуются съ деградированнымъ черноземомъ и лѣсными суглинками; обѣ послѣднія разности встрѣчаются небольшими участками. По котловинамъ встрѣчаются подзолы или солонцеватая почва, „въ зависимости отъ характера самого пониженія". Мѣстами встрѣчены „карбонатные черноземы" на мергелѣ или мергелистой делювіальной глинѣ. Въ лѣсостепной части уѣзда, „на ряду со всѣми видовыми разностями чернозема, встрѣчаются значительныя площади, занятыя хрящевато-щебенчатыми подзолистыми почвами, а кромѣ нихъ деградированными черноземами и лѣсными суглинками".

Въ Наровчатскомъ и восточной части Краснослободскаго у.у. (Шульга, 71) встрѣчаются комбинаціи тѣхъ же почвенныхъ типовъ и разностей, что и въ Пензенскомъ, только часть, лежащая къ востоку отъ р. Мокши, сплошь покрыта почвами подзолистаго типа, очень часто супесчаными или песчаными.

Въ Симбирской губ. (Расположенскій, 49) коренными почвообразующими породами являются осадки мѣловой и третичной системъ (рѣже юрской), въ видѣ мѣла, кремнистыхъ известняковъ, глинъ, мергеля, песчаниковъ и песковъ. Вмѣстѣ съ ними широко распространены послѣтретичныя образованія, каковы моренныя глины, пески, лессы и лессовидные суглинки. Относительно послѣднихъ породъ не только въ Симбирской губ., но и въ другихъ районахъ юго-восточной Россіи нерѣдко возникаетъ вопросъ, не представляютъ ли онѣ древнія почвы, сформировавшіяся окончательно при условіи полупустыннаго климата. Въ Симбирской губ. такого рода лессовидные суглинки нерѣдко находятся въ самой тѣсной связи съ различными подстилающими ихъ коренными породами.

Почвенный покровъ губерніи слагается черноземными почвами, развивающимися не только на лессѣ и лессовидныхъ суглинкахъ, но и на юрскихъ глинахъ, на мѣлу, мѣловыхъ мергеляхъ и даже третичныхъ песчаникахъ. Въ послѣднемъ случаѣ черноземы отличаются супесчанымъ характеромъ, а иногда бываютъ и каменистые. Мѣстами наблюдается деградація черноземовъ. Подзолистый типъ встрѣчается здѣсь въ формѣ лѣсныхъ суглинковъ, иногда подзолистыхъ суглинковъ, а также въ формѣ подзолистыхъ и дерновыхъ супесей и песковъ. Изрѣдка встрѣчаются болотныя почвы и солонцовыя. Сравнительно широкимъ распространеніемъ отличаются рендзины.

Примѣромъ центральныхъ частей черноземной зоны могутъ служить Полтавская и Воронежская губерніи. Первая расположена въ западной, вторая — въ болѣе восточной части зоны. Полтавская губернія подвергалась сплошному обслѣдованію, въ Воронежской же изученіе пока не закончено.

Материнскими породами Полтавской губ. служатъ, въ большинствѣ случаевъ, лессъ и лессовидные суглинки, которые только въ Зѣньковскомъ и Константиноградскомъ у.у. замѣщаются болѣе связными глинами желто-бураго цвѣта.

Наибольшую площадь въ губерніи занимаетъ черноземъ, мощность гумусовыхъ горизонтовъ котораго въ зависимости отъ связности и водопроницаемости материнскихъ породъ, колеблется въ западной и средней частяхъ въ предѣлахъ отъ 0,9 до 1,2 м., а въ восточной — отъ 0,75 до 0,9 м. Въ связи съ колебаніемъ мощности колеблется и содержаніе гумуса, которое падаетъ въ почвахъ болѣе мощныхъ (менѣе глинистыхъ) и повышается въ менѣе мощныхъ (глинистыхъ) черноземахъ. Богаче всего гумусомъ константиноградскіе черноземы, содержащіе въ среднемъ 7,92% (отдѣльные образцы содержатъ 9 и даже изрѣдка 10%). Въ Кременчугскомъ и Переяславскомъ у.у. значительная часть черноземовъ содержитъ отъ 4 до 5% гумуса. На пологихъ склонахъ къ

рѣчнымъ долиніамъ черноземъ постепенно превращается въ черноземную супесь, а по правымъ высокимъ берегамъ рѣкъ наблюдается деградація чернозема, который ближе къ рѣкѣ переходитъ въ типичные лѣсные суглинки. Почвы послѣдняго типа пріурочены, преимущественно, къ возвышеннымъ уѣздамъ и лишь изрѣдка встрѣчаются, а иногда и совершенно отсутствуютъ, въ уѣздахъ пониженныхъ, гдѣ какъ увидимъ ниже, почвы содержатъ гораздо больше растворимыхъ солей. Морфологія полтавскихъ лѣсныхъ суглинковъ типичная, орѣховатый горизонтъ выраженъ ясно и опредѣленно. Подзолистость вполнѣ типична, ясно сформированъ краснобурый горизонтъ B, углесоли выщелочены на значительную глубину. Мощность гориз. A_1+A_2 не превышаетъ, въ среднемъ, 0,75 м., количество гумуса колеблется между 2 и 3%.

Вдоль рѣчныхъ долинъ, по лѣвымъ берегамъ рѣкъ встрѣчаются мѣстами подзолистые пески.

Кромѣ описанныхъ почвъ въ Полтавской губ. нерѣдко наблюдаются солонцовыя, особенно распространенныя въ пониженныхъ уѣздахъ. Изслѣдователями губерніи описаны солончаки, нѣкоторыя разности солонцовъ и почвы переходныя отъ солончаковыхъ къ черноземнымъ почвамъ.

Рекогносцировочное обслѣдованіе Воронежской губ. показало, что ея территорія занята нѣсколькими подзонами чернозема. Съ сѣверо-запада на юго-востокъ подзоны чернозема располагаются такимъ образомъ: 1) самое сѣверное положеніе занимаетъ подзона мощнаго слабо деградированнаго чернозема, охватывая Задонскій и часть Землянскаго у.; 2) къ югу отъ нея тянется подзона мощнаго чернозема, включающая въ себя Воронежскій у., сѣверныя части Бобровскаго и Коротоякскаго, Нижнедѣвицкій у. и большую часть Землянскаго; 3) еще южнѣе располагается обширная область средняго или обыкновеннаго чернозема, занимающаго цѣликомъ уѣзды Новохоперскій, Павловскій, Острогожскій, Валуйскій, Бирюченскій и части Коротоякскаго, Бобровскаго и Богучарскаго; 3) наконецъ, послѣдняя подзона переходнаго къ южному чернозема помѣщается въ юго-восточномъ углу Богучарскаго у.

Границы этихъ подзонъ очень близко совпадаютъ съ границами тѣхъ областей, на которыя дѣлится Воронежская губ. по количеству выпадающихъ на ея территоріи зимнихъ атмосферныхъ осадковъ (Панковъ). Теоретически такая связь легко понимается, такъ какъ глубина просачиванія органическихъ веществъ, растворовъ, солей и вообще глубина проникновенія почвообразовательныхъ процессовъ въ степной полосѣ скорѣе можетъ зависѣть отъ той влаги, которую даетъ таяніе зимнихъ осадковъ, чѣмъ отъ влаги, получаемой почвой поздней весной, лѣтомъ и ранней осенью. Эти послѣдніе осадки частью испаряются съ

поверхности почвы и растительнаго покрова, частью перехватываются корнями растеній на небольшихъ сравнительно глубинахъ и возвращаются въ атмосферу.

Не слѣдуетъ думать, что какая-либо подзона чернозема на всемъ своемъ протяженіи слагается одной и той же разностью чернозема: прежде всего мощность гумусовыхъ горизонтовъ въ предѣлахъ подзоны измѣняется постепенно, по мѣрѣ движенія съ С. на Ю., а затѣмъ въ любой подзонѣ встрѣчаются пятна чернозема сосѣдней подзоны. Послѣдній фактъ объясняется различіемъ абсолютныхъ высотъ въ различныхъ частяхъ одной и той-же подзоны.

Каждая изъ разностей чернозема, слагающая опредѣленную подзону, отличается цѣлымъ рядомъ внѣшнихъ признаковъ, которые, при внимательномъ наблюденіи, легко могутъ быть отмѣчены въ полѣ. Неодинаковая мощность гумусовыхъ горизонтовъ и подгоризонтовъ, неодинаковая структура, различная степень выраженности послѣдней (зерна крупныя и мелкія, твердыя и мягкія), неодинаковые переходы изъ одного горизонта въ другой, неодинаковый цвѣтовой оттѣнокъ гумусовыхъ горизонтовъ, неодинаковая глубина залеганія и формы выдѣленія углесолей — отличаютъ разности чернозема другъ отъ друга.

Вмѣстѣ съ измѣненіемъ свойствъ черноземовъ мѣняется и характеръ, а особенно количественное содержаніе сопровождающихъ черноземы почвъ. Это касается преимущественно солонцеватыхъ почвъ и солонцовъ. Такъ, замѣчено, что солонцы особенно обильны въ восточной половинѣ губерніи и рѣже встрѣчаются въ ея западной половинѣ. Можно отмѣтить также, что солонцы въ подзонѣ мощнаго чернозема очень сильно деградированы и нерѣдко превращены въ самые типичные подзолы, а еще чаще находятся въ различныхъ стадіяхъ на пути къ такому превращенію. Въ области обыкновеннаго или средняго чернозема этихъ процессовъ или совсѣмъ не наблюдается, или они выражены въ слабой степени.

Можно отмѣтить также, что подъ лѣсами западной половины губерніи деградаціи нѣкогда бывшихъ здѣсь черноземныхъ почвъ сказалась, въ общемъ, сильнѣе, чѣмъ въ восточной половинѣ, такъ какъ на западѣ (Валуйскій у.) встрѣчаются подъ лѣсами довольно значительные участки настоящихъ подзоловъ. О вліяніи микрорельефа на морфологію воронежскаго чернозема мы уже говорили выше (стр. 413).

Содержаніе гумуса въ черноземахъ Воронежской губ. колеблется въ слѣдующихъ предѣлахъ:

Слабо деградированный (выщелоченный) черноземъ . . .	8— 9%
Мощный черноземъ	9— 12
Обыкновенный (средній) черноземъ	7,5— 10
Переходный къ южному „	5,2—8,7

Меньшія изъ указанныхъ для каждой подзоны величинъ гумуса относятся къ образцамъ чернозема западной половины губерніи, а большія—къ образцамъ восточной половины.

Чтобы закончить съ характеристикой черноземной зоны Европейской Россіи, остановимся еще на описаніи районовъ, переходныхъ къ пустынно-степной зонѣ. Таковыми являются нѣкоторые уѣзды Самарской и Саратовской губ. Въ Самарской губ. особенно интересенъ въ этомъ отношеніи Николаевскій у., лежащій какъ разъ на границѣ южнаго чернозема и каштановыхъ почвъ. Геологія уѣзда чрезвычайно сложна и интересна. Въ качествѣ коренныхъ породъ, изрѣдка выходящихъ на поверхность, встрѣчаются породы пермской, юрской, мѣловой и третичной системъ. Высокіе водораздѣлы (сырты) покрыты мощными толщами лессовидной, такъ называемой „сыртовой глины", происхожденіе которой до сихъ поръ еще неясно. Она образовалась до аралокаспійской трансгрессіи, съ которой здѣсь совпала приблизительно эпоха образованія большихъ долинъ. Сѣверная часть уѣзда покрыта преимущественно черноземными почвами, среди которыхъ явственно обособляются двѣ разности: „въ первую войдутъ черноземы наиболѣе темные, черные или буровато-черные съ содержаніемъ гумуса 7—8%, залегающіе на водораздѣльныхъ плато, во вторую—черноземы склоновъ и пониженныхъ мѣстъ, отличающіеся сѣроватыми и темнобурыми оттѣнками съ содержаніемъ гумуса 5,6—7% (Прасоловъ и Неуструевъ, 42). Первая группа принадлежитъ обыкновеннымъ черноземамъ, а сѣроватыя почвы представляютъ разность южныхъ черноземовъ. Эта разность въ южной половинѣ уѣзда, сложенной преимущественно каштановыми суглинками, занимаетъ водораздѣльныя плато. Въ такомъ распредѣленіи разностей черноземныхъ почвъ и каштановыхъ суглинковъ отражается общій законъ смѣны почвъ по рельефу (Туминъ, 67), заключающійся въ томъ, что пониженныя мѣста, долины, южные склоны въ степныхъ и пустынностепныхъ районахъ бываютъ покрыты почвами болѣе южныхъ зонъ, чѣмъ водораздѣльныя пространства.

Каштановые суглинки Николаевскаго у. содержатъ отъ 3 до 5% гумуса. Обыкновенные черноземы уѣзда принадлежатъ частью къ почвамъ тяжелымъ глинистымъ и суглинистымъ, частью къ среднимъ; тѣ же разности встрѣчаются и среди южныхъ черноземовъ, которые кромѣ того бываютъ и щебневатыми. Каштановые суглинки по механическому составу дѣлятся на тяжелые и средніе; нѣкоторыя разности щебневаты.

Кромѣ чернозема и каштановыхъ почвъ на территоріи уѣзда встрѣчаются солонцовыя, количество которыхъ увеличивается въ южной части уѣзда, и иловато-болотныя.

Въ Аткарскомъ у. Саратовской губ., помимо послѣтретичныхъ образованій, роль материнскихъ породъ нерѣдко играютъ осадки мѣловой и третичной системъ въ видѣ мѣла, песчаниковъ, песковъ и пр. Болѣе широкимъ распространеніемъ отличаются послѣтретичныя образованія, изъ коихъ особенно слѣдуетъ отмѣтить неслоистыя лессовидныя глины, содержащія мелкіе, рѣже крупные валуны въ очень небольшихъ количествахъ. Какъ и въ Симбирской губерніи, мѣстами современныя почвы залегаютъ на древнихъ продуктахъ вывѣтриванія разнообразныхъ коренныхъ породъ. Изслѣдователи отмѣчаютъ, что во многихъ случаяхъ мор-

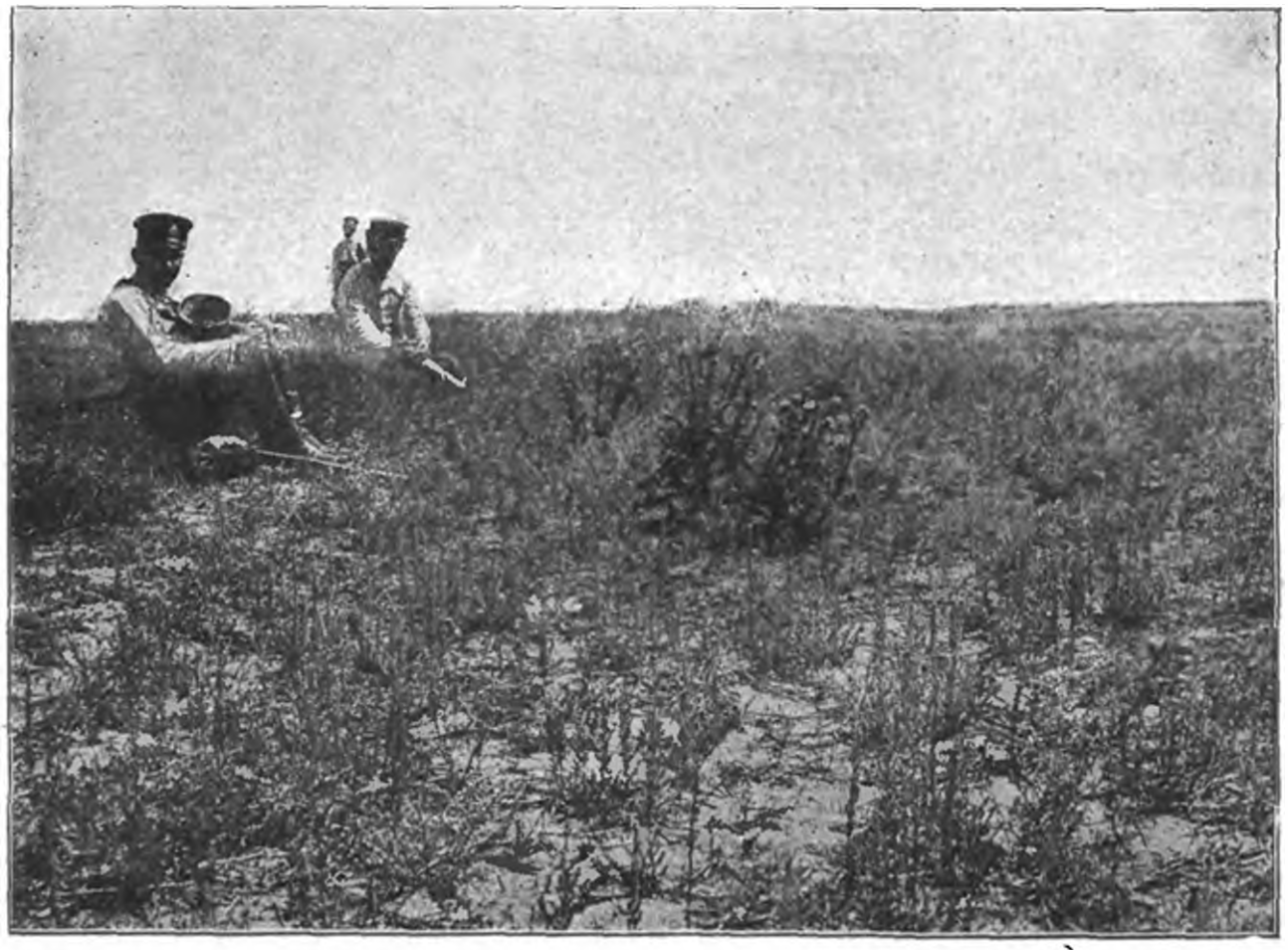


Рис. 49. Пятно столбчатаго солонца среди черноземовъ Саратовской губ. (Фот. Н. Димо).

фологія древнихъ продуктовъ вывѣтриванія для различныхъ породъ болѣе или менѣе одинакова. Параллельно съ этимъ они выдвигаютъ вопросъ, не зависитъ ли данное обстоятельство отъ общаго характера мѣстныхъ почвообразовательныхъ процессовъ. Мы уже задавались такимъ вопросомъ по отношенію къ древнимъ продуктамъ вывѣтриванія Симбирской губ. и полагаемъ, что здѣсь должно имѣть въ виду не только современныя, но и болѣе древнія условія вывѣтриванія. Наконецъ, къ числу материнскихъ породъ Аткарскаго у. слѣдуетъ причислить встрѣчающіеся мѣстами делювіальные наносы.

Черноземныя почвы уѣзда дѣлятся авторами изслѣдованія на обыкновенные и переходные (южные), встрѣчающіеся въ южной части уѣзда. Обыкновенные черноземы по механическому составу распадаются на глинистые (мелко- и крупнопесчаные), суглинистые, супесчаные и песчаные; встрѣчаются и черноземные глинистые пески. Почти всѣ разности черноземовъ, развиваясь на опокахъ и песчаникахъ, даютъ слабо щебенчатыя или хрящеватыя разности. Среди черноземовъ разбросаны пятна деградированныхъ черноземовъ, глинистыхъ, суглинистыхъ, супесчаныхъ и щебенчатыхъ лѣсныхъ земель, а также солонцовъ (рис. 49).

Среди каштановыхъ почвъ также встрѣчены разности по механическому составу. Судя по описанію и цифровымъ даннымъ для гумуса, можно думать, что границы почвенныхъ зонъ и полосъ отмѣчены не вполнѣ правильно: часть почвъ, вышедшихъ въ рубрику „южнаго" чернозема, *нужно отнести къ обыкновенному, а часть „каштановыхъ"* почвъ—въ рубрику „южнаго" чернозема. Авторы даютъ слѣдующія величины для гумуса:

Черноземы глинистые содержатъ	10 до 12%
„ суглинистые „	6—7
„ супесчаные „	4—6
Переходные (южные) глинистые	7—9,5
Глинистыя каштановыя	5—7,5

Эта послѣдняя группа едва-ли относится на самомъ дѣлѣ къ каштановымъ почвамъ.

Кромѣ перечисленныхъ почвъ, на территоріи Аткарскаго у. встрѣчаются рендзины и нерѣдко другія скелетныя почвы, не имѣющія опредѣленныхъ морфологическихъ признаковъ, по которымъ ихъ можно было бы отнести къ тому или иному типу почвообразованія.

Литература.

1. Адамовъ, Н. Факторы плодородія русскаго чернозема. Спб. 1904.
2. Andersson, Gunnar, Bericht VIII der zürcher. botan. Gesellsch., 1901—1903.
3. Армашевскій. Изв. Геолог. Комит., т. V, 1886.
   „ Зап. Кіев. Общ. Естеств., т. X, вып. 1, 1889.
4. Архангельскій. Оцѣночныя работы въ Пензенской губ. 1909—1910. Пенза, 1910.
5. Барановскій. Труды VIII съѣзда русск. естеств. и врачей. Спб. 1890.
7. Безсоновъ. Краткій физико-географ. очеркъ юго-вост. части Бузулукскаго у. Самара, 1904.
8. Богословскій. Изв. Геолог. Комит., т. XVI, 1897.
9. „ Отчетъ экспед. по изслѣд. источниковъ главныхъ рѣкъ Европ. Россіи за 1895 г. Спб. 1896.
10. Броуновъ. Современные вопросы русскаго сельск. хоз. Спб. 1904.
11. Вильбушевичъ. Тр. Имп. Вольн. Экон. Общ., 1895, № 6.

12. Высоцкій, Г. Почвовѣдѣніе", 1899, 1902, № 2.
13. „ Труды Опытн. Лѣснич., 1902, вып. 1.
14. „ О лѣсорастит. условіяхъ района Самарск. Удѣльн. Окр. Спб., 1908.
15. Глинка, К., Снбирцевъ, Н. и Отоцкій П. Хрѣновской участокъ. Тр. Экспед. Лѣсн. Д-та. 1894.
16. Глинка, К, Панковъ, А. и Маляревскій К. Почвы Воронежской губ. Предвар. отчетъ о почв. изслѣд., произвед. въ 1912 г. Спб. 1913 См. также Панковъ. Изв. Докуч. Почв. Комит., 1914.
17. Геммерлингъ. Оцѣн. работы въ Пензенской губ. 1909—1910. Пенза, 1910.
18. Гуровь. Геологическое описаніе Полтавской губ. Харьковъ, 1888.
19. Димо и Шульга. Проектъ основаній и іормъ для оцѣнки земель. Петровскій и Аткарскій уу. — Почвенно-геолог. очеркъ. Саратовъ, 1904.
20. Докучаевъ и ученики. Матер. къ оцѣнкѣ земель Нижегород. губ., тт. I—XIV, Спб.
21. Докучаевъ и ученики. Матер. къ оцѣнкѣ земель Полтавской губ., тт. I—XVI. Спб.
22. Докучаевъ. Тр. Спб. Общ. Естеств., т. XVI.
23. „ „Почвовѣдѣніе", 1900.
24. Завьяловъ. „Почвовѣдѣніе", 1902, № 4.
25. Земятченскій. Пады, имѣніе В. Л. Нарышкина. Спб. 1894.
26. Келлерь, Б. Изъ области черноземно-ковыльныхъ степей. — Тр. Общ. Естеств. при Казан. Унив., 1903.
27. Колоколовъ. Мат. къ оцѣнкѣ зем. Харьковской губ. Старобѣльскій у., 1908.
28. Коржинскій. Тр. Общ. Естеств. при Казан. Унив., т. XVI, вып. 6, 1887, т. XVIII, вып. 5, 1888 и т. XXII, вып. 6, 1891.
29. Коссовичъ. Журн. Оп. Агрон., 1903.
30. Костычевъ. Тр. VIII съѣзда русск. естеств. и врачей. Спб., 1890.
31. „ Сельское хоз. и лѣсоводство, 1881.
32. Кудрявцевъ. Тр. Спб. Общ. Естеств., т. XIV, вып. 2, 1884.
33. Куриловъ. Матер. къ оцѣнкѣ зем. Екатеринослав. губ. Маріупольскій у. 1904, и др. поуѣздные выпуски.
34. Lapparent. Traité de Geologie, T. III.
36. Лебедевъ. Изв. Геолог. Комит., т. XI, 1892.
36. Литвиновъ. Труды Спб. Общ. Естеств., т. XIV, 1894.
37. Марковскій. Изв. Москов. С.-хоз. Институт. 1905, кн. 4.
38. Морозовъ, Г. „Почвовѣдѣніе", т. IV, 1902, № 3.
39. Мушкетовъ. Труды Геол. Комит., т. I, № 4, 1885.
40. Nathorst. Bihang til. Kngl. Svensk. Vet.-Akad. Handlingar, 1892, 17, 5.
41. Неуструевъ. Тр. Почв.-ботан. экспед. по изслѣд. колониз. районовъ Азіат. Россіи, Почв. изслѣд. 1908 г., вып. 7, 1908.
42. Неуструевь и Прасоловъ. Матер. къ оцѣнкѣ земель Самарской губ. Николаевскій у. Самара, 1903; Самарск. у., 1911.
43. Никитинъ. Изв. Геолог. Ком., т. V, 1886; т. VII, 1888: т. IX, 1890.
44. Павловъ. Изв. Геолог. Ком., т. V, 1886; т. VII, 1888; т. IX, 1890.
45. Полыновъ. Почвы Черниговской губ. Вып. 1. Остерскій у., вып. 2. Нѣжинскій у. Черниговъ, 1909; вып. 3. Городнянскій у. По Черниговскій губ. См. также Предварит. отч., составленный Архангельскимъ, Аѳанасьевымъ, Бергомъ, Буренинымъ, Димо, Мирчинкомъ, Порубиновскимъ, Спрыгинымъ и Шульгой. Москва, 1913".

Жолцинскій. Предв. отч. о почв. изслѣд. въ Конотопскомъ у. Черниг. губ. Москва, 1914.
46. Поповъ. Труды Докуч. Почв. Ком., т. II. 1914.
47. Прасоловъ и Даценко. Матер. къ оцѣнкѣ земель Самарск. губ. Ставропольскій у., 1906; Бугурусланскій у., 1909.
48. Richthofen. China, 1877, I.
49. Рисположенскій. Тр. Общ. Естеств. при Казан. Унив., т. XXIV, вып. 6, 1892, т. XXXVI, вып. 2, 1901.
50. Schimper. Pflanzen-Geographie. 1894.
51. Сибирцевъ, Е. Мат. къ оцѣнкѣ зем. Епифан. у. Тульской губ., 1899.
25. Синцовъ. Изв. Геолог. Ком., т. VI, 1887.
53. „ Зап. Импер. Минер. Общ., т. XXV, 1889.
54. „ Тр. Геолог. Комит., т. II, № 2, 1885; т. VII, № 1, 1888.
55. Соколовъ, Н. Труды Геолог. Комит., т. XIV, № 2, 1896.
56. „ Зап. Имп. Миннер. Общ., т. XI, 1902.
57. „ „Почвовѣдѣніе", 1904, №№ 2 и 3.
58. Спрыгинъ. Проток. Общ. Естеств. при Казан. Унив., 1904.
59. Steenstrup. Overs. over d. K. Danske Vid. Selsk. Forhandl. Kjöbenhavn, 1897.
60. Stelzner. Beitr. zur Geologie u. Palaeontol. d. Argent. Republ., 1885, Bd. 8.
61. Степановъ. Журн. Опытн. Агрон., 1903, 1905.
62. Сукачевъ, В. Тр. Общ. Испыт. Прир. при Харьк. Унив., т. XXXVII, 1903.
63. „ Изв. Имп. Лѣсн. Инст., вып. XIV, 1906.
64. „ Тр. Опытн. Лѣснич., 1904, вып. 2.
65. Танфильевъ. Доисторич. степи Европ. Россіи, 1896.
66. „ Предѣлы лѣсовъ на югѣ Россіи. — Тр. Экспед. Лѣсн. Д-та, 1894.
67. Туминъ. Зоны грунтовъ и почвъ и смѣна ихъ по рельефамъ.
68. Тутковскій. Изв. Геолог. Комнт., 1900.
69. „ Землевѣдѣніе, 1899. (Литература).
70. Фрейбергъ. Мат. къ оцѣнкѣ земель Орловск. губ. 1902—1910. Орелъ—Тула.
71. Шульга. Оцѣночныя работы въ Пензенской губ. 1909—1910. Пенза, 1910.
72. Щегловъ, Тр. Почв. Комис. при Имп. Вольн. Экон. Общ., докладъ 22 окт. 1897.
73. Щировскій. Изв. Геолог. Комнт., т. XI, 1892.

Дополненіемъ къ этому списку можетъ служить литература, приведенная при описаніи черноземныхъ почвъ.

IV. Пустынно-степная зона.

Эта зона въ предѣлахъ Европейской Россіи занимаетъ части губерній Оренбургской, Самарской, Саратовской, Области Войска Донского, почти всю Астраханскую губернію, часть Предкавказья, и части Таврической, Херсонской и Бессарабской.

Въ предѣлахъ отмѣченнаго пространства помѣщаются, въ сущности, двѣ почвенныя зоны: каштановыхъ и бурыхъ почвъ, разграниченіе которыхъ въ Европейской Россіи далеко не закончено. Еще выше, по поводу саратовскихъ изслѣдованій, мы отмѣтили, что и переходъ черноземной зоны въ каштановую прослѣженъ недостаточно, такъ какъ только въ послѣднее время болѣе или менѣе выяснился вопросъ о морфологическомъ содержаніи термина „каштановая почва", а также отчасти и термина „южный черноземъ". Въ настоящее время, когда представители „южнаго чернозема" изучены не только на юго-востокѣ Европейской Россіи, но и въ предѣлахъ Степного края Азіатской Россіи, когда тѣ же почвы найдены пустахъ Венгріи, когда морфологія каштановыхъ почвъ достаточно выяснена работами почвенныхъ экспедицій Переселенческаго Управленія, болѣе чѣмъ очевидно, что и въ Европейской Россіи намъ придется еще разъ пересмотрѣть вопросъ о точной границѣ между южными черноземами и каштановыми почвами, а также между каштановыми и бурыми почвами.

Изъ работъ самарскихъ почвовѣдовъ болѣе или менѣе ясно, что граница южнаго чернозема съ каштановыми почвами проходитъ черезъ Николаевскій уѣздъ, откуда она идетъ въ Камышинскій и Аткарскій уѣзды Саратовской губ. Западнѣе эта граница проходитъ черезъ Область Войска Донского, которая до настоящаго времени совершенно не обслѣдована въ почвенномъ отношеніи, а затѣмъ каштановыя почвы появляются въ Крыму и въ Бессарабіи.

По отношенію къ каштановымъ почвамъ Европейской Россіи недостаточно проведено различіе между несолонцеватыми и солонцеватыми разностями этихъ почвъ, почему въ различныхъ почвенныхъ описаніяхъ фигурируютъ довольно разнообразныя характеристики разрѣзовъ каштановыхъ почвъ (Туминъ, см. стр. 431).

Указанныя обстоятельства въ такой мѣрѣ затрудняютъ описаніе каштановой зоны въ предѣлахъ Европейской Россіи, что мы должны пока совершенно отказаться отъ такого описанія и характеризовать эту зону позже, когда пойдетъ рѣчь о почвахъ Азіатской Россіи. Здѣсь же мы остановимся лишь на характеристикѣ бурой зоны, поскольку таковая изучена въ Самарской, Саратовской и Астраханской губерніяхъ [1]).

[1]) Необходимо, впрочемъ, оговориться, что часть того пространства, которая описывалась подъ именемъ „бурой зоны", можетъ быть придется отнести къ южной части подзоны свѣтло-каштановыхъ почвъ.

Прежде, однако, чѣмъ мы перейдемъ къ этой характеристикѣ, остановимся нѣсколько на разсмотрѣніи почвообразователей пустынно-степной полосы.

Климатическія условія послѣдней опредѣляются слѣдующими приблизительными данными:

ТЕМПЕРАТУРА.

Юго-востокъ.	Январь.	Февраль.	Мартъ.	Апрѣль.	Май.	Іюнь	Іюль.	Августъ.	Сентябрь.	Октябрь.	Ноябрь.	Декабрь.	Годъ.
Маргаритовка	— 6,89	— 4,64	1,31	9,24	16,58	21,44	24,24	21,97	16,62	9,91	3,74	—1,37	9,35
Царицынъ . .	—11,29	— 7,82	—3,28	6,23	15,46	20,65	23,65	22,24	15,80	7,59	0,46	—6,75	7,00
Мал. Узень . .	—12,60	—12,86	—6,16	4,00	16,26	20,54	23,42	20,26	12,68	4,90	—1,18	—5,66	5,30
Уральскъ . . .	—14,28	—12,20	—9,82	4,90	14,51	20,90	23,43	20,91	14,79	5,58	—0,61	—9,91	4,78
Среднее . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,61

ОСАДКИ.

Маргаритовка . .	21,0	17,7	27,6	32,5	41,4	60,8	60,2	47,2	43,3	25,4	35,5	36,1	370,8
Царицынъ . . .	29,8	13,3	15,4	28,3	46,7	14,3	43,2	42,0	17,9	34,3	31,2	16,7	333,1
Мал. Узень . . .	8,0	2,4	9,2	32,5	34,2	43,5	29,7	30,5	21,0	26,2	18,5	21,6	268,8
Уральскъ . . .	11,8	4,7	24,0	17,0	27,6	33,8	39,4	28,0	48,9	29,0	31,8	24,3	320,3
Среднее . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	323,1

Перекопск. у. Таврич. губ.	Наблюденія.	
Тарханъ Сулакъ	1887—1891	331,8
Акташъ	1885—1891	332,9
Кизляръ-Айборы	1884—1891	302,4
Сейтнеръ	1885—1891	260,2
Среднее		306,8

Изъ приведенныхъ данныхъ видно, что средняя годовая температура пустынныхъ степей на цѣлый градусъ выше таковой же средней для черноземной зоны. На самомъ дѣлѣ эту разницу слѣдовало бы повысить, такъ какъ для характеристики климата пустынно-степной зоны мы воспользовались метеорологическими станціями юго-востока Россіи, гдѣ годовая температура нѣсколько ниже, чѣмъ въ западныхъ районахъ. Количество осадковъ замѣтно понижено, и главная ихъ масса падаетъ въ періодъ наиболѣе высокой температуры.

Детальное изученіе растительности, тѣсно связанное съ пестрой картиной почвеннаго покрова пустынно-степной зоны, мы находимъ въ работахъ Келлера (10), къ которымъ и отсылаемъ читателя. Здѣсь отмѣтимъ только, что Неуструевъ и Безсоновъ (15) характеризуютъ область каштановыхъ почвъ въ Самарской губ. присутствіемъ ковыля, Koeleria cristata, Festuca sulcata, Triticum cristatum, зонтичными, Amygdalus nana, Spiraea. Димо (7) для Саратовской губ. даетъ слѣдующее описаніе: „Широкія водораздѣльныя пространства, отлогіе длинные склоны Царицынскаго и юга Камышинскаго уѣздовъ представляютъ въ моментъ полнаго расцвѣта и развитія растительности крайне

своеобразную картину (на цѣлинахъ): куртины и ленты, въ которыхъ преобладаютъ злаки (Stipa Lessingiana, Poa bulbosa, Vivipara, Festuca sulcata и др.), сложноцвѣтныя (Pyrethrum achillaefolium, Artemisia maritima) и др. растенія, смѣняются пятнами, поросшими сплошь зеленой характерной полынью (Artemisia maritima), и солянками (родъ Suaeda и др.). Кое-гдѣ можно встрѣтить небольшія пространства, густо покрытыя кустарниковыми породами (Spiraea, Amygdalus, Prunus и др.) или многолѣтними растеніями, какъ солодка (Glycyrhiza) и др. (Alhagi camelorum). Очень много пятенъ совершенно голыхъ, ясно вырисовывающихся на общемъ фонѣ растительности (рис. 50). Внизу на самой поверхности почвы всюду много водорослей (Nostoc) и лишайниковъ, количество которыхъ



Рис. 50. Растительность пустынной степи въ Сарептѣ. (Фот. Б. А. Келлера).

особенно значительно на голыхъ пятнахъ. Если окинуть общимъ взглядомъ степь, то особенно рѣзко выдѣляются мѣстами въ громадномъ количествѣ холмики, насыпанные роющими животными".

Значительная площадь юго-востока пустынно-степной зоны занята арало-каспійскими осадками, верхніе горизонты которыхъ представляютъ здѣсь материнскія породы. Площадь ихъ распространенія, несмотря на новыя находки этихъ отложеній, слѣдуетъ, однако, ограничить по сравненію съ той, которая намѣчалась для этихъ осадковъ раньше. Если бы признать, что аналогичныя отложенія въ бассейнѣ Волги и ея притоковъ (Казанская, Уфимская губ.) дѣйствительно относятся къ арало-каспійской толщѣ, то пришлось бы предположить, что Каспійскій бассейнъ

нѣкогда имѣлъ уровень на 165—175 м. выше современнаго. Однако, изслѣдованія Мушкетова въ предѣлахъ Киргизской и Калмыцкой степей показали, что тамъ каспійскіе осадки нигдѣ не поднимаются выше 80 м. абсолютной высоты. Другія опредѣленія высотъ на Кавказѣ и въ Закаспійской области даютъ максимальныя цифры въ 100 м. Это обстоятельство, а также и то, что морскія раковины, находившіяся въ осадкахъ Поволжья, опредѣлялись не точно, подало поводъ Андрусову усумниться въ принадлежности казанскихъ и нѣкоторыхъ самарскихъ образованій къ осадкамъ арало-каспійской трансгрессіи. Онъ считаетъ ихъ близко стоящими къ акчагыльскимъ пластамъ, относящимся къ пліоцену.

Что же касается слоевъ съ прѣсноводными раковинами и костями мамонта и носорога, найденныхъ въ составѣ древнихъ рѣчныхъ террасъ тѣхъ же районовъ, то они, по мнѣнію Андрусова, могутъ быть отлагались въ ту же эпоху, какъ и арало-каспійскіе осадки, но высота ихъ залеганія ни въ коемъ случаѣ не можетъ служить показателемъ высоты древняго арало-каспійскаго бассейна. Это образованіе рѣкъ и озеръ, которыя были въ сообщеніи съ водами Каспія, но уровень которыхъ лежалъ значительно выше.

Въ Калмыцкой степи, гдѣ имѣется сплошное развитіе арало-каспійскихъ осадковъ, послѣдніе покоятся на ложѣ изъ темныхъ пластичныхъ глинъ, сложенныхъ въ пологія складки. Поверхность этихъ глинъ во многихъ мѣстахъ носитъ ясные слѣды атмосфернаго вывѣтриванія, и въ ихъ верхнихъ горизонтахъ находятся слѣды органической материковой жизни въ видѣ отложеній торфа, лигнита и растительныхъ прослойковъ.

Толщу арало-каспійскихъ осадковъ, въ общемъ, можно подраздѣлить на два отдѣла: нижній — съ преобладаніемъ песчанистыхъ осадковъ и верхній — съ преобладаніемъ глинъ. Въ первомъ изъ нихъ фауна богата прѣсноводными моллюсками, во второмъ — фауна морская. Въ общемъ по направленію къ юго-востоку замѣчается значительное опусканіе книзу границы настоящихъ солоновато-водныхъ каспійскихъ отложеній, т.-е. утолщеніе морскихъ осадковъ и утоненіе прѣсноводныхъ (Православлевъ).

Кромѣ каспійскихъ осадковъ, материнскими породами юго-востока описываемой зоны являются лессовидные суглинки (лесса здѣсь нѣтъ), отчасти коренныя породы и древніе продукты ихъ вывѣтриванія.

Пустынно-степная часть Крымскаго полуострова покрыта буроватыми и красновато-бурыми глинами или суглинками, которые, въ своихъ верхнихъ горизонтахъ, нерѣдко принимаютъ характеръ лесса, причемъ лессовидныя верхнія части материнскихъ породъ часто совершенно незамѣтно переходятъ книзу въ красно-бурую глину. Эти глины относятъ къ послѣтретичной эпохѣ. По поводу ихъ поверхностныхъ горизонтовъ

еще разъ напрашивается вопросъ объ условіяхъ пустынно-степного выѣтриванія, способствующаго образованію лессовидныхъ породъ.

Почвенный покровъ полупустыни наиболѣе обстоятельно выясневъ на юго-востокѣ Россіи (рис. 51). Впервые на пестроту этого почвеннаго покрова обратилъ вниманіе Костычевъ (13), который объяснялъ различія въ гумусности и солонцеватости мѣстныхъ почвъ тонкими различіями въ проницаемости почвъ, съ которой связывается степень выщелоченности. Значительно позже пестроту почвъ отмѣтилъ Богданъ (2), чрезвычайно обстоятельно описавшій почвы и связь ихъ съ микрорельефомъ полупустыни для части Новоузенскаго у. Самарской губ. Затѣмъ Неустру-

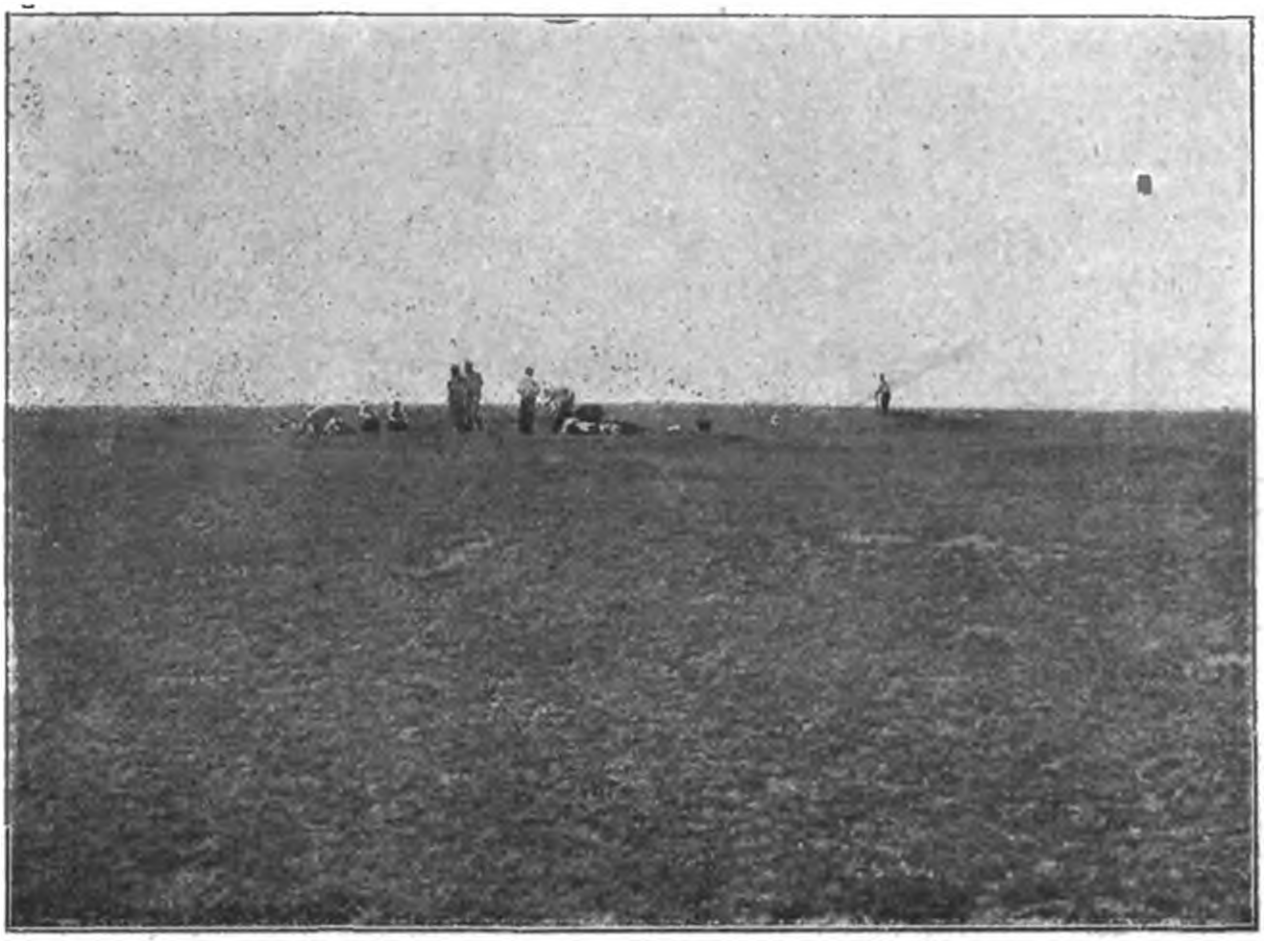


Рис. 51. Общій видъ пустынной степи въ окрестностяхъ Сарепты. (Фот. Н. Димо).

евъ (17) и онъ же съ Безсоновымъ (15) характеризовали пестроту почвенныхъ „комплексовъ“ полупустынь. Еще годомъ позже тѣ же комплексы устанавливаются Димо (7) для южной части Саратовской губ. и Гордѣевымъ (4) — для Астраханской губ., (рис. 52) а въ 1907 г. первый авторъ детально описываетъ участокъ пустынной степи въ окрестностяхъ Сарепты (Димо, 8).

Мы еще остановимся надъ характеристикой почвенныхъ комплексовъ въ южной части каштановой и въ бурой зонѣ при описаніи почвъ Азіатской Россіи, здѣсь же отмѣтимъ только, что далеко не вездѣ въ

области пустынныхъ степей почвенный покровъ характеризуется „комплексами“, т.-е. быстрой смѣной почвенныхъ типовъ и разностей въ связи съ микрорельефомъ.

По свидѣтельству Димо (7), „ровныя, высокія водораздѣльныя пространства чаще всего представляютъ комплексъ почвъ съ сильнымъ преобладаніемъ солонцовъ надъ нормальными (подразумѣваются солонцеватыя), занимая до $^2/_3$ всей площади. Мѣстности слабо волнистыя и пологіе склоны даютъ комплексъ съ преобладаніемъ нормальныхъ почвъ надъ солонцами ($^2/_3$ и $^1/_3$), или же послѣдніе занимаютъ половину площади“.

Терминъ „нормальныя“ употребляется здѣсь въ томъ смыслѣ, какой давалъ ему Докучаевъ (см. почвенныя классификаціи), слѣдовательно

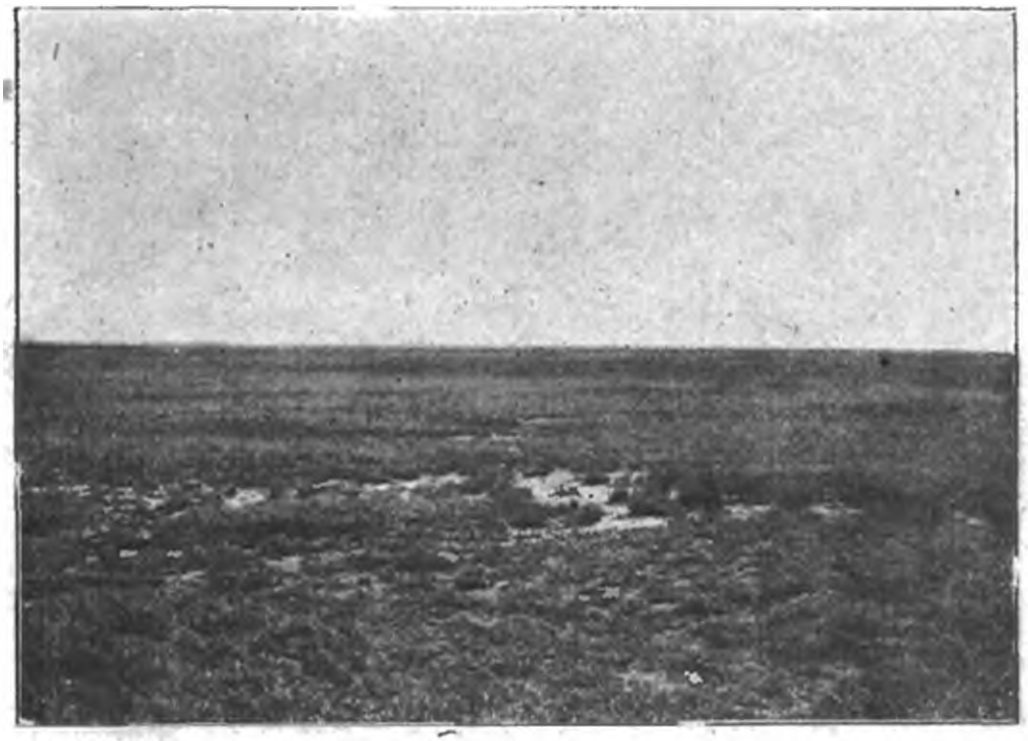


Рис. 52. Столбчатые солонцы Астраханской губ.
(Фот. Гордѣева).

авторъ полагаетъ, что солонцеватыя почвы являются обычными зональными почвами для бурой пустынной степи. Это положеніе, однако, на на основаніи ряда данныхъ какъ для Европейской, такъ и для Азіатской Россіи (см. бурыя почвы), нельзя считать доказаннымъ. Неуструевъ (18) обратилъ вниманіе на то обстоятельство, что „комплексы, столь характерно развитые въ долинахъ и на арало-каспійской равнинѣ (рѣчь идетъ о Самарской губ.), въ сыртовой, увалистой или волнистой мѣстности почти совершенно отсутствуютъ“. Неуструевъ, повидимому, совершенно правильно принимаетъ, что присутствіе комплексовъ „объясняется не исключительно климатическими условіями, а также орографическими, и слѣдовательно, гидрологическими и геологическими“. Онъ по-

лагаетъ, что комплексы могутъ существовать только при условіяхъ отсутствія дренажа, плохой водопроницаемости поверхностныхъ породъ или близкомъ уровнѣ грунтовыхъ водъ. Факты, отмѣчавшіеся нами выше (см. почвы недостаточнаго увлажненія) подтверждаютъ этотъ выводъ: на хорошо пропускающихъ воду лессовыхъ почвахъ сѣвернаго Семирѣчья почти не встрѣчаются бурыя почвы солонцеватаго строенія. Мѣстныя бурыя почвы имѣютъ то же строеніе, что и нормальныя каштановыя почвы. Отсюда слѣдуетъ, что солонцеватое строеніе не является постояннымъ признакомъ почвъ бурой зоны и что солонцеватыя бурыя почвы не могутъ считаться „нормальными“ въ томъ смыслѣ, въ которомъ употреблялъ этотъ терминъ Докучаевъ.

Въ Астраханской губ. поверхностный покровъ усложняется присутствіемъ значительныхъ площадей подвижныхъ песковъ, образующихъ барханы, и „хаковъ“. Гордѣевъ описываетъ хаки, находящіеся вблизи Ханской Ставки, какъ неглубокую котловину, шириной въ нѣсколько сотъ саженъ, съ ясно очерченными и довольно крутыми берегами, изрѣзанными заливами различной величины и формы. Разрѣзъ, сдѣланный на днѣ хакъ, обнаружилъ на глубинѣ 74 см. воду; съ глубины 37—38 см. попадались отдѣльно разбросанные кристаллы и цѣлыя жилы гипса, и 7 параллельныхъ горизонтовъ, отличающихся цвѣтомъ и различнымъ содержаніемъ песка. Въ верхнемъ изъ нихъ, непосредственно подъ тонкой соляной корочкой, сплошь покрывающей дно хака, найдены темныя неправильной формы пятна, окраска которыхъ зависитъ, повидимому, отъ органическихъ веществъ.

По даннымъ Томашевскаго (23), относящимся къ Хошеутовскому участку, находящемуся въ 50 в. къ В. отъ Волги и въ 130 в. къ ССЗ. отъ Астрахани, почвы супесчаныхъ пространствъ Астраханской губ. представлены, главнымъ образомъ, свѣтло-бурыми супесями, среди которыхъ попадаются солонцеватыя почвы и солонцы. Хотя авторъ и отмѣчаетъ для свѣтло-бурыхъ почвъ нѣкоторое уплотневіе гориз. B, однако механическій анализъ нерѣдко не обнаруживаетъ никакого вмыванія въ этотъ горизонтъ. Вотъ, напримѣръ, данныя анализа свѣтло-бурой супеси плакорнаго залеганія (№ 37).

	Глубина въ см.	1—0,25 мм.	0,25—0,05	0,05—0,01	< 0,01
A	0—20	17,50	67,75	5,25	9,50
B_1 . . .	20—85	18,50	75,00	0,50	6,00
B_2 . . .	85—160	19,75	75,25	0,50	4,50
C	160—200	17,25	78,00	1,50	3,25

Поверхностный горизонтъ оказывается болѣе мелкоземистымъ, чѣмъ глубокіе горизонты. Отсюда можно заключить, что среди мѣстныхъ супесей имѣются и не солонцеватыя разности, что подтверждается и хи-

мическими анализами водныхъ вытяжекъ. Эти анализы даютъ наибольшую величину щелочности для поверхностнаго горизонта, при чемъ въ горизонтѣ B_1 не замѣчается увеличенія растворимыхъ минеральныхъ веществъ, а количество растворимыхъ органическихъ веществъ даже понижается. Рѣзкое увеличеніе растворимыхъ веществъ наблюдается уже на глубинѣ 80—130 см., но оно стоитъ въ зависимости отъ большихъ количествъ хлористыхъ солей. Гумуса свѣтло-бурыя супеси содержатъ въ поверхностномъ горизонтѣ 0,8%.

Столбчатые солонцы описываемаго участка и по морфологіи, и по химизму вполнѣ типичны.

Если внимательно прослѣживать цвѣтовой оттѣнокъ почвъ изъ Царицынскаго у. на югъ въ Астраханскую губ., то не трудно будетъ убѣдиться, что хотя цвѣтъ царицынскихъ почвъ къ С. отъ Сарепты и очень рѣзко отличается отъ цвѣта прикаспійскихъ астраханскихъ почвъ, однако переходы цвѣтовыхъ оттѣнковъ совершаются съ такой постепенностью, что *точное проведеніе границы между каштановыми почвами и бурыми* является довольно затруднительнымъ. Трудность этой задачи увеличивается еще въ виду того, что самая южная часть каштановой зоны сплошь и рядомъ характеризуется столь же пестрыми почвенными комплексами, какъ и бурая зона, гдѣ почвы совершенно не солонцеватыя чередуются со слабо солонцеватыми, солонцеватыми, солонцами, солончаками и пр.

Литература.

1. Андрусовъ. Ежегодн. по геол. и минер. Россіи, т. IV, вып. 1 и 2, 1900.
2. Богдановъ. Отчетъ Валуйской с. хоз. опытн. станціи Новоузенскаго у. Самарской губ. Годъ I—II, Спб. 1900.
3. Гордягинъ. Тр. Общ. Естеств. при Казан. Унив., т. XXXIV, вып. 3.
4. Гордѣевъ. Тр. Сарат. Общ. Ест., 1903, 5.
5. Докучаевъ. Русскій черноземъ. Спб., 1883.
6. „ „Почвовѣдѣніе“, 1902, № 2.
7. Димо. „Почвовѣдѣніе“, 1903, № 2.
8. „ и Келлеръ. Въ области полупустыни. Саратовъ, 1907.
9. Искюль. Тр. Спб. Общ. Естеств., т. XXXVIII, вып. 1, № 2, 1906.
10. Келлеръ. Очерки и замѣтки по флорѣ юга Царицынскаго у. Саратовъ, 1907.
11. Клепининъ, Черный и Прохоровъ. Перекопскій у. Сборникъ по основн. статистикѣ. Оцѣночн. часть, 1906.
12. Клепининъ, Симферопольскій у. Ibid. 1907.
13. Костычевъ. Почвы черноземной области Россіи. 1886.
14. Мушкетовъ. Тр. Геолог. Комит., т. XIV, № 1, 1893 и № 5, 1896.

15. Неуструевъ и Безсоновъ. „Почвовѣдѣніе", 1902, № 3.
16. „ „ Новоузенскій у. — Мат. къ оцѣнкѣ зем. Самарской губ., 1909.
17. Неуструевъ. Изв. Геолог. Комит., 1902, № 3.
18. „ „Почвовѣдѣніе", 1910, № 2.
19. Никитинъ. Изв. Геолог. Ком., т. VII, 1888; т. X, 1891.
20. Остряковъ. Тр. Общ. Естеств. при Казан. Унив., т. XXXV, вып. 5, 1901.
21. Сокальскій. Зап. Имп. Общ. С. хоз. южной Россіи, 1903, № 7—8.
22. Соколовъ. Тр. Геолог. Комит., т. IX, № 1.
23. Томашевскій. Сборникъ статей по песчано-овражиымъ работамъ. Вып. III, Спб. 1914. Изд. Лѣси. Д-та.
24. Черный. Къ вопросу о почвахъ Крыма. — Зап. Имп. Общ. Сельск. хоз. южной Россіи, 1902, №№ 5—6; 7—8; 1903, № 2—3.

II. Азіатская Россія.

Благодаря цѣлому ряду почвенныхъ экспедицій, которыя съ 1908 г. командируются Переселенческимъ Управленіемъ для изученія почвъ Азіатской Россіи, послѣдняя во многихъ частяхъ своихъ перестала быть той terra incognita, каковой она была до начала работъ этихъ экспедицій. Если изучая работы Гордягина (5), Танфильева (15), Выдрина и Ростовскаго (3), Высоцкаго (4), Краснопольскаго и нѣкоторыхъ другихъ изслѣдователей, мы знали кое-что о географіи и морфологіи почвъ Западной Сибири и части Степного края, то Восточная Сибирь, особенно ея дальневосточныя окраины, а также значительныя пространства Туркестана представляли собой почти совершенно неизученныя въ почвенномъ отношеніи области.

Имѣя возможность въ настоящее время выдѣлить на территоріи Азіатской Россіи почвенныя зоны, провести примѣрныя границы этихъ зонъ и охарактеризовать почвенный покровъ довольно большихъ районовъ почти для всѣхъ зонъ, мы воспользуемся этой возможностью, чтобы дать хотя бы самое общее представленіе о почвенномъ покровѣ этой огромной территоріи.

Описанію отдѣльныхъ почвенныхъ зонъ, мы предпошлемъ общую характеристику материнскихъ породъ Азіатской Россіи, которую затѣмъ пополнимъ, по возможности, при изученіи отдѣльныхъ районовъ. Если Европейская Россія еще далеко не можетъ считаться достаточно изученной въ отношеніи материнскихъ породъ, то для Азіатской это справедливо въ гораздо большей степени. Здѣсь мы можемъ дать пока лишь самыя общія схемы, и то далеко не для всѣхъ областей.

Въ предѣлахъ Западной Сибири ледникъ, сползавшій по восточному склону сѣвернаго Урала, сталкивался съ ледникомъ сибирской равнины, двигавшимся съ сѣвера на югъ. По мнѣнію Федорова (17), Средне-Сосвинскія горы представляютъ полосу, гдѣ происходило сліяніе этихъ ледниковъ. Горы, такимъ образомъ, являются срединной мореной, подобной тѣмъ, которыя получаются въ современныхъ ледникахъ альпійскаго типа.

Граница западно-сибирскаго оледевѣнія пересѣкаетъ подъ 61° с. ш. Иртышъ и Обь и слѣдуетъ затѣмъ правымъ берегомъ послѣдней къ Сургуту (Высоцкій, 4). По даннымъ Драницына (6), остатки размытыхъ моренъ и флювіо-глаціальныя образованія наблюдаются и значительно южнѣе, а именно въ Нарымскомъ краѣ, лежащемъ между 59°45′ и 56°15′ с. ш. Правда, крупные валуны, размѣрами до 1 м. въ діаметрѣ, можно наблюдать только въ сѣверной части края, къ югу-же крупные валуны быстро изчезаютъ, и на р. Чаѣ можно только изрѣдка встрѣтить самую мелкую гальку.

Ледниковые наносы заканчиваются мѣстами конечными моренами, въ видѣ возвышенной холмистой полосы. Поддонная морена западносибирскихъ ледниковыхъ образованій выражена сѣрой глиной съ валунами различныхъ размѣровъ; въ ней иногда наблюдается включеніе гнѣздъ песка. Нерѣдко въ одномъ и томъ же разрѣзѣ можно видѣть нѣсколько (до трехъ) толщъ валунной глины, раздѣленныхъ довольно мощными слоями неправильно слоистыхъ песковъ.

Къ сѣверу отъ моренной области имѣются въ бассейнѣ Оби слѣды трансгрессіи Ледовитаго океана, южная граница которой, въ предѣлахъ Обской губы, достигаетъ 66¾° с. ш. На Енисеѣ граница той же трансгрессіи, по даннымъ Шмидта (20), проходитъ подъ 67¾° с. ш., какъ и граница валунныхъ отниженій, перемытыхъ здѣсь бореальной трансгрессіей.

Болѣе южная часть Западной Сибири слагается въ основѣ третичными осадками частью палеогеноваго, частью неогеноваго возраста, изъ подъ которыхъ лишь мѣстами выступаютъ породы болѣе древняго происхожденія. Палеогеновые осадки находятся ближе къ Уралу (Верхотурье, Камышловъ, Челябинскъ, Троицкъ), неогеновые же охватываютъ, главнымъ образомъ, пустынно-степную и частью степную полосу Сибири, примѣрно начиная отъ широты Ишима и кончая Семипалатинскомъ.

Въ послѣтретичный періодъ современная черноземная область Зап. Сибири была сушей, а къ сѣверу отъ линіи: Каинскъ, с. Пустынное, Ишимъ, Ялуторовскъ до 63° с. ш. еще въ доледниковую эпоху возникли мощныя толщи озерно-рѣчныхъ осадковъ; эти толщи состоятъ изъ неправильно слоистыхъ песковъ сѣраго, буроватаго и зеленоватаго оттѣнковъ съ прослоями суглинковъ. Въ пескахъ найдены растительные остатки, прѣсноводные моллюски и кости мамонта, первобытнаго быка, лошади и пр.

Въ послѣледниковую эпоху какъ валунныя, такъ и озерныя образованія покрываются толщей породъ, осѣвшихъ изъ стоячихъ водъ. Эта послѣдняя толща состоитъ изъ неслоистаго мелкопесчанистаго суглинка зелено сѣраго, буроватаго, иногда коричневаго цвѣта съ остатками растеній, прѣсноводныхъ моллюсковъ и костей млекопитающихъ, и подстилающихъ мѣстами суглинокъ неправильно слоистыхъ песковъ.

Въ южной трети западно-сибирской равнины въ теченіе ледниковой и послѣледниковой эпохъ образуются лессовидные суглинки желтовато-бураго цвѣта, подстилаемые суглинками болѣе или менѣе слоеватыми и слоистыми глинистыми песками. Въ лессовидныхъ суглинкахъ находятся остатки наземныхъ моллюсковъ, а въ пескахъ—остатки прѣсноводныхъ моллюсковъ (Толль, 16).

Въ Восточной Сибири, какъ уже и указывалось выше, также существовали ледники. Осадки ледниковаго періода изучались здѣсь Кро-

поткинымъ, Лопатинымъ, Обручевымъ (13), Чекановскимъ (18), Черскимъ (19), Шмидтомъ, Яворовскимъ (21), барономъ Толлемъ (l. c.) и др. Черскій указываетъ, между прочимъ, что слѣды оледенѣнія можно наблюдать мѣстами въ долинѣ Иркута, въ системахъ рѣкъ Оки, Бѣлой и Китоя, на З. и СЗ. отъ Байкала, а также къ СВ. отъ него, въ области Олекминско-Витимскаго плоскогорья. Тотъ же изслѣдователь дѣлитъ послѣтретичные осадки Восточной Сибири слѣдующимъ образомъ: низшимъ стратиграфическимъ горизонтомъ является наносъ горныхъ потоковъ, состоящій изъ хорошо обточенныхъ галекъ и валуновъ. Наносъ этотъ иногда вполнѣ несогласно покрывается слоистымъ пескомъ съ прослоями крупной или мелкой гальки. Этотъ песокъ достигаетъ значительной высоты надъ уровнемъ современныхъ рѣкъ и принимаетъ характеръ озерныхъ отложеній. Слоистый песокъ кверху иногда постепенно переходитъ въ болѣе или менѣе песчанистую глину или суглинокъ, мѣстами столь же постепенно переходящіе въ лессъ; послѣдній развитъ нерѣдко и самостоятельно. Переходными формами являются лессовидные суглинки съ пористостью, но слоистые. Наиболѣе типиченъ лессъ окрестностей Красноярска, Иркутска, частью Омска. Впрочемъ, по отношенію къ восточно-сибирскому лессу взгляды далеко еще не установились. Такъ, по даннымъ Яворовскаго (21), относящаяся къ сѣверо-восточной части Минусинскаго округа область распространенія лесса совпадаетъ съ областями степной и подтаежной; восточная его граница лежитъ нѣсколько далѣе границы заселенной полосы. Происхожденіе лесса эоловое, а область развѣванія лежитъ къ западу отъ Енисея. Богдановичъ (2), совершенно отрицаетъ нахожденіе лесса въ окрестностяхъ Красноярска, приводя рядъ доказательствъ въ пользу того, что порода эта можетъ быть названа лессовиднымъ суглинкомъ и что происхожденіе ея не эоловое, а водное. Въ послѣднее время Обручевъ вновь выступилъ въ защиту эоловаго происхожденія сибирскаго лесса.

Изслѣдованія того же автора (13) въ Олекминско-Витимской горной странѣ устанавливаютъ тамъ двойное оледенѣніе. Послѣдовательность породъ снизу вверхъ такова: 1) галечники и пески; 2) поддонная морена; 3) межледниковыя рѣчныя отложенія; 4) верхняя поддонная морена и 5) современныя рѣчныя отложенія.

Двѣ области Восточной Сибири, а именно Амурская и Приморская, совершенно лишены ледниковыхъ наносовъ, но покрыты мѣстами наносами воднаго происхожденія, а мѣстами роль материнскихъ породъ, иногда и на большихъ протяженіяхъ, играютъ разнообразныя осадочныя породы (песчаники, кварциты, сланцы), а также и породы массивно-кристаллическія (граниты, гнейсы, діориты, порфириты и пр.). Да и въ другихъ областяхъ и губерніяхъ Восточной Сибири, иногда на громад-

ныхъ пространствахъ, отсутствуютъ какіе-либо наносы, и почвы образуются на древнихъ осадочныхъ породахъ (кембро-силурійскихъ, девонскихъ и пр.). Такія пространства извѣстны въ Енисейской и Иркутской губерніяхъ [1]). Въ Забайкальской области массивно-кристаллическія и изверженныя породы очень часто принимаютъ участіе въ процессахъ почвообразованія.

„Туркестанская низменность обнимаетъ собой всю низменную часть Туркестанскаго генералъ-губернаторства, располагаясь къ сѣверу отъ Тянь-Шаня; кромѣ того, въ составъ Туркестанской низменности входятъ части Иргизскаго и Тургайскаго уѣздовъ, Тургайской области, занятыя Каракумами" (Бергъ, 1).

Небольшая часть этой низменности, ближайшая къ Аральскому морю и расположенная къ В. и ЮВ. отъ послѣдняго, покрыта аралокаспійскими осадками, большая же часть одѣта насушными четвертичными образованіями, среди которыхъ довольно широко развиты пески (Закаспійскіе Каракумы, Кызылъ-Кумы, Моюнъ-Кумы, Аральскіе Кара-Кумы), аллювіальные наносы Сыръ-Дарьи и Аму-Дарьи и, наконецъ, лессовидные суглинки и лессъ. Лессовыя и лессовидныя породы иногда бываютъ слоистыми, нерѣдко чередуются съ конгломератами и галечниками. По вопросу о происхожденіи лесса и здѣсь борятся двѣ теоріи: эоловая и водная. При этомъ одни изъ защитниковъ эоловой теоріи предполагали, что лессъ продолжаетъ формироваться и въ настоящее время (Мушкетовъ), другіе думаютъ, что процессъ образованія лесса здѣсь давно закончился. Защитники водной теоріи (Павловъ) приписываютъ мѣстному лессу делювіальное и пролювіальное происхожденіе (см. также Неуструевъ, 12, Преображенскій, 14).

Горныя части Туркестана, принадлежащія къ системѣ Тянь-Шавя даютъ выходы разнообразныхъ коренныхъ породъ, являющихся нерѣдко материнскими для развивающихся здѣсь почвъ.

Литература.

1. Бергъ, Л. Опытъ раздѣленія Сибири и Туркестана на ландшафтныя и морфолог. областн. — Сборникъ въ честь 70-лѣтія Д. Н. Анучина. Москва, 1913.
2. Богдановичъ. Горн. Журналъ, 1894, тт. III и IV.
3. Выдринъ и Ростовскій. Матер. по изслѣд. почвъ Алтайскаго округа. Барнаулъ, 1899.
4. Высоцкій. Изв. Геолог. Ком., т. XIII, 1894; Геолог. изслѣд. и развѣдки по линіи Сиб. жел. дор. 1896—97.

[1]) О корениой геологіи Сибири см. Толмачевъ, И, Азіатская Россія, т. II. Изд. Пересел. Управ.

5. Гордягинъ. Тр. Общ. Естеств. при Казаиск Унив., т. XXXIV, вып. 3, 1900.
6. Драницынъ. Изв. Докуч. Почв. Комит. 1914,
7. Краснопольскій. Геолог. изслѣд. и развѣдки по линіи Сиб. жел. дор. XXI, 1900.
8. Кропоткинъ. Зап. Имп. Русск. Геогр. Общ. по общ. геогр., V, 1875.
9. Лопатинъ. Ibidem, XXVIII, № 2, 1897; Зап. Имп. Акад. Наукъ, XXIX, № 1.
10. Мушкетовъ. Туркестанъ, т. I, Спб., 1886.
11. Неуструевъ. „Почвовѣдѣніе", 1911.
12. — Тр. почв.-бот. экспед. и т. д. Почв. изслѣд. 1908 г., вып. 7, Спб., 1910.
13. Обручевъ. Изв. Вост.-Сиб. Отд. И. Р. Г. О., т. XXII, № 2 и 3, 1891.
14. Преображенскій. „Почвовѣдѣніе", 1914, № 1—2.
15. Таифильевъ. Бараба и Кулунд. степь въ предѣл. Алтайскаго Окр. Тр. геолог. части Кабин. Е. И. В., т. V, в. I. Спб., 1902 (литература).
16. Toll, E. Mém. Acad. Imp. des sciences de St.-Pétersbourg. 1895, T. XLII № 13; Peterm. Mitteil., 1894, VI u. VII; Зап. Акад. Наукъ, физ.-мат, отд. (8), № 1, 1899.
17. Федоровъ, Е. Изв. Геол. Комит., т. VI, 1887; т. VIII, 1889.
18. Чекановскій. Зап. Запад.-Сиб. Отд., И. Р. Г. О., т. XXI.
19. Черскій. Изв. Вост.-Сиб. Отд. И. Р. Г. О., т. XII, № 4, 1882; Тр. Спб. Общ. Ест., т. XVII, вып. 2, 1886, т. XVIII, 1887.
20 Schmidt, F. Bull. de l'Acad. des Sc. de St.-Pétersbourg, T. VI.
21. Яворовскій. Изв. Геолог. Ком., т. XIV, 1895; Горн. Журн. 1894, т. IV.
22. Ячевскій, Л. Геолог. изслѣд. и развѣдки по линіи Сибир. жел. дор. вып. III, 1896.

I. Тундровая зона.

Несмотря на рядъ экспедицій, посѣщавшихъ различныя части тундровой зоны Азіатской Россіи, мы сравнительно немного знаемъ о той обстановкѣ, въ какой совершаются здѣсь процессы почвообразованія. Наибольшее количество данныхъ доставитъ въ этомъ отношеніи экспедиція Драницына и Кузнецова, матеріалы которой пока еще не разработаны.

Изъ работы Житкова, (3), касающейся полуострова Ямала, мы узнаемъ, что мерзлота въ тундрѣ лежитъ на различной глубинѣ въ зависимости отъ почвы. „У Ярро—то 20 іюля, на границѣ тундры и лайды, гдѣ подпочва подъ тонкимъ моховымъ слоемъ была глинисто-песчаная, мерзлота лежала на глубинѣ 12 вершковъ". Въ песчаной тундрѣ Житковъ не дошелъ до мерзлоты на глубинѣ $1^1/_2$ арш., „хотя слои песку были уже очень холодны" (фактически мерзлота и здѣсь была, но не въ видѣ льда, различаемаго глазомъ).

Лѣсная растительность довольно далеко заходитъ въ глубину Ямала. Въ типичной тундрѣ полярная береза чаще наблюдается тамъ, гдѣ сильнѣе травянистая растительность и много ягодныхъ кустарниковъ. Травянистая растительность богаче всего на рѣчныхъ лайдахъ, а затѣмъ на пониженныхъ мѣстахъ тундры. „Болѣе высокіе водораздѣлы бѣдны растительнымъ покровомъ, часто почти лишены его".

Въ тундрахъ на Ямалѣ почва рѣдко покрыта толстымъ слоемъ торфа, но мѣстами таковой наблюдается по берегамъ овраговъ. Въ нижнихъ горизонтахъ торфа находились истлѣвшіе стволы деревьевъ, толщиной отъ 4 до 7 вершковъ.

Изъ работы Олсуфьева (5) заимствуемъ нѣкоторыя данныя, характеризующія бассейнъ р. Анадыри. Онъ представляетъ обширное кочковатое моховое болото. „Отъ средняго теченія рѣки къ западу тундра большею частью покрыта низкорослымъ кустарникомъ (ольха, ползучій кедръ, тальникъ), къ востоку же тундра постепенно лишается и этой жалкой растительности. Въ особенности печальна картина вокругъ поста Ново-Маріинска, гдѣ на громадномъ протяженіи ничего не видно, кромѣ покрытыхъ мхомъ сѣровато-желтыхъ горъ; почва во всей восточной части преимущественно песокъ, мѣстами съ большой примѣсью глины, и рѣчная галька.

По даннымъ Толмачева (8), „Чукотская землица", т. е. часть СВ. Сибири, лежащей къ востоку отъ Колымы, большей частью каменистая тундра, иногда торфянистая, кочковатая, болотная.

Безайсъ (1) характеризуетъ тундру западной части Камчатки, какъ возвышенное плато. „Поверхность тундры слегка кочковатая съ обыкновенными мелкими кочками и довольно широкими, достигающими

около 3 метровъ въ поперечникѣ, плоскими буграми". Между буграми и кочками мокрыя мѣста, иногда мутная черная вода. Кочки и бугры сухи и покрыты Cladonia rangiferina, Cetraria islandica и пр., въ межкочковыхъ пространствахъ Sphagnum и осоки.

Большее представленіе о типическихъ рельефныхъ формахъ тундры и о ея почвенномъ покровѣ мы почерпаемъ изъ работъ Сукачева (6) и Драницына (2). Характеристика почвенныхъ разрѣзовъ плакорныхъ мѣстъ зауральской тундры, данная Сукачевымъ, была приведена нами уже раньше, поэтому теперь мы остановимся лишь на нѣкоторыхъ рельефныхъ чертахъ упомянутой тундры и на толкованіи генезиса этихъ рельефныхъ особенностей.

„Часто можно видѣть, говоритъ Сукачевъ, что вся поверхность тундры покрыта голыми обнаженными пятнами, лишенными всякой растительности, гдѣ на дневную поверхность выходитъ прямо желто-бурый суглинокъ, то съ большей, то съ меньшей примѣсью щебенки". Такая пятнистая тундра очень типична для пространства между Карой и низовьями Оби.

Изучая строеніе такихъ пятенъ, Сукачевъ пришелъ къ выводу, что они представляютъ собой массу, вылившуюся на поверхность изъ глубины, подъ вліяніемъ того давленія, которое возникаетъ въ суглинистой породѣ, пропитанной водой, когда она сдавливается нарастающими сверху и снизу мерзлыми горизонтами почвы. Такимъ образомъ, по представленію Сукачева, здѣсь совершается процессъ, напоминающій изліяніе грязныхъ вулканчиковъ. Драницынъ (2) наблюдалъ такія же пятна въ Большой низовой тундрѣ Енисейской губерніи. Гумусовый горизонтъ въ такомъ пятнѣ совершенно отсутствуетъ, неглубоко отъ поверхности идетъ сѣровато-зеленоватая суглинистая или суглинисто-иловатая масса съ ржавыми примазками. Эта масса имѣетъ нѣжную листоватую структуру и пористость, напоминая своей морфологіей гор. A_2 подзолистой почвы или солонца. Пятно вскипаетъ съ поверхности отъ соляной кислоты. Правда, въ составъ материнскихъ породъ описываемой тундры входятъ кусочки и пыль доломита, почему вскипаетъ здѣсь вся материнская порода, но въ почвахъ, имѣющихъ растительные покровы и гумусовые горизонты, вскипаніе наблюдается не съ поверхности, а на нѣкоторой глубинѣ, въ толщѣ мерзлой породы.

Въ своемъ районѣ Драницынъ не нашелъ доказательствъ тому, что пятна тундры образуются катастрофическимъ путемъ, съ помощью изливанія на поверхность грязной массы. Онъ приходитъ къ заключенію, что формированіе пятенъ есть длительный процессъ, связанный съ неравномѣрнымъ замерзаніемъ и оттаиваніемъ различныхъ участковъ тундры, образованіемъ трещинъ и ихъ ростомъ. Неравномѣрность же

всѣхъ этихъ процессовъ связывается съ неравномѣрнымъ распредѣленіемъ растительнаго покрова на поверхности тундры.

Почвы плакорныхъ положеній енисейской тундры Драницынъ характеризуетъ слѣдующимъ образомъ: „подъ нетолстымъ (3—7 см.) ра-



Рис. 53. Торфяные бугры тундры. (Фот. Сукачева).



Рис. 54. Растрескавшійся торфяной бугоръ. (Фот. Сукачева).

стительнымъ мелкокочковатымъ покровомъ изъ мховъ (виды Hypnum, Aulocomnium, Hylocomium, Ptylium, Rhytidium, рѣдко отдѣльныхъ экземпляровъ Polytrichum'a и еще рѣже Sphagnum'a), мелкихъ осокъ и вовсе карликовыхъ вѣточекъ Betula nana — идетъ трудно отдѣлимый отъ подстилки горизонтъ A (1—2 см.), а ниже гор. B — возстановленный, сине-

ватый съ обильными примазками ржавчины и мощностью въ 20—25 см., смѣняемый мерзлымъ одноцвѣтнымъ темно-сѣрымъ наносомъ".

Этотъ разрѣзъ рисуетъ намъ морфологію болотнаго типа почвообразованія.

Кромѣ пятнистой тундры Драницынъ описываетъ бугристую (рис. 53, 54) и вѣнковую. Послѣдняя въ типичвыхъ формахъ наблюдается на сильно щебенчатыхъ наносахъ. „Поверхность сплошь состоитъ изъ плоскихъ, болѣе или менѣе округлыхъ повышеній, сходящихся вплотную и оставляющихъ мѣсто только для сѣти узкихъ рамокъ — вѣнковъ растительности". Послѣдняя въ этомъ случаѣ представлена толокнянкой (Arctostaphylos alpinum), Dryas octopetala, Salix hastata, сухими лишайниками (напр. Alectoria ochroleuca) и небольшимъ количествомъ Hypnum.

Литература.

1. Безайсъ. Матер. по изуч. русскихъ почвъ. Вып. 20, 1911.
2. Драницынъ. „Почвовѣдѣніе", 1915.
3. Житковъ. Зап. Имп. Русск. Геогр. Общ. по общей географіи, т. XLIX, 1913.
4. Миддендорфъ. Путешествіе на сѣверъ и востокъ Сибири.
5. Олсуфьевъ. Зап. Приамур. Отд. И. Р. Г. О., т. II, вып. 1, 1896.
6. Сукачевъ. Изв. Имп. Акад. Наукъ, 1911.
7. Толмачевъ. Тр. Троицкосавско-Кяхтии. Отд. Приамур. Отд. И. Р. Г. О. т. IX, вып. I, 1906, Спб. 1908.
8. — По Чукотскому побережью Ледовитаго Океана. Спб. 1911.

2. Подзолистая зона.

Эта зона захватываетъ въ Азіатской Россіи огромную область: въ ея составъ входятъ большія площади Тобольской, Томской, Енисейской и Иркутской губ., а также Забайкальской и Якутской областей. Двѣ послѣднія области отличаются нѣкоторыми особенностями, о чемъ будетъ рѣчь ниже. Къ подзолистой же зонѣ цѣликомъ принадлежатъ Амурская и Приморская области, носящія также нѣсколько своеобразныя черты почвеннаго покрова.

Для характеристики подзолистой зоны Сибири остановимся на описаніи отдѣльныхъ районовъ этой зоны. Для Тобольской губ. данныя о почвахъ подзолистой зоны мы находимъ въ работахъ Скалозубова, (38), Гордягина, статьѣ Назарова (27) и отчетѣ Балкашина (3), но раньше чѣмъ говорить о результатахъ этихъ изслѣдованій, скажемъ нѣсколько словъ о почвообразователяхъ даннаго района.

Климатическія черты подзолистаго Зауралья Гордягинъ (l. c.) характеризуетъ слѣдующими данными:

	Температура.		Осадки.		Дней съ осадками.		
	Годъ.	Вегетац. періодъ.	Годъ.	Вегетац. періодъ.	Годъ.	Вегетац. періодъ. Всего.	Со снѣгомъ.
Богословскъ . . .	—1,3	11,8	418	287	124	62	6
Нижн. Тагилъ . .	0,6	13,2	454	318	140	58	5
Тобольскъ . . .	—0,2	13,5	443	292	109	50	4
Екатеринбургъ . .	0,6	12.9	368	285	111	60	5
Среднія . .	—0,1	12,9	421	295	121	56	5

Какъ видно изъ приведенныхъ данныхъ, средняя годовая температура здѣсь ниже, чѣмъ въ подзолистой зонѣ Европейской Россіи, а количество атмосферныхъ осадковъ меньше. Разница въ средней годовой температурѣ велика, главнымъ образомъ, потому, что зимніе мѣсяцы отличаются большей суровостью, чѣмъ въ Европейской Россіи.

Что касается материнскихъ породъ, то съ полосой тайги совпадаетъ область, покрытая плейстоценовыми прѣсноводными отложеніями, а приблизительно отъ устья Иртыша начинаются уже слѣды ледниковыхъ наносовъ. Такимъ образомъ наносы воднаго и частью ледниковаго происхожденія являются здѣсь материнскими породами.

Лѣсная растительность состоитъ изъ еловыхъ лѣсовъ, частью же сосновыхъ и березовыхъ. Огромную площадь занимаютъ болота. Такъ, напримѣръ, по даннымъ Городкова (13), „вся мѣстность прилегающая къ бассейну р. Конды“ (притокъ Иртыша), „на нѣсколько сотъ верстъ въ окружности представляетъ изъ себя торфяники съ разбросанными многочисленными островами твердой песчаной почвы“.

Мѣстность суше у береговъ рѣкъ и въ мѣстахъ сліянія нѣсколькихъ рѣкъ. „Острова среди торфяниковъ и высокіе песчаные берега заростаютъ прекрасными борами". Въ послѣднихъ преобладаетъ сосна, къ которой примѣшивается ель, пихта, кедръ, лиственница, береза и осина. Луга по большей части покрыты осоками, которыя на лучше дренированныхъ мѣстахъ вытѣсняются Calamagrostis Langsdorfii. Названныя растенія образуютъ какъ бы фонъ, на которомъ развивается и рядъ другихъ растеній.

Почвенный покровъ слагается разностями подзолистаго и болотнаго типовъ. Городковымъ отмѣчено, что и здѣсь, какъ это раньше было констатировано въ Енисейской губ., болѣе сѣверныя части тайги несутъ слабо-подзолистыя или скрыто-подзолистыя почвы. Болѣе южныя части покрыты подзолистыми почвами обычнаго типа, среди которыхъ, какъ и всюду, наблюдаются различныя степени оподзоливанія и различныя по механическому составу почвы (суглинки, супеси, пески). Мощность горизонтовъ A_1+A_2 для подзолистыхъ почвъ, согласно даннымъ Гордягина, чаще всего колеблется между 15 и 30 см., и лишь въ исключительныхъ случаяхъ мощность ихъ доходитъ до 50 см. Послѣдніе случаи наблюдаются, очевидно, въ условіяхъ пониженныхъ залеганій и тамъ, гдѣ механическій составъ материнскихъ породъ допускаетъ глубокое капиллярное просачиваніе влаги. Для гориз. A_2 отмѣчается слоеватая структура и пористость. Горизонтъ В изученъ сравнительно слабѣе, но, повидимому, онъ чаще всего у суглинистыхъ почвъ характеризуется орѣховатой структурой.

Почвы болотнаго типа изучены въ Тобольской губ. еще меньше. Судя по даннымъ Городкова, болѣе сѣверныя части тайги богаты торфяно-болотными почвами. Гордягинъ (l. c.) описываетъ темные болотные суглинки, „отличающіеся интенсивной перегнойной окраской, то почти совсѣмъ черной, и въ своемъ разрѣзѣ съ синеватымъ оттѣнкомъ, то черносѣрой". Эти почвы характеризуются слабо выраженной крупичатой структурой, присутствіемъ въ гумусовыхъ и подгумусовыхъ горизонтахъ бурыхъ пятенъ, а иногда и зеренъ болотной руды. Залегаютъ эти почвы на аллювіальныхъ суглинкахъ разной окраски, достигаютъ иногда большой мощности и „несутъ довольно разнообразиую растительность съ большею или меньшею примѣсью болотныхъ формъ".

Подзолистая зона Томской губ., если не считать Кузнецкаго Алатау и Алтая, почвы котораго мы разсмотримъ особо, изслѣдована также недостаточно. Болѣе другихъ частей намъ извѣстна западная часть Нарымскаго края (Отрыганьевъ, 30. Дранѝцынъ, 15).

Климатическія условія этого края изучены пока очень мало, мы располагаемъ лишь данными одной Нарымской метеорологической стан-

ціи, да и то всего за 5 лѣтъ. Пятилѣтнія наблюденія даютъ для средней годовой температуры—1,6° для количества же осадковъ 530,3 мм.

Материнскими породами Нарымскаго края являются наносы воднаго происхожденія то глинистые, то песчаные, а частью остатки морены и флювіо-глаціальныя отложенія.

Мѣстность на громадномъ протяженіи болѣе или менѣе заболочена, при чемъ степень заболоченности увеличивается на водораздѣлахъ и уменьшается вблизи рѣчныхъ береговъ. Получается впечатлѣніе, что огромная территорія была нѣкогда почти сплошь заболочена и только впослѣдствіи, по мѣрѣ углубленія рѣчныхъ руслъ, все болѣе и болѣе дренировалась.

Для характеристики подзолистыхъ суглинковъ этого района, опишемъ слѣдующій разрѣзъ по р. Чертаилѣ (Отрыганьевъ).

A_0. Лѣсная подстилка до 6 см. мощностью, состонтъ, главнымъ образомъ, изъ невполнѣ разложившнхся остатковъ древесныхъ породъ, уничтоженныхъ пожаромъ, который былъ здѣсь 60—70 лѣтъ тому назадъ.

A_1. Во влажномъ состояніи темно-пепельнаго цвѣта, въ сухомъ видѣ — сѣраго цвѣта. Въ этомъ горизонтѣ распространена главная масса корней травянистой растительности; въ немъ же можно видѣть отдѣльные небольшіе кусочки обуглившейся древесины (слѣды стараго пожара). Слабо замѣтна нѣсколько зернистая структура. Мощность горизонта 4—10 см.

A_2. Сильно оподзоленный, грязновато-бѣлаго оттѣнка. Ясно выражена горизонтальная слоистость (слои отъ 1—2 см. мощностью). Въ небольшомъ количествѣ замѣтны мелкія зерна ортштейна. Горизонтъ пронизанъ округлыми порами до 1/2 см. въ діаметрѣ. Попадаются изрѣдка и болѣе крупныя поры той-же формы, а также щелеобразныя. Мощность 10—15 см.

B. Желтовато-бурый суглинокъ, распадающійся на отдѣльности остроугольной неправильной формы. Величина орѣшковъ отъ 2—4 мм. до 2—3 см.

Въ томъ же районѣ встрѣчаются подзолистыя почвы, имѣющія ниже горизонта A_2 гумусовый горизонтъ, иногда болѣе темнаго цвѣта, чѣмъ A_1, и съ мощностью до 10—15 см.; такого рода почвы были подробнѣе изучены Драницынымъ. Послѣдній называетъ второй гумусовый горизонтъ — Az и отмѣчаетъ, что этотъ горизонтъ распространенъ по водораздѣльнымъ увалamъ въ подзолистыхъ почвахъ приблизительно до 59° с. ш., что онъ залегаетъ почти всюду на глубинѣ 25 см., имѣетъ мощность 15—25 см., при крайней неровности и условности границъ.

Горизонтъ этотъ углистаго цвѣта, блѣднѣетъ при высыханіи, не заключаетъ включеній древесныхъ и животныхъ остатковъ. Онъ отсутствуетъ въ песчаныхъ почвахъ пойменныхъ террасъ.

Указанные факты привели Драницына къ заключенію, что гор. „Az необходимо разсматривать, какъ яленіе постороннее современному почвообразовательному процессу“. Онъ полагаетъ въ то же время, что Az „не является простымъ и случайнымъ включеніемъ въ материнской породѣ“, а является реликтомъ болѣе древнихъ почвъ, которыя позже превратились въ подзолы, являющіеся здѣсь, такимъ образомъ, вторичными почвенными образованіями.

Изслѣдуя сѣверную часть Каинскаго у., Драницынъ встрѣтилъ здѣсь займища (травяныя болота), почвы которыхъ имѣютъ мощный гумусовый горизонтъ, слагающійся мелко-угловатыми отдѣльностями, подъ которымъ лежитъ раскисленный горизонтъ съ выцвѣтами углекислой извести. При деградаціи подобныхъ почвъ подъ лѣсомъ и получаются подзолистыя почвы со вторымъ гумусовымъ горизонтомъ, въ образованіи и сохраненіи котораго принимаетъ, повидимому, участіе и углекислая известь.

Распредѣленіе гумуса въ такихъ подзолистыхъ почвахъ со вторымъ гумусовымъ горизонтомъ выражается слѣдующими данными:

	Почва № 1.	Почва № 2.	Почва № 3.
A_1	13,60	4,49	12,77
A_2	1,84	3,02	6,26
A_2	2,20	4,09	7,59
B	0,96	—	1,13

Эти данныя показываютъ, что второй гумусовый горизонтъ обычно богаче гумусомъ, чѣмъ гор. A_2.

Описанныя займищныя почвы, повидимому, должны быть отнесены въ группу карбопатныхъ солончаковъ или солончаковатыхъ почвъ сѣверныхъ окраинъ степныхъ пространствъ, и если подзолы Нарымскаго края можно считать за результатъ деградаціи подобныхъ почвъ, то пришлось бы принять, какъ это и дѣлаетъ Драницынъ, что южная часть Нарымскаго края когда то представляла лѣсостепь или, въ крайнемъ случаѣ, самую южную границу подзолистой зоны.

Что касается механическаго состава подзолистыхъ почвъ Нарымскаго края, то онъ достаточно разнообразенъ: на ряду съ суглинками наблюдаются суглиносупеси, супеси и пески. Кромѣ подзолистыхъ почвъ сильно развиты здѣсь и почвы болотнаго типа. Въ сѣверной части края картина близка къ той, которая дана для бассейна Конды.

Болѣе южная часть подзолистой зоны Томской губ., на границѣ съ лѣсостепью (рис. 55) изучалась въ бассейнѣ р. Чулыма, въ такъ называемой Маріинско-Чулымской тайгѣ (Колоколовъ). Материнскими породами этого района являются, какъ и въ предыдущемъ случаѣ, наносы глинисто-песчаные прѣсноводнаго происхожденія (частью послѣтретичные, частью, быть можетъ, болѣе древніе.

Почвенный покровъ слагается изъ лѣсныхъ суглинковъ, среди которыхъ различаются темно-сѣрые и сѣрые (или коричнево-сѣрые), свѣтло-сѣрыхъ подзолистыхъ суглинковъ, супеси, песковъ и рѣдкихъ пятенъ деградированнаго чернозема. У первой разности лѣсныхъ суглинковъ мощность гумусовыхъ горизонтовъ колеблется отъ 40 до 60 см. Строеніе ихъ таково:

A_1. Темно-сѣраго цвѣта, крупичатой структуры. Иногда подраздѣляется на два подгоризонта, изъ коихъ нижній отличается присутствіемъ мелкихъ свѣтло-сѣрыхъ пятенъ.

A_2. Болѣе свѣтлаго оттѣнка, той же структуры, что и предыдущій.

A_3. Болѣе темный; распадается на гороховидныя отдѣльности, рѣдко доходящія до величины мелкаго лѣсного орѣха.

B_1. Сѣровато-красный съ отдѣльными оподзоленными участками.

B_2. Краснобурый горизонтъ.



Рис. 55. Маріинско-Чулымская тайга. (Фот. Колоколова).

Материнская порода на значительной глубинѣ вскипаетъ съ HCl. Разница въ составѣ краснобураго горизонта и вскипающей материнской породы такова:

	Гигроск. вода.	Потеря при прок.	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	Mn_3O_4	P_2O_5	SO_3	CO_2
						Проценты.							
Гор. B_2	6,17	4,91	64,16	15,31	6,76	3,47	2,13	1,64	1,37	0,51	0,077	0,05	0,02
Матер. пор. . . .	5,91	6,74	61,25	13,74	5,72	7,67	1,99	1,77	1,69	0,35	0,063	0,62	3,44

У сѣрыхъ лѣсныхъ суглинковъ гориз. A_2 всегда отсутствуетъ, A_3—отсутствуетъ иногда. Структура гумусовыхъ горизонтовъ та же, что и у предыдущей разности лѣсныхъ суглинковъ.

Свѣтло-сѣрые подзолистые суглинки характеризуются присутствіемъ орѣховатой или крупичатой структуры въ болѣе глубокихъ гумусовыхъ горизонтахъ и иногда листоватой въ горизонтахъ выше лежащихъ.

Среднее содержаніе гумуса въ почвахъ бассейна р. Чулыма опредѣляется слѣдующими данными:

Свѣтло-сѣрые суглинки	1,58%
Сѣрые лѣсные „	3,13
Темно-сѣрые лѣсные суглинки . . .	5,01
Деградированный черноземъ	8,00

Несмотря на темную окраску гориз. A_3 лѣсныхъ суглинковъ, количество гумуса въ немъ меньше чѣмъ въ A_2.

	I.	II.
A_1	5,20	6,80
A_2	1,83	2,34
A_3	1,04	1,11
B	0,82	—

Кромѣ перечисленныхъ почвъ, въ долинѣ р. Чулыма встрѣчаются темноцвѣтныя почвы на аллювіальныхъ наносахъ, съ содержаніемъ гумуса отъ 7 до 16%.

Къ той же переходной полосѣ Томской губ. относятся и районы, изученные Н. Кузнецовымъ (24) и Смирновымъ (39). Первый изъ указанныхъ авторовъ обслѣдовалъ западную часть Маріинскаго у., сѣверо-западную—Кузнецкаго и юго-восточную—Томскаго. Не касаясь горной части этого района, вдоль праваго берега р. Томи, покрытой подзолистыми почвами, мы остановимся на болѣе равнинныхъ пространствахъ района. Въ основѣ породъ, слагающихъ районъ, залегаютъ каменноугольные глинистые сланцы, изрѣдка прорѣзываемые гранитами, а сверху лежитъ значительная настилка изъ послѣтретичныхъ глинъ, суглинковъ и песковъ, составляющихъ материнскія породы района. Кромѣ подзолистыхъ почвъ, въ равнинной части района широко развиты лѣсные суглинки. Послѣдніе могутъ быть охарактеризованы слѣдующимъ разрѣзомъ:

A_1. Темно-сѣраго цвѣта, зернистой структуры. Мощность 11 см.

A_2. Окрашенъ нѣсколько свѣтлѣе, но пронизанъ болѣе темными прожилками, пятнышками; вверху такой-же структуры, какъ и A_1, глубже распадается на болѣе крупныя отдѣльности неопредѣленной формы. Мощность — 42 см.

B. Плотный суглинокъ буроватой окраски, распадается на угловатыя отдѣльности, по гранямъ темнѣе окрашенныя, чѣмъ весь горизонтъ. Мощность — 37—38 см.

C. Плотная вязкая глина.

Вскипаніе иногда поднимается до 90 см., а иногда его не наблюдается и на глубинѣ 120 см.

Менѣе распространены деградированные черноземы, которые залегаютъ южнѣе р. Ини до Салаирскаго кряжа и къ сѣверу отъ этой рѣки, между нею и Томью. Въ долинахъ рѣкъ — притоковъ Ини — встрѣчаются солонцы и солончаки.

Районъ изслѣдованій Смирнова расположенъ между 55° 30′—57° 30′ с. ш. и 57° 20′—60° 10′ в. д. Сѣверная половина района представляетъ типичную тайгу съ подзолистыми и болотными почвами, основой которымъ служатъ прѣсноводные осадки третичной системы. Рельефъ ея равнинный. Южная половина характеризуется болѣе расчлененнымъ рельефомъ, а въ южной и восточной ея частяхъ рельефъ усложняется появленіемъ отроговъ Кузнецкаго Алатау.

По даннымъ Смирнова, сѣверная граница современной лѣсостепи, гдѣ встрѣчаются послѣдніе участки сѣвернаго чернозема, пріуроченные къ болѣе повышеннымъ частямъ района, проходитъ слѣдующимъ образомъ: отъ р. Кіи она направляется по р. Тяжину сначала прямо на В., а затѣмъ на Ю.-В. до ст. Итатъ, откуда поворачиваетъ къ сѣверу, далѣе идетъ лѣвымъ берегомъ Айдата до р. Четь. Въ восточной части района эта граница выше поднимается къ сѣверу, чѣмъ въ западной части.

Среди другихъ почвенныхъ типовъ и разностей Смирновъ отмѣчаетъ присутствіе въ районѣ вторичныхъ подзолистыхъ почвъ съ краснобурымъ горизонтомъ В.

Для сужденія о подзолистой зонѣ въ предѣлахъ Енисейской губ. мы располагаемъ данными, относящимися къ Чуно-Ангарскому водораздѣлу, къ сѣверному и западному Заангарью (мѣстность между Ангарой и Хатангой или Средней Тунгузкой) и къ Ачинско-Красноярскому району, лежащему уже собственно въ предѣлахъ лѣсостепи.

Остановимся сначала на Чуно-Ангарскомъ водораздѣлѣ (Благовѣщенскій, 4). „Въ западной части этого района развиты почти исключительно древнія осадочныя породы—известняки, иногда сильно доломитизированные, подстилающіеся глинистыми и слюдяными сланцами и прикрытые сверху песчаниками“. Изрѣдка среди нихъ встрѣчаются выходы гранитовъ и гранито-гнейса. Гораздо большая восточная часть занята выходами діабаза, которые являются то въ формѣ жилъ, иногда всего въ нѣсколько метровъ толщиной, то мощныхъ покрововъ или што-

ковъ и лакколитовъ среди пластовъ песчаника". Мѣстами изъ діабаза слагаются цѣлые хребты, впрочемъ, очень невысокіе.

„Плотныя породы или прикрыты продуктами вывѣтриванія, или песками, или мощнымъ глинистымъ наносомъ съ хорошо окатанными мелкими гальками породъ, не встрѣчающихся нигдѣ поблизости". На этихъ наносахъ формируются подзолистыя почвы, начиная отъ значительно распространенныхъ здѣсь глинистыхъ песковъ и кончая суглинками. У глинистыхъ песковъ гориз. A_2 часто совершенно бѣлаго цвѣта, причемъ гориз. A_1 почти не обособленъ. Иногда послѣдній сгораетъ, повидимому, при лѣсныхъ пожарахъ, которые здѣсь, какъ и всюду въ таежной полосѣ Сибири, очень часты. Въ описываемомъ районѣ почти не встрѣчалось разрѣзовъ, гдѣ бы въ верхнихъ горизонтахъ почвы не попадались угольки. На пескахъ выщелачиваніе идетъ глубоко, но иногда оподзоленные пески вскипаютъ на глубинѣ меньше одного метра. Объясняется это тѣмъ, что пески представляютъ верхніе горизонты песчаника, цементированнаго углекислой известью. Послѣдняя, повидимому, чаще всего встрѣчается въ формѣ кальцита. Подзолистые суглинки района обычно сѣраго цвѣта; мощность гориз. A_1—4—12 см., A_2—20—45 см. Материнская порода—вязкая глина. Образующіеся на красныхъ глинистыхъ песчаникахъ суглинки получаютъ красноватый оттѣнокъ.

Подзолистыя почвы даннаго района содержатъ до 6—7% гумуса. Отчасти это объясняется присутствіемъ мелкихъ угольковъ или даже угольной пыли, которую нельзя отобрать нацѣло передъ анализомъ, отчасти—дѣвственностью почвы.

Кромѣ подзолистыхъ почвъ встрѣчаются здѣсь темные суглинки рендзиннаго характера, содержащіе до 10,5% гумуса. Мощность гориз. A_1 у этихъ почвъ отъ 12 до 20 см., переходъ отъ него къ гориз. A_2 и послѣдняго къ материнской породѣ очень постепенный. Общая мощность гумусовыхъ горизонтовъ 40—52 см. Материнская порода — желтоватая песчанистая глина, на глубинѣ 45—60 см. начинаетъ бурно вскипать, а черезъ 5—6 см. въ ней уже появляется много стяженій углесолей. „Иллювіальный горизонтъ бываетъ въ 20—25—30 см., а ниже хотя порода и продолжаетъ бурно вскипать, но стяженій уже не наблюдается".

Въ районѣ значительно распространены скелетныя почвы, почвы же болотнаго типа выражены сравнительно слабо. Заболочены почти всегда берега рѣчекъ, которые иногда покрыты толстымъ слоемъ мха. Въ этомъ случаѣ мерзлота находится на глубинѣ всего 40 см. отъ поверхности. Количество органическихъ веществъ въ болотныхъ почвахъ колеблется отъ 14 до 20%, а въ торфянистыхъ достигаетъ до 45%.

Водораздѣлъ между Ангарой и Средней Тунгуской (62°—58° с. ш. и 65°—69° 30′ в. д. отъ Пулкова) представляетъ горную страну съ малой высотой хребтовъ (Драницынъ, 16). Значительная часть страны слагается известковистыми песчаниками, а на юго-западѣ встрѣчаются доломиты и известковые сланцы. Мѣстами осадочныя породы прорѣзаны выходами діабазовъ.

„Почвенный покровъ мѣстности достаточно однообразенъ, при чемъ, по мѣрѣ движенія къ сѣверу, можно отмѣтить общее ослабленіе интенсивности процессовъ почвообразованія". Это значитъ, что сѣверныя части района лежатъ уже въ подзонѣ слабо-подзолистыхъ или скрыто-подзолистыхъ почвъ. Въ южной части района залегаютъ болѣе опредѣленно выраженныя морфологически разности подзолистыхъ почвъ: отъ хорошо выраженнаго подзола съ пластинчатостью и ноздреватостью гориз. A_2 до почвъ дерновыхъ съ едва замѣтнымъ посѣрѣніемъ верхнихъ горизонтовъ, и то по высыханіи. На мѣстныхъ известнякахъ и доломитахъ рендзинныя почвы не развиваются; повидимому, мѣшаетъ этому кристалличность мѣстныхъ карбонатныхъ породъ.

Наиболѣе подзолистыми являются почвы при-ангарской полосы. Подзолистыя почвы, развивающіяся на діабазахъ, получаютъ зернистую структуру всѣхъ горизонтовъ, но структура въ данномъ случаѣ не является результатомъ почвообразовательныхъ процессовъ: она получается, благодаря распаденію діабаза при вывѣтриваніи на отдѣльныя зерна, которыя сохраняются даже тогда, когда почти все содержимое зерна превратилось въ глинистую массу.

Кромѣ подзолистыхъ почвъ въ районѣ встрѣчаются и почвы болотнаго типа. Мерзлота не представляетъ здѣсь рѣдкаго явленія.

Сѣверное Заангарье лежитъ между 58°—60° 40′ с. ш. и 68° 30′—70° 30′ в. д. отъ Пулкова.

Въ рельефномъ отношеніи представляетъ плоскую возвышенность, расчлененную глубоко врѣзавшимися въ материкъ рѣчными долинами. Рельефъ разнообразится небольшими хребтиками или отдѣльными сопками траппа (діабазъ, оливиновый діабазъ и м. б. нѣкоторыя другія изверженныя породы), поднимающимися по водораздѣламъ района (Шульга, 48). Изъ породъ осадочныхъ особенно распространены красноцвѣтные, нерѣдко известковистые песчаники и переслаивающіяся съ ними слоеватыя глины. Встрѣчаются и другого рода песчаники, а также известняки. На поверхности, и очень нерѣдко на сравнительно высокихъ водораздѣльныхъ плато, наблюдаются мелкоземистые наносы, чаще всего въ видѣ буроватыхъ, обѣдненныхъ карбонатами глинъ съ мелкими окатанными обломками породъ, не встрѣчающихся поблизости (кварцевыя, кварцитовыя гальки). На вторыхъ террасахъ рѣкъ или террасовидно

прислоненными къ хребтамъ діабаза встрѣчаются пески, съ галькой, то отдѣльно включенной, то залегающей цѣлыми прослойками.

Климатъ района довольно суровый, представляющій какъ бы переходный типъ между климатомъ подзолистой зоны и климатомъ тундры".

Растительность слагаетъ, по даннымъ Шульги, слѣдующія группы: 1) боръ и „суборь"—сосна съ лиственницей, мѣстами съ примѣсью ели, пихты и кедра; 2) „черная тайга"—ели, пихты, кедръ; 3) различнаго типа болота и заболоченныя мѣста; 4) луга.

Почвы подзолистаго типа образуютъ двѣ подзоны: сѣверную со слабоподзолистыми почвами различнаго механическаго состава (глинистыя, суглинистыя и супесчаныя) и южную съ подзолистыми почвами, среди которыхъ встрѣчаются также суглинки, супеси и пески. Иногда подзолистыя почвы развиваются и на карбонатныхъ породахъ.

Кромѣ подзолистыхъ почвъ встрѣчаются и почвы болотнаго типа. Иногда котловины въ верховьяхъ рѣкъ и ручьевъ бываютъ покрыты почвами съ очень слабой заболоченностью и съ большимъ содержаніемъ органическихъ веществъ. Въ этихъ почвахъ находится иногда мерзлота на глубинѣ около 1 м.

Ачинско-Красноярскій районъ лежитъ на водораздѣлѣ между Енисеемъ и Чулымомъ, притокомъ Оби. Этотъ водораздѣлъ на широтѣ Красноярска очень невысокъ, „но южнѣе Красноярска значительно повышается, при чемъ горы, круто поднимаясь отъ самаго берега Енисея, занимаютъ весь водораздѣлъ до самаго Чулыма" (Благовѣщенскій). Къ С. отъ Красноярска развиты породы осадочныя—известняки и красноцвѣтные песчаники, а къ югу—массивныя кристаллическія. Въ долинѣ Сухого Бузима болѣе древнія осадочныя породы (силурійскія) прикрываются болѣе новыми (юрскими), состоящими изъ песчаниковъ, глины, бураго угля и углистаго сланца, прикрытыхъ мощными отложеніями песка. Вдоль Енисея тянется полоса довольно мощныхъ отложеній лессовиднаго суглинка, не слоистаго, богатаго углекислой известью и содержащаго кости мамонта и сѣвернаго оленя, рѣже быка и носорога. „По мѣрѣ удаленія отъ рѣки мощность лессовидныхъ отложеній уменьшается, и ближе къ водораздѣлу ихъ нигдѣ нѣтъ". Ближе къ рѣкѣ располагается полоса песковъ.

На лессовой полосѣ лѣваго берега Енисея располагаются черноземныя почвы и лѣсные суглинки, а кругомъ, на бо́льшихъ абсолютныхъ высотахъ, лежатъ подзолистыя почвы.

Въ Ачинскомъ у., на правомъ берегу Чулыма, на широтѣ Красноярска и Ачинска идетъ полоса деградированнаго чернозема. Наибольшая ширина этой полосы—20 верстъ. Къ сѣверу она съуживается и оканчивается около устья р. Улуя.

Въ предѣлахъ Иркутской губ. экспедиціями Переселенческаго Управленія были обслѣдованы довольно большія площади Балаганскаго, Верхоленскаго, Киренскаго и Нижнеудинскаго у. у. (Панковъ, 31, Райкинъ, 37).

Громадная часть изслѣдованнаго пространства лежитъ цѣликомъ въ подзолистой зонѣ, и только небольшая часть Балаганскаго у., примыкающая къ линіи желѣзной дороги, относится къ переходной полосѣ лѣсостепи, которая къ югу, при переходѣ въ горную страну, вновь смѣняется тайгой съ подзолистыми почвами.

Материнскими породами на огромныхъ пространствахъ служатъ древніе песчаники краснаго или сѣраго цвѣта. Зерна кварца въ этихъ песчаникахъ цементированы углекислой известью и глинистымъ веществомъ; встрѣчаются въ нихъ жилы кальцита и натечныя корки углекислой извести. Среди песчаниковъ попадаются иногда пропластки мергелистой глины. Изрѣдка на водораздѣлѣ Ока-Ангара выходятъ оолитовые известняки, а по правому берегу Оки—песчаныя отложенія.

Обиліе углекислой извести въ материнскихъ породахъ замѣтно ослабляетъ иногда процессъ подзолообразованія, и поэтому почвы здѣсь нерѣдко носятъ промежуточный характеръ между подзолистыми и рендзинными. Иногда подзолистость морфологически очень слабо выражена. Даже валовые анализы не даютъ порой ясной картивы подзолистаго типа почвообразованія, и только данныя водной вытяжки: ея кислотность и довольно значительное преобладаніе въ растворѣ органическаго вещества надъ минеральнымъ, да характеръ распредѣленія гумуса по горизонтамъ опредѣленно свидѣтельствуютъ въ пользу подзолистаго процесса. Впрочемъ, среди такихъ, какъ бы переходныхъ, почвъ встрѣчаются и настоящія, типичныя подзолистыя, а мѣстами даже и подзолы съ ортштейномъ. Это въ тѣхъ случаяхъ, когда материнская порида содержитъ мало, или почти совсѣмъ не содержитъ углекислой извести, или, наконецъ, когда углекислая известь, по тѣмъ или инымъ причинамъ выщелочена на значительную глубину. Нужно прибавить къ сказанному, что внѣшнему проявленію подзолистости мѣшаетъ иногда и ярко красный цвѣтъ материнскихъ породъ.

На громадной территоріи указанныхъ выше уѣздовъ Иркутской губ., какъ и всюду въ таежной полосѣ Сибири, пожары истребляли и истребляютъ до сихъ поръ крупныя площади лѣса. Результатомъ пожаровъ является присутствіе въ горизонтахъ почвы мелкихъ угольковъ, которыми особенно богатъ верхній горизонтъ. Это обстоятельство объясняетъ, какъ и для Енисейской губ., богатство верхняго горизонта мѣстныхъ почвъ гумусомъ. Послѣдняго не рѣдко опредѣляется 8, 10 и даже 17%. Что въ данномъ случаѣ оказываютъ вліяніе угольныя частицы, видно изъ сопоставленія слѣдующихъ цифръ (Панковъ).

№ образца и горизонтъ.		Гумусъ.
31 A_1	Тщательно отобранъ уголь	9,70%
„	Плохо отобранъ	11,55
31 A_2	Тщательно отобранъ	3,44
„	Плохо отобранъ	3,74
46 A	Тщательно отобранъ	8,30
„	Плохо отобранъ	10,43

Такъ какъ всѣхъ угольныхъ частицъ механически отобрать нельзя, то несомнѣнно, что и въ случаяхъ тщательной отборки количество гумуса все еще повышено.

Болотный типъ почвообразованія также встрѣчается на описываемой территоріи. Почвенная мерзлота—явленіе обычное для данной мѣстности. Наблюденія показываютъ, что на мѣстахъ пониженныхъ, подъ мощнымъ моховымъ покровомъ непосредственно залегаетъ иногда прослоекъ льда, на мѣстахъ же высокихъ и сухихъ мерзлая земля лѣтомъ встрѣчается на болѣе значительныхъ глубинахъ. Приведемъ наблюденія Панкова надъ температурой почвы въ одной изъ свѣже приготовленныхъ ямъ. Яма выкопана на правомъ берегу р. Тыпты въ дер. Балыкта, на сухомъ мѣстѣ.

Глубина въ см	Температура по Ц.
15	+9,5°
40	+7,0
60	+4,5
70	+3,0
95	0°
100	—0,5
112	—0,8

„Далѣе 112 см. рыть было нельзя: ни буръ Болькена, ни лопата не брали земли помногу, а выкапывали ее отдѣльными, очень небольшими плиточками, скоро таявшими на воздухѣ и обращавшимися въ песокъ. Вся почва является какъ бы смерзшейся, на изломахъ замѣтны небольшіе кристаллы льда“.

Для характеристики подзолистой зоны Забайкалья мы остановимся прежде всего на восточной половинѣ области, такъ какъ западная ея половина представляетъ нѣкоторыя существенныя особенности, сближающія ее съ частями Якутской области и заставляющія эту часть Восточной Сибири разсмотрѣть особо, послѣ характеристики остальныхъ частей подзолистой зоны.

Въ восточномъ Забайкальѣ, въ предѣлахъ таежной и, частью, лѣсостепной зонъ были обслѣдованы: 1) бассейны рѣкъ Унгурги, Бѣлаго Урюма, Алеура и Куенги, расположенные въ Нерчинскомъ и Читин-

скомъ уу. (Филатовъ); 2) бассейны рр. Черной, Чернаго Урюма и лѣвый берегъ Шилки (Благовѣщенскій) и 3) районъ, прилегающій къ р. Аргуни между 52 и 53° с. ш. и пересѣкаемый притоками Аргуни: Урюмканомъ, Будюмканомъ и Газимуромъ (Филатовъ, 46).

Первому изъ упомянутыхъ районовъ отроги Яблоноваго хребта и Шилкинскій хребетъ придаютъ типичный гористый видъ, хотя большихъ колебаній относительныхъ высотъ здѣсь и не наблюдается, а водораздѣлы характеризуются небольшими высотами. Остовъ мѣстности слагается массивными кристаллическими породами, среди которыхъ особенно распространены слюдистыя разности гранитовъ и сіенитовъ, рѣже встрѣчаются гранито-порфиры и порфириты. Есть и кристаллическіе сланцы, къ которымъ пріурочиваются мѣстами кристаллическіе известняки и кварциты. Изъ породъ осадочныхъ изрѣдка встрѣчаются глинистые сланцы, а затѣмъ тяжелыя темныя глины и наносы новѣйшаго образованія (аллювій, делювій). Толща новѣйшихъ образованій часто мощнымъ покровомъ одѣваетъ коренныя породы и служитъ материнскими породами для мѣстныхъ почвъ.

Благодаря процессамъ вывѣтриванія и денудаціи, горные массивы пріобрѣли мягкія очертанія, и вершины ихъ стали низко-конусообразными или куполообразными. Только изрѣдка, при неоднородности въ составѣ и сложеніи породъ, горы пріобрѣтаютъ расчлененность, появляются выступы, гребневидныя вершины съ нагроможденными матрацевыми гранитными отдѣльностями. Междугорныя долины встрѣчаются двухъ типовъ: пади, характеризующіяся пологими склонами, и елани или долины съ платообразными уступами. Въ почвенномъ покровѣ района наблюдаются два типа: подзолистый и болотистый. Первый типъ особенно богатъ скелетными и хрящеватыми разностями, механическій составъ мелкоземистой части которыхъ бываетъ близокъ то къ составу суглинковъ, то къ составу песковъ. Наиболѣе каменистыя разности лишь едва задернованы и не обнаруживаютъ ясныхъ морфологическихъ признаковъ подзолистыхъ почвъ. Подобныя почвенныя образованія располагаются какъ по склонамъ падей, такъ и по еланямъ, имѣя болѣе грубый характеръ на склонахъ возвышенностей и на самихъ возвышенностяхъ. Среди подзолистыхъ почвъ встрѣчаются лишь слабо-подзолистыя разности; сильно подзолистыхъ почвъ и подзоловъ въ районѣ не найдено. Болотныя и торфяно-подзолистыя почвы въ районѣ чрезвычайно широко развиты какъ по обширнымъ „марямъ“[1]), такъ и въ предѣлахъ рѣчныхъ долинъ. У полуболотныхъ почвъ нерѣдки вторые (нижніе) гумусовые горизонты, находящіеся надъ горизонтомъ мерзлоты. Вмѣстѣ съ гумусомъ въ этомъ

[1]) Марь — поверхностно заболоченное лугово-кустарниковое пространство, покрытое обычно зарослями Betula fruticosa, видами Salix, Potentilla fruticosa и пр

своеобразномъ иллювіальномъ горизонтѣ возрастаетъ и количество иловатыхъ частицъ (<0.01 мм. въ діаметрѣ).

Содержаніе гумуса въ горизонтѣ А подзолистыхъ почвъ даннаго района колеблется между 2 и 3%, при чемъ въ вертикальномъ разрѣзѣ наблюдается, какъ это обычно для подзолистыхъ почвъ, рѣзкое паденіе количества гумуса въ глубину. Полуболотныя почвы содержатъ въ горизонтѣ А.—15—16—18 и до 30% гумуса. Количество гумуса въ иллювіальномъ горизонтѣ замѣтво повышено по сравненію съ горизонтомъ вышележащимъ.

Районъ, включающій въ себя лѣвый берегъ Шилки, внизъ отъ устья р. Черной, р. Черную съ притоками, р. Черный Урюмъ и его лѣвые притоки, долину Амазара, водораздѣлы Амазаръ—Шилка и Амазаръ—Чичатка, а также р. Большую Чичатку до впаденія ея въ Амазаръ, представляетъ, какъ и предыдущій, мѣстность гористую, сильно разсѣченную. Всѣ рѣки и рѣчки района прорыли себѣ глубокія долины съ крутыми склонами. Надлуговыя террасы представляютъ довольно ровную поверхность, покрытую Betula fruticosa, но имѣютъ грубо щебенчатую и сильно заболоченную почву. Надъ ними высятся крутые увалы и хребты, покрытые то скелетными подзолистыми почвами, то каменной розсыпью и выходами коренныхъ породъ, болѣе или менѣе разрушенныхъ. Почвы рѣчныхъ долинъ и „марей“, по преимуществу, принадлежатъ разновидностямъ болотнаго типа.

Вообще же описываемый районъ имѣетъ много общаго съ сосѣдними районами Амурской области, характеристику которыхъ мы дадимъ ниже, а теперь остановимся еще на описаніи южной части подзолистой зоны Забайкалья, посколько послѣдняя изучена въ бассейнахъ Газимура, Урюмкана, Будюмкана и Орочи. Мѣстность здѣсь представляетъ рядъ горныхъ долинъ, на днѣ которыхъ расположились главныя рѣки района. Эти долины явились слѣдствіемъ тектоническихъ процессовъ и представляютъ рядъ грабеновъ. Сѣверные и южные склоны долинъ чрезвычайно рѣзко различаются другъ отъ друга по характеру растительности и почвенному покрову. На сѣверномъ склонѣ встрѣчаемъ лиственницу съ такими растеніями, какъ Rubus saxatilis, Vaccinium vitis и пр., южный—характеризуется инымъ комплексомъ флоры съ Pulsatilla vulgaris, Lilium tenuifolium, Koeleria cristata, Potentilla tanacetifolia, Tanacetum sibiricum, Leontopodium sibiricum. Между двумя отмѣченными контрастами существуетъ цѣлая гамма переходовъ. Такъ, сырая лиственничная тайга сѣвернаго склона съ почвами крайнихъ степеней оподзоливанія переходитъ на сѣверо-восточныхъ и сѣверо-западныхъ склонахъ въ смѣшанные лиственнично-березовые лѣса, еще близкіе, по своимъ почвеннымъ условіямъ, къ таежнымъ. Утрачивая совершенно лиственницу, а въ подлѣскѣ—представителей тѣнистыхъ и сырыхъ лѣсовъ, эти лиственнично-березовые

лѣса превращаются въ сплошные березовые на суглинкахъ, уже меньшихъ степеней оподзоливанія. Идя въ томъ же направленіи далѣе и пріурочиваясь къ условіямъ, все болѣе близкимъ къ условіямъ южныхъ склоновъ, березовые лѣса измѣняются рядомъ градацій въ свѣтлыя съ роскошно развитыми кронами березовыя рощицы на едва замѣтно оподзоленныхъ почвахъ. Въ такія рощи уже нерѣдко проникаютъ представители степи, а почвы становятся близкими, по своимъ внѣшнимъ признакамъ, къ темноцвѣтнымъ черноземовиднымъ почвамъ южнаго склона.

Рѣзко бросается также въ глаза и распредѣленіе мерзлоты въ предѣлахъ одной и той-же долины: на южномъ склонѣ ни разу не констатировано ея присутствія, тогда какъ по сѣвернымъ склонамъ мерзлота—обычное явленіе. Здѣсь она можетъ подниматься очень высоко—до 10 см.—отъ поверхности, какъ это наблюдалось въ пади Альдокаля, на склонѣ въ 10° крутизны, 23 іюля нов. стиля. Въ то же время на противоположномъ южномъ склонѣ мерзлоты ие найдено на глубинѣ болѣе $1^1/_2$ метровъ.

Не останавливаясь на характеристикѣ подзолистыхъ и болотиыхъ почвъ даннаго района, опишемъ два разрѣза черноземовидныхъ почвъ: одинъ на діоритовомъ сланцѣ, а другой на гранитѣ. Первый разрѣзъ сдѣланъ на склонѣ крутизной въ 5—6° и имѣетъ такое строеніе:

0—5 см. Темно-коричневаго цвѣта, плотнѣе нижележащаго горизонта.

5—26,5 см. Такого же темно-коричневаго цвѣта, какъ и предыдущій, при чемъ окраска, равно какъ и наблюдающаяся здѣсь ясная зернистая структура (зернышки отъ 0,5 до 3 мм.), совершенно однотипичны для всего горизонта.

28,5—44,5 см. — Темнокоричневая окраска нѣсколько слабѣе, зернистая структура болѣе грубая.

44,5—57,5 см. — Интенсивность окраски еще болѣе ослаблена, зернистая структура выражена слабо, скорѣе ее можно назвать комковатой. Въ нижнюю часть заходятъ, въ видѣ неправильныхъ языковъ, участки желтоватой материнской породы.

Глубже 57,5 см. — Желтовато-коричневый легкій суглинокъ съ большимъ количествомъ кусковъ діоритоваго сланца. Вскипанія нѣтъ до глубины болѣе 1 метра.

Второй разрѣзъ сдѣланъ на склонѣ крутизной въ 7—8° и имѣетъ такой видъ:

0—5 см.—Темнокоричневый, пылеватый; въ немъ попадаются кусочки розоваго полевого шпата и зернышка кварца.

5—25 см.—Темнокоричневаго цвѣта съ ясной мелкозернистой структурой; Меккія зерна кварца и полевого шпата во всей толщѣ.

25—38 см.—Болѣе слабая окраска и менѣе типичная зернистая структура; зерна кварца и полевого шпата.

38—58 см.—Свѣтло-коричневаго цвѣта, болѣе или менѣе окрашенный гумусомъ.

Глубже 58 см.—Розоватый суглинокъ съ дресвой, переходящій на глубинѣ 1 м. въ сплошную гранитную дресву.

Переходимъ теперь къ характеристикѣ дальневосточныхъ окраинъ, а именно Амурской и Приморской областей, отмѣтивъ, что районы Якутской области, смежные съ сѣверо-восточнымъ Забайкальемъ, не отличаются отъ послѣдняго характеромъ своего почвеннаго покрова. Химическими анализами почвъ этого Якутскаго района, обслѣдованнаго Сукачевымъ (42), мы воспользовались выше (стр. 369—371).

Климатическія условія Амурской области, посколько намъ даютъ о нихъ представленіе сравнительно непродолжительныя наблюденія нѣсколькихъ метеорологическихъ станцій, болѣе или менѣе своеобразны, что въ особенности относится къ осадкамъ. Средняя температура, въ зависимости отъ широты мѣстности и абсолютной высоты, колеблется отъ+0,5 (Хабаровскъ, 48° 28′ с. ш., 350 ф. абс. высоты) до—7.7 (Софійскій пріискъ, 52° 27′ с. ш., 3000 ф. абсолютн. высоты). Количество осадковъ за годъ колеблется отъ 300 до 500 слишкомъ миллиметровъ, при чемъ главная часть этихъ осадковъ падаетъ на лѣто, осень и, частью, весну. Особенно обильно осадками лѣто, когда выпадаетъ больше половины годового количества. Зима, наоборотъ, чрезвычайно бѣдна осадками. Результатомъ такой комбинаціи климатическихъ факторовъ является почти повсемѣстное присутствіе почвенной мерзлоты и чрезвычайное обиліе поверхностно-заболоченныхъ пространствъ. Здѣсь можно сказать, болотный типъ почвообразованія ведетъ постоянную борьбу съ подзолистымъ типомъ и не безъ успѣха: почвы болотнаго типа тутъ не менѣе, а мѣстами и болѣе распространены, чѣмъ почвы подзолистаго типа.

По характеру рельефа и почвеннаго покрова Амурская область можетъ быть разбита на нѣсколько районовъ, а именно:

1. Сѣверо-западный районъ. Это обширное пространство можно характеризовать, какъ область съ очень волнистымъ и мѣстами высоко поднятымъ надъ уровнемъ моря рельефомъ, гдѣ роль материнскихъ породъ часто играютъ кварциты, кварцитовые и глинисто-кварцитовые сланцы, конгломераты и массивныя кристаллическія породы (рис. 56). Мягкіе наносы принадлежатъ аллювіальнымъ и делювіальнымъ образованіямъ, причемъ послѣднія не имѣютъ широкаго распространенія. Въ силу сказаннаго подзолистыя почвы часто отличаются скелетнымъ характеромъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ районъ, особенно въ своихъ сѣверныхъ частяхъ, богатъ болотами и сильно заболоченными иловатыми почвами.

2. Черняево-Зейскій районъ характеризуется меньшей гористостью рельефа, чѣмъ предыдущій, и значительно большимъ разви-

тіемъ рыхлыхъ наносовъ воднаго происхожденія (пески съ галечникомъ, глины и пр.). Скелетныя подзолистыя почвы встрѣчаются и здѣсь, но далеко уже не въ такомъ количествѣ, какъ въ сѣверо-западномъ районѣ.

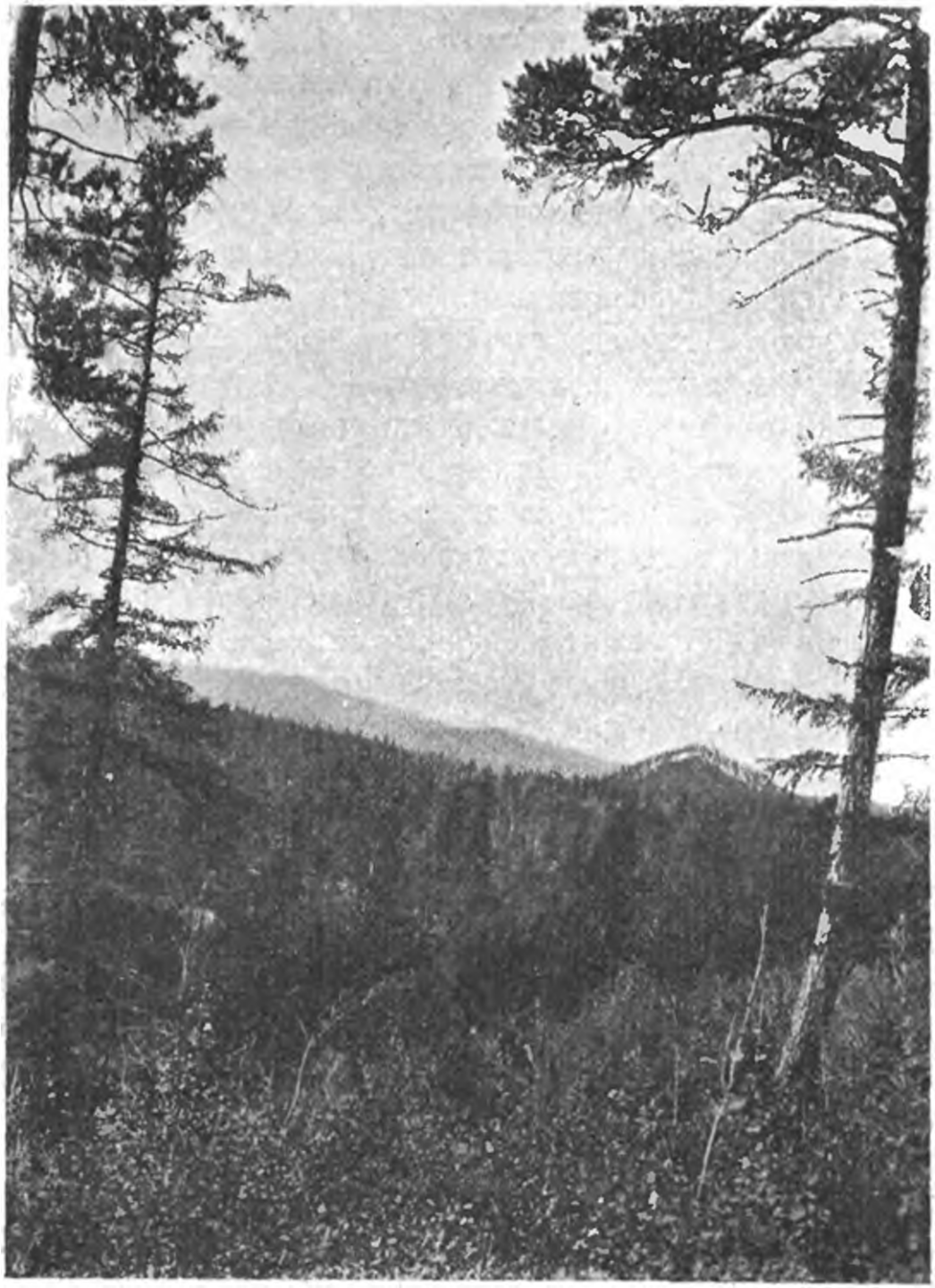


Рис. 56. Тайга горной части Амурской области. (Фот. Левицкаго).

Болотныхъ и торфяно-подзолистыхъ или подзолисто-глеевыхъ почвъ здѣсь также не мало, но рѣзкое заболачиваніе рѣже, и пониженныя мѣста чаще носятъ характеръ луговыхъ пространствъ. Растительность этихъ луговъ богаче и разнообразнѣе, чѣмъ въ предыдущемъ районѣ.

3. Призейскій районъ представляетъ сравнительно узкую полосу по берегамъ р. Зеи, представляющую расширеніе аллювіальной долины этой рѣки. Материнскими породами этихъ расширеній долины являются чаще всего тонко-зернистые супесчаные или суглинисто-супесчаные аллювіальные наносы. Въ толщѣ этихъ наносовъ нерѣдки включенія прослойковъ и неправильныхъ гнѣздъ гумифицированныхъ массъ, остатковъ прежнихъ почвъ, размытыхъ разливами рѣки и частью перенесенныхъ въ другія мѣста, частью погребенныхъ на мѣстѣ подъ толщей новаго наноса. Этотъ процессъ намыва и переноса не закончился и въ настоящее время, и различные участки Зейской долины подвергаются затопленію при высокихъ уровняхъ воды. Почвы этого района частью подзолистаго, частью болотнаго типа.

4. Зейско-Селемджинскій районъ. Границами его служатъ на сѣверѣ и западѣ р. Зея, на югѣ — р. Селемджа, а на востокѣ административная граница области. По характеру рельефа, материнскихъ породъ и почвъ этотъ районъ больше всего напоминаетъ Черняево-Зейскій, но отдѣльныя его части, по характеру своего почвеннаго покрова, то приближаются къ типу сѣверо-западнаго района (возвышенные и разсѣченные участки), то къ типу призейскаго (самая сѣверная равнинная часть).

5. Зейско-Буреинскій районъ, наиболѣе привлекавшій вниманіе изслѣдователей, представляетъ, особенно въ своей юго-западной части, своеобразную область какъ въ смыслѣ рельефа, такъ и почвеннаго покрова. Мощныя темноцвѣтныя почвы равнинъ Зейско-Буреинскаго водораздѣла неоднократно сравнивались съ черноземомъ и даже назывались черноземами не только въ просторѣчіи, но и въ спеціальной литературѣ, хотя въ послѣдней и дѣлались по этому поводу извѣстныя оговорки. Такъ, Коржинскій, описывая Зейско-Буреинскую равнину, сообщалъ что вся эта площадь сложена изъ песчаныхъ глинъ, довольно вязкихъ въ верхнемъ горизонтѣ. Онѣ покрыты слоемъ темной перегнойной почвы, имѣющей на пологихъ увалахъ мощность до 4—6 вершк. (18—26 см.), а въ низинахъ до $1^1/_2$ арш. (106 см.). Мѣстные жители называютъ эту почву черноземомъ. На сухихъ возвышенныхъ мѣстахъ она, дѣйствительно, по своимъ физическимъ свойствамъ и структурѣ, напоминаетъ черноземъ, въ болѣе же низкихъ она явно полуболотнаго происхожденія. Растительный покровъ этой равнины, за исключеніемъ, впрочемъ, обросшихъ Corylus и лугово-лѣсными травами увaловъ и гривъ, составляется изъ причудливой, странной смѣси формъ степныхъ (даурской степи) съ растеніями, свойственными болотистымъ лугамъ или даже просто болотамъ.

Не останавливаясь на другихъ литературныхъ источникахъ, касающихся Зейско-Буреинскаго водораздѣла, отмѣтимъ лишь, что до послѣдняго времени морфологія и химическія особенности мѣстныхъ почвъ были изучены недостаточно.

Новѣйшія изслѣдованія отмѣчаютъ, что материнскими породами района являются не только постпліоценовые песчано-глинистые осадки, но и третичныя образованія, а также различныя твердыя горныя породы. Въ области, занятой третичными осадками и твердыми горными породами, преобладаютъ подзолистыя почвы, среди которыхъ можно различить подзолистые пески, супеси, легкіе суглинки, а также средніе и тяжелые суглинки. На площади, занятой песчано-глинистыми наносами, наблюдается постепенное измѣненіе механическаго состава наноса въ глубину: на поверхности залегаетъ чрезвычайно вязкая глина, которая по мѣрѣ углубленія становится песчанистѣе и постепенно переходитъ въ пески а еще глубже и въ галечники. Почвы здѣсь преобладаютъ болотнаго типа, а подзолистыя встрѣчаются лишь отдѣльными островами по повышеннымъ мѣстамъ.

Томашевскій (44) различаетъ въ предѣлахъ описываемаго района нѣсколько разностей почвъ болотнаго типа, а именно:

a) болотистыя почвы, поросшія осоковой растительностью, по долинамъ рѣкъ на аллювіальныхъ наносахъ ;

b) болотныя почвы съ кочкарникомъ, покрытыя осоками, ирисами и частью моховымъ покровомъ — по падямъ и вообще котловинамъ, не имѣющимъ стока воды;

c) полуболотныя почвы съ мощными гумусовыми горизонтами, залегающія на глинахъ; покрыты злаковой растительностью пышнаго роста;

d) полуболотныя почвы съ ясно замѣтными признаками возстановительныхъ процессовъ; залегаютъ по водораздѣламъ въ СЗ. и ЮВ. частяхъ района на глинистыхъ наносахъ; покрыты кислыми злаками, березовымъ кустарникомъ, голубикой и т. п.

Характеристику полуболотныхъ почвъ подъ рубрикой c) мы уже дали выше, при описаніи почвъ болотнаго типа (стр. 448), а потому здѣсь останавливаться на ней не будемъ.

Отмѣтимъ въ заключеніе, что въ этомъ именно районѣ наблюдалось вліяніе лѣсной растительности на заболоченныя почвы и деградація этихъ послѣднихъ въ почвы подзолистаго типа. При поселеніи лѣса, въ средней части мощнаго гумусоваго горизонта полуболотныхъ почвъ появляются вначалѣ отдѣльныя подзолистыя пятна, которыя затѣмъ, постепенно сливаясь, образуютъ сплошной подзолистый горизонтъ, раздѣляющій прежній гумусовый темный горизонтъ на двѣ части: верхнюю и нижнюю.

Сѣверо-восточная часть района изучена сравнительно мало; она возвышенна, волниста или гориста, имѣетъ гораздо болѣе суровый климатъ и богата моховыми и другого типа болотами.

6. Нижнеамурскій районъ представляетъ полосу, прилегающую къ р. Амуру на В. отъ Буреи до Хабаровска. Въ этомъ районѣ обширныя пространства занимаетъ долина р. Амура съ ея озерами, про-

токами, старицами и пр. Въ его же составъ входитъ и горная страна, въ видѣ системы Малаго Хингана. Такимъ образомъ почвы формируются здѣсь не только на наносахъ, но и на различныхъ коренныхъ породахъ. Тѣмъ не менѣе и здѣсь никакихъ другихъ типовъ почвообразованія, кромѣ подзолистаго и болотнаго, не существуетъ. Въ этомъ именно районѣ былъ впервые констатированъ для Амурской области подзолистый типъ почвообразованія (Ивановъ).

Въ Амурской области чрезвычайно широкимъ распространеніемъ пользуется почвенная мерзлота, существованіе которой вызываетъ и своеобразныя особенности въ строеніи почвъ, на что уже было указано при характеристикѣ почвъ Восточнаго Забайкалья, и своеобразныя динамическія явленія, сильно разрушающія мѣстами почвенный покровъ (образованіе вспучиваній, разрывы, трещины и пр.) [1]).

Въ Приморской области почвенный покровъ изучался преимущественно въ ея Уссурійско-Приморской части, что-же касается Охотско-Камчатскаго края, то таковой въ почвенномъ отношеніи очень мало изученъ. Мы знаемъ лишь, что и на Камчаткѣ встрѣчаются ясно выраженныя подзолистыя почвы, какъ и почвы болотнаго типа [2]).

Чего либо новаго въ современныхъ процессахъ почвообразованія Приморской области, по сравненію съ Амурской областью, не замѣчено, за исключеніемъ лишь того, что почвенная мерзлота здѣсь уже исчезаетъ. Древніе же процессы почвообразованія, свидѣтельствующіе о сравнительно недавнемъ, въ геологическомъ смыслѣ, совершенно иномъ направленіи этихъ процессовъ, заслуживаютъ здѣсь болѣе детальнаго изученія (см. ископаемыя и древнія почвы).

Изъ современныхъ почвъ тѣ, которыя считались иногда за черноземъ, оказались такими-же лугово-болотными почвами, какъ и на Зейско-Буреинскомъ водораздѣлѣ (Глинка, К., 9). Таковы почвенныя образованія окрестностей оз. Ханка (Смирновъ, 40) и другихъ мѣстъ Уссурійскаго края. Подзолистыя почвы здѣсь также очень широко развиты, и степень оподзоленности мѣстныхъ почвъ, въ общемъ, значительнѣе, чѣмъ въ Амурской области. Здѣсь далеко не рѣдкость встрѣтить типичные подзолы съ хорошо выраженными ортштейновыми горизонтами или конкреціями. Такъ, напримѣръ, у ст. Иманъ наблюдались глинистые подзолы такого строенія:

A_1. Темно-сѣрый безструктурный горизонтъ, мощностью въ 5—6 см.

A_2. Свѣтло-сѣрый, въ сухомъ состояніи почти бѣлый, съ пластинчатой структурой. Мощность—13 см.

---

[1]) По этому вопросу см. Никифоровъ (28). О мерзлотѣ см. также у Прохорова (35—36), Аболина (1).

[2]) Нѣкоторые образцы Камчатскихъ почвъ имѣются въ музеѣ Докучаевскаго Почвеннаго Комитета.

B. Грязновато-сѣрый горизонтъ съ массои мелкихъ, почти черныхъ горошинъ ортштейиа. Мощиость—25 см.

C. Бурый суглиiокъ (материнская порода).

У Смирнова (l. c.) заимствуемъ слѣдующее описаніе разрѣза иловато-болотной почвы Приханкайскаго района:

A. Стально-черный, вязкій. Мощность—50 см.

B_1 (G). Сѣро-буро-сииеватый, съ языками и подтеками гумуса; книзу становится песчаиистымъ. Мощность—80 см.

G. Охристый, песчанистый. Мощн.—12 см.

G. Сѣро-голубая песчаинстая глина.

На глубинѣ 80 см. отъ поверхности по стѣнкамъ ямы начала просачиваться вода.

Въ предѣлахъ отроговъ хребта Сихота-Алинъ подзолистыя почвы имѣютъ нерѣдко скелетный характеръ. Материнскія породы здѣсь весьма разнообразны: центральныя части хребта сложены массивно кристаллическими породами, которыя покрываются различными сланцами (кремнистыми, глинистыми), кварцитами и пр. Впрочемъ, граниты нерѣдко покрыты, повидимому, древними продуктами вывѣтриванія, въ нидѣ легкой охристой глины (Ивановъ, 18), которая въ настоящее время модифицируется подъ вліяніемъ современныхъ подзолистыхъ процессовъ.

Перейдемъ теперь къ изученію явленій, нарушающихъ общую зональность почвъ Евразіи въ предѣлахъ ея подзолистой зоны. Такого рода явленія были констатированы прежде всего въ Западномъ Забайкальѣ, а затѣмъ, и въ Якутской области, на широтѣ г. Якутска и южнѣе послѣдняго.

Впервые Короткій (22) нашелъ въ долинѣ р. Баргузина почвы, которыя своимъ оттѣнкомъ напоминали каштановыя почвы южныхъ частей Забайкалья и Енисейской губ. и отличались мощными карбонатными горизонтами. Такъ какъ долина Баргузина лежитъ подъ 53—55° с. ш., то такого рода открытіе представлялось не вполнѣ понятнымъ, тѣмъ болѣе, что въ восточномъ Забайкальѣ, южной части Якутской области и соотвѣтственныхъ частяхъ Амурской подъ тѣми же широтами находится типичная тайга съ присущими послѣдней почвами подзолистаго и болотнаго типовъ.

Послѣдніе слѣды почвъ, напоминающихъ черноземъ, въ восточномъ Забайкальѣ были найдены въ окрестностяхъ Нерчинска (Сукачевъ, 43) и Стрѣтенска, да и то эти почвы (особенно нерчинскія) носятъ чаще всего солонцеватый или солончаковатый характеръ, и флора ихъ имѣетъ нѣкоторыя своеобразныя черты.

Правда, климатъ западнаго Забайкалья отличается большой континентальностью, лѣтомъ здѣсь чувствуется недостатокъ влаги, и еще

древніе народы, населявшіе долину Баргузина, пользовались, по свидѣтельству Кольберга (20), искусственнымъ орошеніемъ, тѣмъ не менѣе представлялось нѣсколько страннымъ нахожденіе каштановыхъ почвъ къ сѣверу отъ черноземной зоны Забайкалья. Болѣе внимательное ознакомленіе съ почвами долины Баргузина привело къ заключенію, что мѣстныя почвы должны быть отнесены къ группѣ солончаковыхъ. Но и такое рѣшеніе вопроса показывало, что мы сталкиваемся здѣсь съ явленіемъ, не свойственнымъ подзолистой зонѣ, слѣдствіемъ чего явилось намѣреніе нѣсколько шире изучить отдѣльныя части подзолистой зоны въ предѣлахъ Западнаго Забайкалья и въ нѣкоторыхъ частяхъ Якутской области. Въ виду сказаннаго были организованы экспедиціи въ районъ Еравинскихъ озеръ къ С. отъ Читы, лежащій подъ той-же приблизительно широтой, что и Нерчинскія степи, въ Верхнеудинскій районъ, въ область Верхней Ангары, расположенную значительно сѣвернѣе долины Баргузина, а также въ долину Лены около Якутска и на водораздѣлы между Якутскомъ и Вилюйскомъ, между Якутскомъ и Усть-Майей и въ прибрежья Охотскаго моря между Нельканомъ и Аяномъ.

Въ районѣ Еравинскихъ озеръ, какъ показали наблюденія Короткаго (23), встрѣчаются солонцы и солончаки съ весьма разнообразной морфологіей. Вмѣстѣ съ тѣмъ, вполнѣ типичныхъ черноземныхъ почвъ (не солонцеватыхъ и не солончаковатыхъ) здѣсь не встрѣчается. Карбонатно-солончаковыя почвы найдены Сукачевымъ и въ долинѣ Верхней Ангары, на ряду съ представителями степной растительности. Есть основаніе предполагать присутствіе такихъ же почвъ въ бассейнѣ р. Витима, по Больш. и Мал. Амалатамъ, повидимому, тѣ же почвы встрѣчаются въ Верхнеудинскомъ районѣ (Фроловъ, 47) въ бассейнахъ рѣкъ Худуна, Чесана, Уды и частью Итанцы; особенно интересно, что такого-же характера почвы заходятъ и въ Якутскую область. Наиболѣе обширныя площади онѣ занимаютъ на террасахъ р. Лены въ окрестностяхъ Якутска, какъ это выяснено изслѣдованіями Доленко 14). Здѣсь карбонатные солончаки отличаются иногда почти тѣми же оттѣнками, какъ и почвы Баргузинской долины, но зачастую имѣютъ и черный оттѣнокъ гумусовыхъ горизонтовъ. На ряду съ карбонатными, здѣсь встрѣчаются сульфатные и галоидно-сульфатные солончаки, а также и структурные солонцы различныхъ модификацій.

Тѣ же почвы найдены Аболинымъ (2) и на водораздѣлѣ между Якутскомъ и Вилюйскомъ, гдѣ главный фонъ составленъ подзолистыми почвами; какъ въ долинѣ Лены, такъ и на указанномъ водораздѣлѣ встрѣчаются на солонцахъ и солончакахъ представители степной флоры. На террасахъ Лены ковыли занимаютъ замѣтныя площади, встрѣчаются солончаковыя и солонцовыя растенія (въ частности, солянки).

Солончаки констатированы и къ востоку отъ Лены Никифоровымъ (29), однако занимаемыя ими площади все болѣе и болѣе уменьшаются, по мѣрѣ приближенія къ Усть-Майѣ, и въ то же время замѣтно усиливается подзолистость господствующихъ почвъ (рис. 57). Послѣднія по направленію къ Охотскому морю, по даннымъ Соколова (41), смѣняются торфяно-подзолистыми почвами и почвами болотнаго типа, при чемъ солончаковыя почвы совершенно исчезаютъ. Послѣдній переходъ связанъ съ увеличеніемъ влажности по мѣрѣ приближенія къ Охотскому морю.

Комбинируя всѣ отмѣченныя кратко наблюденія (подробнѣе они изложены въ упомянутыхъ работахъ), мы приходимъ къ заключенію, что въ Западномъ Забайкальѣ и западной части Якутской области, между



Рис. 57. Солонцы Якутской области. (Фот. Никифорова).

80 и 90° в. д. (отъ Цулкова) залегаетъ особая полоса, въ которой отдѣльными оазисами (по долинамъ и вообще пониженнымъ мѣстамъ) расположены почвы, свойственныя степнымъ районамъ и совершенно неизвѣстныя въ другихъ частяхъ сибирской таежной зоны и въ подзолистой зонѣ Европейской Россіи. Отсюда слѣдуетъ также, что въ Западномъ Забайкальѣ нѣтъ рѣзкой границы между степью и тайгой, между черноземной и подзолистой зонами, что послѣдняя получаетъ отъ первой цѣлый рядъ ея интразональныхъ представителей, заходящихъ въ такія мѣста и въ такія географическія широты, гдѣ ихъ очень трудно было ожидать. Возможность такихъ „заходовъ“ объясняется той исключительной континентальностью климата, которой характеризуются долины и равнины Западнаго Забайкалья и западной части Якутской области.

Литература.

1. Аболинъ. Постоянная мерзлота грунтовъ и ископаемый каменный ледъ.— Зап. Читинск. Отдѣлен. Прнамур. Отд. И. Р. Г. О. Вып. IX, 1913.
2. — Предв. отч. объ организ. и исполн. работъ по изслѣд. почвъ Азіатской Россіи въ 1912 г., подъ ред. К. Д. Глинки. Изд. Пересел. Управленія, Спб., 1913 [1]).
3. Балкашинъ. Казенныя лѣсныя дачи Тарскаго у. Тобольской губ. — Матер. по изслѣдов. колониз. районовъ Азіатской Россіи, подъ ред. К. Д. Глинки. Изд. Пересел. Управл. Спб., 1911.
4. Благовѣщенскій. Описаніе почвъ Чуио-Ангарскаго водораздѣла въ Енисейскомъ районѣ.—Ibidem, Спб., 1910.
5. — Предв. отч. и т. д. въ 1909 г. Спб., 1910 (Забайкалье).
6. — Ibidem, за 1910 г. Спб., 1911 (Примор. обл.).
7. — Ibidem, за 1911 г. Спб., 1912 (Канскій у.).
8. — Ibidem, за 1912 г. Спб., 1913 (Ачинско-Краснояр. районъ).
9. Глинка, К. Краткая сводка данныхъ о почвахъ Дальняго Востока. Спб., 1910. Изд. Перес. Управл.
10. — Предв. отчетъ и т. д. за 1908 г. Спб., 1910.
11. — „Почвовѣдѣніе", 1912, № 4.
12. Гордягинъ. Труды Общ. Естеств. при Казанскомъ Унив., т. XXXIV, вып. 3, 1900.
13. Городковъ. Ежегодникъ Тобольскаго Губерн. Музея, вып. XX, 1912.
14. Доленко. Предв. отчетъ и т. д. за 1912 г. Спб., 1913.
15. Драницынъ. Изв. Докуч. Почв. Комит. 1914.
16. — Почвы Западнаго Заангарья. — Тр. почв.-ботан. экспед. по изслѣд. колониз. районовъ Азіат. Россіи, подъ ред. К. Д. Глинки. Почв. изслѣд. 1918 г., вып. 1. Спб., 1913. Изд. Перес. Управл.
17. Ивановъ, Д. Геолог. изслѣд. и развѣд. работы по линіи Сибир. ж. д. Вып. IV, 1897.
18. — Предв. отчетъ и т. д. за 1909 г. Спб., 1910.
19. Колоколовъ. Тр. почв.-бот. экспед. и т. д. Почв. изслѣдов. 1908 г., вып. 8. Спб., 1910.
20. Кольбергъ. Зап. Имп. Русск. Географ. Общ., 1861, кн. 1.
21. Коржинскій. Изв. Вост.-Снб. Отд. И. Р. Г. О., 1892.
22. Короткій. Предвар. отчетъ и т. д. за 1911 г. Спб. 1912.
23. — Ibidem, за 1912 г. Спб., 1913.
24. Кузнецовъ, Н. Предвар. отчетъ и т. д. за 1912 г. Спб., 1913.
25. Крюковъ, И. Ф. Труды командир. по Высочайшему повелѣнію Амурской экспед., вып. III, Спб., 1911.
26. Левицкій. Предв. отчетъ и т. д. за 1908 г., Спб., 1909.
27. Назаровъ. Тобольскія губ. вѣдом. 1896.
28. Никифоровъ. „Почвовѣдѣніе", 1912, № 2,
29. — Предв. отчетъ и т. д. за 1912 г., Спб., 1913.
30. Отрыганьевъ. Мат. по изслѣд. колониз. районовъ Азіат. Россіи, подъ ред. К. Д. Глинки. Спб., 1910.

---

[1]) Въ дальнѣйшемъ для сокращенія это изданіе обозначается: Предв. отчетъ и т. д.

31. Панковъ. Тр. почв.-ботан. экспед. и т. д. Почвенныя изслѣд. 1908 г. Вып. XI.
32. Полыновъ. Ibidem. Почв. изслѣд. 1909 г., вып. 5, Спб., 1911.
33. — Землевѣдѣніе, 1910.
34. Поплавская. Тр. командир. по Высочайшему повелѣнію Амурской эксп., вып. 16. т. 2, 1912.
35. Прохоровъ. Предв. отч. и т. д. за 1908, 1909, 1910. Спб., 1909, 1910, 1911.
36. — Тр. командир. по Высоч. повел. Амурской экспед., вып. XIV. Спб., 1913.
37. Райкнпъ. Предв. отчетъ и т. д. за 1908, 1909, 1910, 1911 г.г. Спб. 1909, 1910, 1911, 1912.
38. Скалозубовъ. Опытъ естественно-истор. описанія Тобольской губ. Тобольскъ, 1899.
39. Смирновъ. Предвар. отчетъ и т. д. за 1912 (Маріин. у.), Спб., 1913.
40. — Ibidem за 1913 г. Спб., 1914 (Приморск. обл.).
41. Соколовъ. Ibidem за 1912 г. Спб., 1913.
42. Сукачевъ. Тр. команд. по Высоч. повелѣнію Амурской эксп., вып. 16 т. I, 1912.
43. — Предвар. отчетъ и т. д. за 1912 т. Спб., 1913.
44. Томашевскій. Тр. команд. по Высоч. повелѣн. Амурск. эксп., вып. XV, подъ ред. К. Д. Глинки. Спб., 1912.
45. Филатовъ. Тр. почв.-ботан. экспед. и т. д. Почвенныя изслѣдованія 1908 г., вып. 9. Спб., 1910.
46. — Ibidem. Почв. изслѣд. 1909 г., вып. 6. Спб., 1912.
47. Фроловъ. Предв. отчетъ и т. д. за 1913 г. Спб., 1914.
48. Шульга. Ibidem. Почв. изслѣд. 1909 г., вып. 7. Спб., 1913.

3. Черноземная зона.

Въ предѣлахъ Западной Сибири черноземная зона была обслѣдована Гордягинымъ (6), работы котораго охватили Тобольскую губерію и Акмолинскую область. По даннымъ упомянутаго изслѣдователя, область Тобольскаго предстепья (облѣсеннаго чернозема) характеризуется слѣдующими климатическими условіями:

Средняя годовая температура	0,7° Ц.
Температура вегетац. періода	14,2 „
Годовое количество осадковъ	417 мм.
Осадковъ вегетац. періода	262 „

Для почвы необлѣсенной черноземной степи тѣ же факторы выражаются слѣдующими величинами:

Средняя годовая температура	0,5° Ц.
Температура вегетац. періода	14,7° „
Годовое количество осадковъ	321 мм.
Осадковъ вегетац. періода	220 „

По даннымъ того же изслѣдователя, черноземъ не образуетъ въ Тобольской губ. сплошныхъ площадей, а пріурочивается къ вытянутымъ съ Ю.-З. на С.-В. увальнымъ грядамъ, большею частью довольно узкимъ; рѣже черноземъ покрываетъ болѣе значительные участки ровной степи (южныя части Курганскаго, Ишимскаго и Тюкалинскаго у.у.). Въ промежуткахъ между увалами (въ понижеиіяхъ) располагаются чаще всего солонцовыя почвы.

Мощность гумусовыхъ горизонтовъ тобольскаго ченозема Гордягинъ опредѣляетъ въ 52—55 см., хотя отдѣльные гумусовые потеки наблюдаются до глубины 100 см. Материнскими породами являются чаще всего лессовидные суглинки, рѣже — пластичныя міоценовыя глины. Послѣднія очень богаты конкреціями $CaCO_3$, образовавшимися до развитія на глиіахъ чернозема.

Содержаніе гумуса въ тобольскихъ черноземахъ колеблется между 6 и 10%.

Данныя, добытыя экспедиціями Переселенческаго Управленія [1]), вполнѣ совпадающія съ данными обслѣдованія вдоль линіи Тюмень — Омской жел. дор. (4), позволили намѣтить схему географическаго распространенія западно-сибирскаго чернозема и подчеркнуть наиболѣе своеобразныя особенности, отличающія черноземную зону Зап. Сибири отъ таковой же въ Европейской Россіи.

[1]) Предв. отч. объ организ. и исполненіи работъ по изслѣд. почвъ Азіатской Россіи въ 1912 г. (отчеты Яхонтова, Райкина, Искюля, Ханнскаго).

Какъ ни мало изучена еще черноземная зона въ предѣлахъ Европейской Россіи, все же изслѣдователямъ удалось подмѣтить нѣкоторыя характерныя особенности различныхъ частей этой зоны и выдѣлить на довольно значительныхъ пространствахъ отдѣльныя полосы или подзоны, на которыя распадается европейско-русская черноземная полоса. Въ послѣднее время и эти подзоны удается расчленять еще болѣе детально.

Для Западной Сибири такая детализація — вопросъ болѣе или менѣе отдаленнаго будущаго, но о подзонахъ западно-сибирскаго чернозема можно говорить уже и теперь. Существованіе обыкновеннаго (средняго) и южнаго чернозема вполнѣ опредѣленно было констатировано въ Зап. Сибири Туминымъ (33), который также высказалъ впервые и сомнѣніе въ существованіи здѣсь мощнаго чернозема.

Обслѣдованія вдоль линіи Тюмень — Омской жел. дороги подтвердили правильность такого сомнѣвія: подзоны мощнаго чернозема не удалось констатировать на изученной площади. Оказалось, что тѣ пространства западно-сибирской черноземной зоны, которыя соотвѣтствуютъ, по своему географическому положенію, подзонамъ мощнаго и сѣвернаго черноземовъ, представляютъ весьма сложный и пестрый почвенный комплексъ, гдѣ черноземъ играетъ часто совершенно подчиненную роль и нерѣдко не имѣетъ морфологическихъ признаковъ настоящаго нормальнаго чернозема, а ближе стоитъ по морфологіи къ тѣмъ переходнымъ группамъ, которымъ дается названіе солонцеватыхъ и солончаковатыхъ почвъ. Мало того, оказалось, что мѣстами даже на повышенныхъ гривахъ, на ровныхъ повышенныхъ площадяхъ, лежитъ не черноземная почва, а лишь только напоминающій послѣднюю своимъ цвѣтомъ и мощностью гумусовыхъ горизонтовъ — такъ называемый карбонатный солончакъ. Карбонатные солончаки, какъ мы знаемъ, свойственны и сѣвернымъ частямъ черноземной зоны Европейской Россіи, какъ подзонѣ мощнаго чернозема свойственны тутъ же солонцовыя и солончаковыя почвы, но между Европейской Россіей и Зап. Сибирью слишкомъ велика разница въ количествѣ этихъ почвъ. Въ то время какъ въ первой солонцы и солончаки играютъ совершенно подчиненную роль, въ послѣдней они выступаютъ часто въ роли господствующихъ почвъ. Карбонатные солончаки въ Зап. Сибири мѣстами совсѣмъ вытѣсняютъ черноземъ и берутъ на себя какъ бы роль этого послѣдняго. Они нерѣдко обнаруживаютъ явственные слѣды деградаціи подъ вліяніемъ надвинувшагося на нихъ лѣса, превращаются въ почвы, напоминающія лѣсные суглинки и пр. Въ послѣднемъ случаѣ особенно трудно бываетъ на первыхъ порахъ разобраться, имѣетъ ли изслѣдователь дѣло съ деградаціей черноземныхъ почвъ, или съ деградаціей карбонатныхъ солончаковъ.

Карбонатные солончаки, имѣя опредѣленныя морфологическія отличія отъ черноземныхъ почвъ, отличаются отъ послѣднихъ и своимъ химизмомъ. Большое количество гумуса въ самомъ верхнемъ горизонтѣ (луговой характеръ), быстрое паденіе этого количества вглубь, малая насыщенность гумуса зольными элементами, благодаря чему въ водныя вытяжки переходитъ сравнительно малое количество минеральныхъ веществъ, нерѣдкое присутствіе въ болѣе глубокихъ горизонтахъ нормальной соды— вотъ рядъ химическихъ признаковъ, свойственныхъ карбонатному солончаку.

Чему же приписать тѣ существенныя отличія, которыя намѣчаются въ сѣверной части западно-сибирской черноземной зоны по сравненію съ той же частью европейско-русской черноземной полосы? Намъ думается, что причина эта лежитъ прежде всего въ нѣсколько различномъ геологическомъ прошломъ Западной Сибири по сравненію съ Европейской Россіей.

Прежде всего геологическую основу, подстилающую послѣтретичную серію породъ въ Западной Сибири, слагаютъ богатые солями третичные осадки, которые и сейчасъ мѣстами лежатъ неглубоко отъ поверхности. Обильныя воды, которыя въ доледниковый, ледниковый и послѣледниковый періоды затопляли равнину Зап. Сибири, размывали тѣ же третичные осадки, выщелачивая изъ нихъ соли. Поэтому и послѣтретичные осадки оказываются здѣсь богатыми солями.

Слабая дренированность западно-сибирской равнины дѣлаетъ то, что грунтовыя воды здѣсь нерѣдко очень близко подходятъ къ поверхности (см. дальше характеристику Барабы), поднимая къ послѣдней и растворенныя въ нихъ соли.

При указанныхъ условіяхъ, конечно, трудно было ожидать сколько-нибудь широкаго развитія черноземныхъ почвъ и выработки типичной и нормальной морфологіи у этихъ послѣднихъ. Всѣ мѣстные почвообразователи скомбинировались здѣсь такимъ образомъ, что оказались болѣе благопріятными для развитія интразональныхъ почвъ, чѣмъ зональныхъ (рис. 58).

Закончивъ съ общими соображеніями о характерѣ западно-сибирской черноземной зоны, обратимся къ нѣкоторымъ деталямъ и остановимся прежде всего на сѣверной части черноземной зоны.

Въ предѣлахъ Ялуторовско-Курганскаго района Яхонтовъ (36) отмѣчаетъ, что мѣстные черноземы носятъ, по преимуществу, характеръ сѣверныхъ представителей этого типа. Въ горнз. A_1 наблюдается плитчатая структура, которая на сѣверѣ района выражена наиболѣе рѣзко (плитки до 3 мм. толщиной) и постепенно замираетъ къ югу. Почвы имѣютъ сѣроватый оттѣнокъ, мощность гумусовыхъ горизонтовъ въ 55—60 см. и вскипаніе, начиная съ 50 см. (на югѣ района)

и кончая 120 см. (на сѣверѣ). Среди черноземныхъ почвъ встрѣчаются лѣсные суглинки, подзолистыя почвы и подзолы. Солонцы и солончаки отличаются большой распространенностью, залегая иногда крупными площадями. Нерѣдки солонцеватыя почвы.

Райкинъ (27) для сѣверной части Ишимскаго района также отмѣчаетъ значительную деградацію черноземныхъ почвъ, ихъ сѣроватый оттѣнокъ и плитчатую структуру нижнихъ частей гориз. A_1. Въ южной части района черноземъ является, по преимуществу, солонцеватымъ. Рѣзкая комплексность почвеннаго покрова выражена и здѣсь.

Въ Тарско-Тюкалинскомъ районѣ, по даннымъ Искюля (10), черноземы пріурочены къ наиболѣе возвышеннымъ пунктамъ рельефа,



Рис. 58. Степь Западной Сибири. (Фот. Райкина).

гдѣ залегаютъ: 1) сплошными полосами; 2) болѣе или менѣе значительными островами и 3) небольшими пятнами. По механическому составу они бываютъ песчаными, супесчаными и сугливистыми. Песчаные черноземы встрѣчены по лѣвобережью Иртыша и по восточному берегу оз. Тенизъ. Зернистыя разности черноземовъ встрѣчаются рѣдко, и то только въ Ю.-В. части района, всѣ же остальные черноземы характеризуются во всемъ разрѣзѣ комковатой структурой. Мощность гумусовыхъ горизонтовъ (съ потеками и карманами) достигаетъ въ Ю.-В. углу района 75—85 см., въ остальныхъ же частяхъ района она не выше 60 см. Нерѣдки солонцеватые черноземы, солонцы и солончаки. Процессы деградаціи прослѣживаются какъ на черноземахъ, такъ и на солонцахъ.

Еще, пожалуй, болѣе рѣзко, чѣмъ въ Тобольской губ., подчеркнуты своеобразныя особенности сѣверной части степной (лѣсостепной) зоны Западной Сибири въ Томской губ., въ предѣлахъ Барабы. Уже Танфильевъ (32) отмѣчаетъ, что въ Барабѣ черноземъ встрѣчается не сплошными площадями, а отдѣльными полосами, будучи пріуроченъ къ междурѣчнымъ гривамъ, тогда какъ склоны и пониженія между гривами обыкновенно заняты иного рода почвами, различными солонцами и болотными почвами". Гривы также не сплошь одѣты черноземными почвами: наряду съ ними встрѣчаются здѣсь и почвы подзолистаго типа, пріуроченныя къ блюдцеобразнымъ пониженіямъ рельефа. Подъ черноземомъ вскипаніе наблюдается на глубинѣ 60—70 см., тогда какъ подъ блюдцами горизонтъ вскипанія пониженъ до 1,75—2 метр.

По даннымъ Танфильева, грунтовыя воды въ Барабѣ лежатъ не глубоко: по водораздѣламъ нхъ можно найти уже на глубинѣ 1,42—2,84 м. и даже ближе, а въ междугривныхъ пониженіяхъ онѣ подходятъ къ поверхности, вызывая образованіе болотъ, солонцовъ и солончаковъ.

Въ Томскомъ предстепьи, какъ въ Тобольскомъ и, частью, Акмолинскомъ главиой древесиой породой является береза, почему еще Георги (3) и Миддендорфъ (18) называли описываемыя пространства березовой степью. По даннымъ Танфильева трудио рѣшить, чего больше въ Барабѣ, лѣсовъ или безлѣсныхъ участковъ. Лѣсъ выраженъ здѣсь, какъ и въ Тобольскомъ предстепьи, отдѣльнымн куртинами, по мѣстному, колками, разбросанными по водораздѣламъ среди безлѣсныхъ участковъ. Эти колки являются аналогомъ основныхъ кустовъ Европейской Россіи, которые пріурочены тамъ, какъ мы уже знаемъ, преимущественно къ подзонѣ мощнаго чернозема. Въ Сибири и, въ частности, въ Барабѣ количество и размѣры этихъ березовыхъ куртинъ увеличиваются къ сѣверу и убываютъ къ югу. Кромѣ березы въ нихъ встрѣчается осина и нѣкоторые виды Salix.

Для степныхъ участковъ березоваго предстепья (Бараба) самымъ характернымъ растеніемъ, по даннымъ Танфильева, слѣдуетъ считать Libanotis montana и sibirica; весьма характерна также Castilleja pallida. Въ сосѣдствѣ съ солонцами и въ мѣстахъ, гдѣ близки грунтовыя воды, встрѣчается Phragmites communis. Ковыли въ Барабѣ (Stipa pennata и capillata) довольно обыкновенны, но не такъ характерны, какъ въ степяхъ Европейской Россіи. Южнѣе, гдѣ количество березовыхъ колковъ уменьшается, ковыли и нѣкоторые другіе злаки пріобрѣтаютъ господство въ растительномъ покровѣ степи.

По даннымъ новѣйшихъ изслѣдователей (Крыловъ, Молотиловъ, Хаинскій) Бараба не представляетъ на всей своей площади однородной естественно-исторической единицы. Сѣверная часть ея имѣетъ

характеръ болотной тайги, средняя часть характеризуется растительностью лѣсостепи, которая къ югу постепенно переходитъ въ степь.

Почвы сѣверной и частью средней Барабы, по Ханнскому, характеризуются высокимъ уровнемъ вскипанія и грунтовыхъ водъ. Горизонтъ А у нихъ отличается темнымъ чернымъ цвѣтомъ съ бурыми и сѣрыми оттѣнками, въ болѣе глубокихъ горизонтахъ подмѣчаются охристобурыя пятна, иногда даже мелкія темно-бурыя зерна отъ скопленія окисловъ желѣза. Мощность горизонта А колеблется отъ 35 до 40 см.; горизонтъ однороденъ и сильно задернованъ. Структура А и В комковатая и граница между этими горизонтами рѣзкая и довольно ровная Въ растительномъ покровѣ такихъ почвъ преобладаютъ лѣсныя формы. среди которыхъ попадаются отдѣльныя представители степныхъ растеній. Къ нимъ примѣшиваются также элементы болотной и солончаковой флоры. Подгумусовые горизонты указанныхъ почвъ богаты карбонатами извести, но часто въ нихъ встрѣчаются и кристаллы гипса. Всѣ отмѣченные признаки указываютъ на то, что мы имѣемъ здѣсь дѣло съ луговыми карбонатно-солончаковыми почвами. Послѣднія нерѣдко деградируются подъ вліяніемъ лѣсной растительности.

Обиліе солончаковъ и солонцовъ въ почвенномъ комплексѣ Барабы мы уже отмѣтили раньше.

Такимъ образомъ ясно, что и въ западной части Томской губ. сѣвѣрная часть степной (лѣсостепной) зоны имѣетъ тотъ же характеръ, что и въ Тобольской губ. По мѣрѣ движенія къ востоку картина мѣняется, приближаясь къ той, которую мы наблюдаемъ въ предстепьи Европейской Россіи. Эту картину мы уже отмѣтили, характеризуя, на основаніи данныхъ Кузнецова, Смирнова и Благовѣщенскаго, переходные отъ тайги къ степи раіоны въ Кузнецкомъ, Маріинскомъ, Ачинскомъ и Красноярскомъ уѣздахъ.

Чтобы закончить съ болѣе сѣверными частями степной и лѣсостепиой зонъ, необходимо еще сказать нѣсколько словъ о черноземахъ Иркутской губерніи и Забайкалья. О черноземѣ Иркутской губ. издавна имѣются упоминанія въ литературѣ (Гагемейстеръ, Рупрехтъ, 30). Болѣе детальныя географическія указанія на его распространеніе въ предѣлахъ губерніи даны были въ 1878 г. Агапитовымъ (1). Послѣдній отмѣчаетъ присутствіе чернозема въ бассейнѣ р. Китоя, между его притоками Картагономъ и Иликтуемъ, въ бассейнѣ р. Бѣлой (Балаганскій у.), гдѣ черноземныя почвы занимаютъ площадь до 4.000 кв. верстъ.

Здѣсь же по долинамъ рѣкъ появляются солончаки. Кромѣ того, черноземъ существуетъ въ Иркутскомъ у., въ частности, у самаго Иркутска. На картѣ, приложенной къ работѣ Агапитова, отмѣчаются площади солонцовыхъ почвъ по р.р. Кудѣ, Осѣ, Унгѣ и по Ангарѣ ниже

Балаганска. Характерной растительностью иркутскаго чернозема являются, между прочимъ, виды Stipa (pennata, capillata, sibirica). Материнскую породу представляетъ чаще всего лессъ.

Прейнъ (26), производившій ботаническія изслѣдованія въ Иркутской губ., отмѣчаетъ распространеніе лугово-степной формаціи во всѣ стороны отъ с. Черемховскаго: къ югу почти до р. Бѣлой, къ сѣверу — почти до р.р. Унги и Заларн, къ востоку — до Ангары и къ западу — до Аларскаго инородческаго вѣдомства. Иначе говоря, границы лугово-степной формаціи, намѣчаемыя Прейномъ, соотвѣтствуютъ той большой площади чернозема, которую отмѣтилъ Агапитовъ въ бассейнѣ р. Бѣлой. Въ связи съ этимъ и почвы данной площади Прейнъ называетъ лѣсостепными суглинками, что соотвѣтствуетъ, повидимому, термину деградированный черноземъ.

Наши бѣглыя наблюденія вдоль линіи Сибирской жел. дор. заставляютъ насъ присоединиться къ взгляду Прейна. Большая часть упомянутой черноземной площади дѣйствительно является въ большей или меньшей степени деградированной, причемъ мѣстами деградація идетъ подъ рѣдкой и мелкой порослью хвойныхъ, чаще же подъ березнякомъ. Признаки лѣсостепи начинаются еще передъ ст. Тулунъ, и отсюда вплоть до рѣки Бѣлой наблюдается многократное чередованіе деградированныхъ черноземовъ съ лѣсными суглинками и подзолистыми почвами.

Чисто степную формацію Прейнъ устанавливаетъ для долинъ р.р. Унги, Алари, Иды и по берегамъ Ангары ниже с. Евсѣевскаго до дер. Шиверской. Наконецъ, по низинамъ рѣкъ Осы, Иды, Унги, Аларн, къ сѣверу и къ югу отъ с. Малышевскаго отмѣчается присутствіе солончаковой формаціи.

Панковъ (23) описываетъ для Уигинской степи лѣсные суглинки и карбонатные солончаки, нерѣдко вскипающіе къ поверхности и въ подгумусовыхъ горизонтахъ содержащіе обильныя выдѣленія углесолей.

Морфологія почвъ Иркутской лѣсостепи и солончаковыхъ пространствъ очень мало изучена, а о химизмѣ ихъ даютъ небольшое представленіе нѣсколько анализовъ почвъ Балаганскаго у. (Лаврентьевъ) и одинъ анализъ чернозема параллельно съ анализомъ подстилающаго его лесса изъ ближайшихъ окрестностей Иркутска (Шамаринъ, 35).

Зона забайкальскаго предстепья очень мало изучена, особенно въ западной части области, гдѣ, какъ мы видѣли, вопросъ о границѣ между тайгой и степью очень сильно усложняется. Указанія на степной характеръ тѣхъ или иныхъ раіоновъ Забайкалья, встрѣчаемыя въ не спеціальной литературѣ, слѣдуетъ принимать съ извѣстной осторожностью, такъ какъ на Дальнемъ Востокѣ, въ томъ числѣ и въ Забайкальѣ, степями сплошь и рядомъ называютъ всякія безлѣсныя пространства.

Нѣсколько больше извѣстны сѣверныя части черноземной зоны въ восточномъ Забайкальѣ, къ востоку отъ меридіана Нерчинска. Здѣсь даже проведена на картѣ граница между лѣсной и степной областями Новопокровскимъ (22). Почвы степныхъ участковъ бассейновъ Нерчи, Куенги и др. Новопокровскій характеризуетъ, какъ „легкія суглинистыя почвы темнокаштановаго цвѣта, обыкновенно съ нѣкоторымъ количествомъ хряща, дресвы и мелкой гальки". „Подпочва—желтый мергелистый суглинокъ съ галькой, вскипающій съ кислотой; углекислая известь образуетъ въ подпочвѣ бѣлыя примазки, а также отлагается въ видѣ мучнистаго налета на галькѣ. За суглинкомъ идетъ обыкновенно слой сплошной гальки, лежащей на вывѣтрѣвшей коренной породѣ". Главную роль въ растительномъ сообществѣ степей играютъ злаки: Stipa capillata, Festuca ovina, Koeleria cristata, Poa attenuata Avena pratensis. Новопокровскій отмѣчаетъ также присутствіе солонцовъ въ изслѣдованномъ имъ раіонѣ. „Солонцы покрыты рѣдкой растительностью, образующей большія лысины. Въ сухое время на поверхности ихъ выступаютъ бѣлые выцвѣты („гуджиръ")".

По нашимъ бѣглымъ наблюденіямъ, лѣсостепной характеръ выраженъ почти всюду на протяженіи Забайкальской жел. дороги, за исключеніемъ ближайшихъ къ Байкалу мѣстностей, высокихъ и скалистыхъ. Вездѣ, однако, небольшіе степные участки, занимающіе относительно пониженныя мѣста, чередуются съ холмистыми и гористыми участками, одѣтыми лѣсомъ и покрытыми почвами подзолистаго типа. Степные участки встрѣчаются вплоть до Стрѣтенска и даже къ востоку отъ послѣдняго. Въ окрестностяхъ Стрѣтенска буроватые черноземы, залегающіе на склонахъ къ р. Шилкѣ, имѣютъ мощность гумусовыхъ горизонтовъ до 40 см. Вскипаніе начинается на глубинѣ около 80 см., гдѣ углекислая известь почти сразу образуетъ особый горизонтъ. Глубже вся материнская порода вскипаетъ съ кислотой.

Чрезвычайно своеобразны такъ называемыя Нерчинскія степи, расположенныя между р.р. Нерчей и Куенгой подъ 50—52½° с. ш. По даннымъ Сукачева (31), онѣ сложены въ основѣ гранитами, на которыхъ мѣстами расположены липариты, ихъ брекчіи и туфы. Верхніе горизонты этихъ породъ каолинизированы и затѣмъ перекрыты слоистыми озерными осадками.

Изъ описаній разрѣзовъ можно вывести заключеніе, что, послѣ высыханія озернаго бассейна, образовались здѣсь сначала темныя луговыя почвы съ охристыми прослойками и ортштейновыми конкреціями, содержащими 17,54% Fe_2O_3, 9,57% Mn_3O_4 и 0,56% P_2O_5. Затѣмъ, при измѣненіи климата въ сторону большей сухости, изъ этихъ луговыхъ почвъ получились темноцвѣтные черноземовидные карбонатные солончаки. Въ нижнихъ частяхъ гумусовыхъ горизонтовъ наблюдаются иногда

очень темные участки, въ качествѣ реликтовъ болѣе древняго почвообразованія. Вообще же гумусовые горизонты отличаются рѣзко выраженной языковатостью.

Въ мѣстахъ повышенныхъ съ болѣе разсѣченнымъ рельефомъ карбонатность почвъ ослабѣваетъ: онѣ представляются болѣе выщелоченными. На такихъ участкахъ господствуетъ Phlojodicarpus dahuricum, тогда какъ наиболѣе карбонатныя почвы представляютъ такъ называемую в о с т р е ц о в у ю с т е п ь (вострецъ—Agropyrum Pseudoagropyron).

Въ комплексѣ съ указанными почвами находятся столбчатые солонцы, которые на ровныхъ мѣстахъ или на полого-покатыхъ южныхъ



Рис. 59. Столбчатый солонецъ въ Нерчинскихъ степяхъ. (Фот. С у к а ч е в а).

склонахъ занимаютъ до $^1/_4$ поверхности и болѣе. „На особенно ровныхъ мѣстахъ они могутъ занимать до $^1/_2$ всей поверхности. Особеннаго же развитія они достигаютъ у основанія южныхъ склоновъ, гдѣ они вдоль дна пади образуютъ часто совершенно сплошную полосу“. Повидимому, мы здѣсь встрѣчаемся съ условіями, напоминающими тѣ, которыя мы описывали въ западномъ Забайкальѣ (рис. 59).

Восточнѣе Забайкалья, какъ уже упоминалось въ своемъ мѣстѣ, степная зона не распространяется; она уходитъ въ сѣверную Маньчжурію.

Перейдемъ теперь къ знакомству съ болѣе южными частями Сибирской черноземной зоны, начавъ съ наиболѣе западныхъ ея участковъ, и остановимся прежде всего на Кустанайскихъ степяхъ. Подъ этимъ

названіемъ мы охарактеризуемъ районъ, охватывающій восточную часть Кустанайскаго у. Тургайской обл., сѣверную часть Тургайскаго у. и часть Троицкаго у. Оренбургской губ.

Кустанайскія степи, въ общемъ, равнинны, т. е. не имѣютъ рѣзкихъ колебаній рельефа, однако среди нихъ встрѣчаются рѣчныя долины съ впадающими въ послѣднія оврагами, а также крупныя и мелкія котловины. Первыя заняты озерами, вторыя или бываютъ временно заняты весеннимн водами, или остаются сухими (Короткій, 14).

Материнскими породами являются лессовидные суглинки, болѣе тяжелые суглинки, вѣроятно, міоценоваго возраста, а также супеси и пески.

По даннымъ Короткаго, южная граница черноземныхъ почвъ проходитъ здѣсь почти подъ $51^1/_2^\circ$ с. ш. Южный черноземъ обычно является солонцеватымъ и по строенію почти неотличимъ отъ залегающихъ южнѣе каштановыхъ почвъ, которыя имѣютъ лишь другой цвѣтовой оттѣнокъ. Вообще же въ описываемомъ районѣ крайне трудно руководствоваться цвѣтовыми оттѣнками, такъ какъ материнскія породы очень часто карбонатны почти съ поверхности, а бѣлый цвѣтъ карбонатовъ сильно мѣняетъ цвѣтовые оттѣнки гумусовыхъ горизонтовъ. Глубина залеганія невскипающихъ солей (гипсъ и пр.) колеблется въ южныхъ черноземахъ отъ 60 до 125 см. (чаще около 70—90 см.).

Солончаки и солонцы нерѣдки въ районѣ; огромное развитіе получаютъ солонцы, а частью и солончаки на площадяхъ, покрытыхъ супесчаными и суглино-супесчаными породами. По глубокимъ котловинамъ наблюдаются оподзоливающіеся солонцы.

Подъ лѣсной растительностью на пескахъ развиваются песчаные подзолы съ очень мощными подзолистыми горизонтами и глубоко залегающими ортштейновыми горизонтами.

Сильная засоленность описаннаго района, можетъ быть, находится въ связи съ тѣмъ обстоятельствомъ, что генезисъ мѣстныхъ материнскихъ породъ стоитъ въ связи съ міоценовыми осадками, очень богатыми солями, въ частности, карбонатами и гипсомъ. Въ связи съ этимъ слѣдуетъ отмѣтить, что районъ лежитъ въ той части „Киргизскихъ степей, которую Эд. Зюссъ называетъ Тургайскимъ проливомъ и черезъ которую въ прежнія геологическія эпохи, при нѣсколькихъ трансгрессіяхъ, происходило соединеніе южныхъ морей съ Сѣвернымъ Ледовитымъ океаномъ".

Петропавловско-Кокчетавскій районъ (Акмолинская обл.), лежащій къ востоку отъ Кустанайскихъ степей, не весь равниненъ. Его рельефъ рѣзко нарушается группой Кокчетавскихъ горъ. Районъ довольно богатъ рѣками и озерами, ихъ коихъ большія прѣсноводныя озера расположены въ горномъ районѣ, въ равнинной же степи озера въ большей или меньшей степени солоноваты.

Геологія района (Козыревъ (12, Нифантовъ, 21) довольно пестра: на-ряду съ послѣтретичными породами (лессовидные и иные суглинки) встрѣчаются третичные осадки, девонъ и выходы разнообразныхъ кристаллическихъ породъ (граниты, діабазы, порфириты и пр.).

Почвенный покровъ района охватываетъ двѣ подзоны чернозема: подзону обыкновеннаго и подзону южнаго чернозема. Граница этихъ подзонъ была намѣчена Туминымъ у пикета Ак-су, подъ 53°21′ с. ш. Отсюда, по даннымъ Райкина (28), она направляется къ западу сѣвернѣе д. Кривозерной, черезъ область озеръ Косъ-Куль и Увакъ-Камышъ. Граница черноземныхъ и каштановыхъ почвъ, по Тумину, лежитъ въ 25—30 в. къ сѣверу отъ Атбасара, т. е. примѣрно подъ 52° с. ш., откуда, направляясь къ западу, пограничная линія довольно значительно уклоняется на сѣверъ. Такимъ образомъ на меридіанѣ Атбасара мы находимъ наиболѣе далеко отходящій на югъ изгибъ границъ почвенныхъ зонъ и подзонъ. Какъ къ западу, такъ и къ востоку отъ Атбасарскаго меридіана эти границы отходятъ все далѣе на сѣверъ.

Средній черноземъ Петропавловско-Кокчетавскаго раіона Райкинъ характеризуетъ слѣдующими чертами: „общая мощность гор. $A_1 + A_2$ достигаетъ 65—70 см., иногда немного болѣе; на долю верхняго горизонта приходятся 23—25 см.; гор. A_1, имѣя довольно равномѣрную окраску черновато-сѣроватаго цвѣта, замѣтно переходитъ въ нижележащій гор. A_2 со свойственной ему языковатостью, пятнистостью, съ оттѣнками подстилающей материнской породы. Структура гор. А является со слабой, съ трудомъ уловимой зернистостью, которая маскируется комковатостью; послѣдняя, при слабомъ сдавливаніи или легкомъ разламываніи, и обнаруживаетъ зернистость. При переходѣ въ гор. A_2 гор. A_1 теряетъ свой характеръ — комочки являются сцементированнымн, болѣе плотными и при сдавливаніи обнаруживаютъ орѣховатость; въ нижней части горизонта наблюдаются комковатыя призмовидныя отдѣльности“.

Южный черноземъ имѣетъ мощность $A_1 + A_2 = 60—70$ см., изъ коихъ на долю A_1 приходится отъ 8 до 15 см. Гор. A_1 обнаруживаетъ иногда слабую слоеватость, быстро переходитъ въ A_2, который въ верхнихъ частяхъ зернистъ, а глубже комковатъ.

Въ районѣ нерѣдки солонцеватыя почвы, солонцы и солончаки, а въ сѣверной и центральной его частяхъ подъ колками попадаются деградированные черноземы и подзолистыя почвы.

Омско-Кокчетавскій районъ, обслѣдованный Искюлемъ (11), включаетъ въ себя части Омскаго, Петропавловскаго, Кокчетавскаго и Акмолинскаго у.у. Акмолинской области и небольшой сѣверо-западный уголъ Павлодарскаго у. Семипалатинской области.

Въ рельефномъ отношеніи онъ распадается на двѣ части: сѣверную—равнинную и южную—холмистую, сопочную.

Послѣтретичные наносы (лессовидные суглинки, супеси) не отличаются особой мощностью, особенно въ холмистой части района, гдѣ нерѣдко на поверхность выходятъ разнообразныя коренныя породы (песчаники, сланцы и пр.). Въ предѣлахъ района встрѣчаются средній черноземъ, южный черноземъ и каштановыя почвы. Въ подзону средняго чернозема Искюль относитъ здѣсь „всю лѣсостепь района, а также разнотравную часть ковыльной степи. Граница подзоны средняго чернозема проводится изслѣдователемъ нѣсколько сѣвернѣе пикета Ак-су, т. е. почти совпадаетъ съ границей, указанной Туминымъ для сосѣдняго, уже описаннаго района. Что же касается границы между черноземной и каштановой зонами, то таковую Искюль проводитъ въ своемъ районѣ значительно сѣвернѣе, чѣмъ Туминъ, отмѣчая, что хотя къ югу отъ проводимой имъ границы и встрѣчается южный черноземъ и даже иногда пятна средняго, но южный черноземъ находится здѣсь въ пестромъ комплексѣ и обладаетъ своеобразными морфологическими особенностями. Искюль полагаетъ, что если бы на мѣстѣ холмистаго рельефа была равнина, то граница южнаго чернозема съ каштановыми почвами проходила бы южнѣе, но такой взглядъ едва-ли правиленъ. Дѣло здѣсь, повидимому, не въ холмистости, а въ какихъ-либо другихъ особенностяхъ рельефа, ибо, при прочихъ равныхъ условіяхъ, холмистый и возвышенный рельефъ скорѣе долженъ былъ бы переносить насъ въ условія болѣе сѣверныхъ почвенныхъ подзонъ.

Зернистыхъ разностей средняго чернозема Искюль въ описываемомъ районѣ не наблюдалъ, хотя къ сѣверу отъ этого района онѣ встрѣчаются при условіяхъ гривнаго рельефа (югъ Тарско-Тюкалинскаго района). Гумусовые горизонты, считая вмѣстѣ съ языками, достигаютъ у средняго чернозема мощности въ 70 см., сплошная же гумусовая окраска идетъ не далѣе, какъ на 30—50 см. въ глубину (изрѣдка 60 см).

Южный черноземъ обнаруживается въ районѣ подъ типчаково-полынной растительностью. Гориз. A_1 у него съ сѣроватымъ отгѣнкомъ, сверху до 3—5 см. слоеватъ. Мощность всего горизонта 5—20 см. Характернымъ признакомъ является нахожденіе въ этихъ черноземахъ выдѣленій гипса.

Кромѣ черноземовъ въ районѣ встрѣчаются солонцы и солончаки, количество которыхъ средн южныхъ черноземовъ больше, чѣмъ въ подзонѣ средняго чернозема. Югъ обслѣдованнаго района занятъ уже каштановыми почвами.

Еще восточнѣе въ предѣлахъ черноземной зоны была обслѣдована сѣверная часть Павлодарскаго у. до 52° с. ш. (Рожанецъ, 29). Этотъ районъ отличается равнинностью, которая нарушается лишь невысокими

гривами, „не имѣющими сколько-нибудь значительнаго и опредѣленнаго простиранія“ и пониженіями—котловинами. Болѣе обширныя и глубокія изъ этихъ пониженій заняты солеными озерами, а мелкія—колками или остатками ихъ. Нѣсколько разнообразится картина внѣдреніемъ дюнныхъ песковъ Сѣвернаго бора въ юго-восточной части района. Среди невысокихъ песчаныхъ всхолмленій здѣсь встрѣчаются солончаковатые луга. Дюны находятся также вдоль надлуговой террасы праваго берега Иртыша.

Материнскими породами района являются послѣтретичные желтобурые суглинки, супеси и пески, налегающіе на свиту міоценовыхъ отложеній, а по скату къ Иртышу—аллювіальные пески съ прослоями суглинковъ и глинъ.

Обыкновеннаго или средняго чернозема въ Павлодарскомъ у. не встрѣчено, но онъ найденъ нѣсколько сѣвернѣе, въ Тюкалинскомъ у. Тобольской губ., въ области озеръ Сумы—Чабаклы, откуда, повидимому, тянется на западъ къ при-иртышскому скату, который почти сплошь занятъ супесчанымъ обыкновеннымъ черноземомъ.

Въ Павлодарскомъ у. встрѣчены лишь разности южнаго чернозема, имѣющін мощность A_1—въ 10—16 см., A_1+A_2—65—75 см. Цвѣтъ горизонта A_1 черный съ замѣтнымъ сѣроватымъ оттѣнкомъ. Въ верхней части гор. A_1 наблюдается иногда слабо-выраженная слоистость. Вскипаніе сплошное съ 10—16 см., а языками и пятнами съ 10—16 см. Таковы признаки суглинистыхъ южныхъ черноземовъ, занимающихъ лишь наиболѣе сѣверныя части у. Южнѣе появляются супесчаныя разности этихъ почвъ, горизонтъ вскипанія у коихъ пониженъ до 50—70 см. Общая мощность гумусовыхъ горизонтовъ у этихъ почвъ колеблется между 48—64 см.; слоистость въ поверхностномъ горизонтѣ иногда наблюдается.

Къ югу супесчаные южные черноземы переходятъ въ супесчаныя каштановыя почвы, иногда солонцеватыи.

Солончаки и солонцы въ районѣ встрѣчаются нерѣдко; мѣстами наблюдается и деградація солонцовъ.

Переходя къ востоку въ предѣлахъ Обь-Иртышскаго водораздѣла, мы остановимся на результатахъ изслѣдованій Драницына, затрагивающихъ Кулундинскую степь и къ сѣверу отъ нея расположенныя пространства. Южную часть обслѣдованнаго Дранициным ъ района мы разсмотримъ при характеристикѣ каштановой зоны. Сѣвервая часть даннаго района обладаетъ всѣми признаками Барабы, съ ея гривнымъ характеромъ, обиліемъ солонцовъ и солончаковъ, обиліемъ колковъ и пр. Черноземы, встрѣчающіеся иногда къ С. отъ с. Купина, повидимому, еще принадлежатъ подзонѣ обыкновеннаго чернозема. Къ сѣверу отъ пог. Батурка Дранницынъ описываетъ степь, почвы которой принадлежатъ уже переходной области отъ черноземовъ къ каштановымъ

почвамъ. Изслѣдователь затрудняется пока отнести вполнѣ опредѣленно эти почвы въ ту или иную группу, такъ какъ въ изученномъ имъ районѣ точное разграниченіе черноземныхъ и каштановыхъ почвъ весьма усложняется, благодаря значительной песчанистости мѣстныхъ почвъ и отсутствію, въ силу этого, типично выраженныхъ морфологическихъ признаковъ. За Бурлой лежатъ уже несомнѣнно каштановыя почвы.

Хаинскимъ (34) была изучена при-обская часть Обь-Иртышскаго водораздѣла между линіей Сибирской жел. дороги и 51° с. ш. Въ орографическомъ отношеніи районъ дѣлится на двѣ неравныя части: большую сѣверную, отличающуюся равнинным рельефомъ и меньшую южную, имѣющую горный характеръ. Въ горной части района и въ предгорьяхъ широко распространены осадочныя породы. Въ предгорьяхъ по р. Алею, Поперечной, Локтевкѣ, нижнему теченію Чарыша развиты послѣтретичные суглинки. Въ горной же мѣстности Колыванскаго массива лессовидные суглинки встрѣчаются лишь отдѣльными пятнами. Въ горахъ развиты осадочныя породы девона: сланцы и известнякн. Имѣются выходы изверженныхъ породъ.

По даннымъ Хаинскаго, съ широты с. Чиковскаго, въ районѣ начинаютъ встрѣчаться обыкновенные черноземы. Смѣна обыкновенныхъ черноземовъ южными идетъ въ направленіи съ СВ. на ЮВ., т. е. отъ Оби къ Кулундинскому лѣсу. У предгорій Алтая подъ 52° с. ш. лежатъ также южные черноземы съ зернистой структурой. Каштановыхъ почвъ въ *равнинной части района вовсе не встрѣчается, а между тѣмъ* подъ тѣми же широтами въ лежащей западнѣе Кулундинской степи онѣ широко развиты. Эти данныя указываютъ на вліяніе горной системы Алтая. вызывающей смѣну почвеннаго покрова отдѣльныхъ почвенныхъ зонъ Зап. Сибири по мѣрѣ приближенія къ горному массиву. Черноземная зона переходитъ здѣсь въ подзолистую, а каштановая — въ черноземную.

Почвенный покровъ описываемаго района разнообразится внѣдреніемъ въ равнину нѣсколькихъ рѣчныхъ долинъ, сопровождающихся песчаными наносами. На послѣднихъ разливаются боры съ подзолистыми почвами, а почвы сосѣднихъ съ борами частей водораздѣловъ несутъ ясные признаки деградаціи. Въ межгривныхъ долинахъ, а также и въ рѣчныхъ, здѣсь распространены солончаки, тогда какъ солонцы развиты въ районѣ значительно слабѣе.

Обратимся теперь къ изученію южныхъ частей черноземной зоны по восточную сторону Алтая и остановимся прежде всего на характеристикѣ сѣверо-западной части Минусинскаго у., обслѣдованной детально Прасоловымъ и Емельяновымъ [1]). „Районъ предста-

[1]) Прасоловъ (24).

вляетъ часть той обширной, окруженной горами, депрессіи, которую Зюссъ называетъ Минусинской переходной областью". Она ограничена на N и NO Восточными Саянами, на S—Западными Саянами и на W—Кузнецкимъ Алатау.

Въ районѣ господствуютъ девонскіи отложенія, слагающіяся известняками, мергелями и красноцвѣтиой толщей (песчаники, глины, мергеля) и отложенія Медвѣжьяго яруса. Имѣются выходы изверженныхъ породъ. „Поверхъ палеозойскихъ осадочныхъ образованій лежатъ только послѣтретичныя и современныя рѣчныя образованія, озерныя и субаэральныя отложенія". Много озеръ соленыхъ и прѣсныхъ или слабосолоноватыхъ.



Рис. 60. Комплексъ южнаго чернозема и столбчатаго солонца въ Минусинскомъ у. Фот. Никифорова.

Изъ черноземныхъ почвъ Прасоловъ отмѣчаетъ въ районѣ присутствіе нѣсколькихъ разпостей тучныхъ черноземовъ, нѣсколько разностей обыкновенныхъ и южныхъ (рис. 60). Почвы нерѣдко хрящеваты. Повидимому, какъ по условіямъ залеганія, такъ и по морфологіи и химизму мѣстные тучные черноземы не могутъ быть отнесены въ одну группу съ мощными черноземами русскихъ равнинъ. Они носятъ до нѣкоторой степени луговой характеръ, что видно отчасти изъ данныхъ по распредѣленію гумуса въ почвенномъ разрѣзѣ. Такъ, напримѣръ, въ образцѣ 63 горизонтъ 0—16 см. содержитъ 18,38% гумуса, а на глубинѣ 24—34 — всего 6,55%. Въ другихъ образцахъ получаются такія величины:

№ 8.	0— 8 см.	14,70%	гумуса.
	10—22 „	6,22	„
№ 9. Е.	0—10 „	15,07	„
	10—23 „	6,23	„

Водныя вытяжки даютъ также нѣсколько повышенныя величины для сухихъ остатковъ, по сравненію съ тѣми, какія получаются для черноземовъ Европейской Россіи и даже Зап. Сибири. Можетъ быть, эти различія слѣдуетъ отчасти связать съ дѣвственностью мѣстныхъ почвъ, а отчасти съ тѣми особенностями, какія вносятъ въ процессы почвообразованія горные районы. Кромѣ черноземныхъ почвъ, въ районѣ встрѣчаются деградированные черноземы, лѣсные суглинки, изрѣдка каштановыя почвы, солонцы и солончаки.

Тучные черноземы описываются также Никифоровымъ (20) *къ сѣверу отъ только что разсмотрѣннаго района и верстахъ въ* 30 къ югу отъ Ачинска. Эти почвы имѣютъ интенсивно черный цвѣтъ во влажномъ состояніи, зернистую структуру въ гориз. A_1, мощность котораго достигаетъ 42 см. Общая мощность гумусовыхъ горизонтовъ не превышаетъ 60 см., хотя отдѣльные языки гумуса идутъ и глубже. Материнскія породы рыхлой консистенціи. Карбонаты выдѣляются въ видѣ псевдомицелія. На глубокомъ разрѣзѣ выдѣлились два горизонта наиболѣе обильнаго скопленія карбонатовъ: на глубинѣ 128—158 и 260—300 см. Кристаллы гипса встрѣчены на глубинѣ 348 см. въ видѣ друзъ.

Возможно, что эти почвы являются дѣйствительно аналогами мощныхъ черноземовъ Европейской Россіи, и что къ востоку отъ Кузнецкаго Алатау, гдѣ предстепье и вообще сѣверная часть черноземной зоны, какъ мы видѣли, теряетъ типическія особенности, свойственныя той же полосѣ въ Зап. Сибири, удастся выдѣлить подзону мощнаго зерноземa (въ Маріинскомъ и Ачинскомъ уѣздахъ).

Чтобы закончить съ черноземной зоной Азіатской Россіи, намъ остается разсмотрѣть еще Верхне-Ононскій и Верхне-Чикойскій районы Забайкалья.

Верхне-Ононскій районъ, изученный Прасоловымъ (25), имѣетъ горный характеръ и потому, несмотря на свое довольно южное положеніе, не даетъ типичной степной обстановки. Прасоловъ описываетъ здѣсь предстепье или луговую степь по Ингодѣ и особенно по Онону. На Ононской степи не было встрѣчено типичныхъ черноземовъ, а всюду какъ на высоко расположенныхъ участкахъ, такъ и на равнинахъ *вдоль Онона или по склонамъ впадающихъ въ него падей можно* было наблюдать всего одинъ комплексъ своеобразныхъ выщелоченныхъ темноцвѣтныхъ почвъ въ различныхъ варіаціяхъ и переходахъ ихъ къ почвамъ типично-луговымъ. Изученіе морфологіи этихъ почвъ затруд-

няется благодаря ихъ грубому механическому составу, такъ какъ среди материнскихъ породъ здѣсь играютъ преобладающую роль грубые продукты вывѣтриванія кристаллическихъ и метаморфическихъ породъ.

Въ самыхъ пониженныхъ мѣстахъ рельефа встрѣчаются солончаковатыя почвы и солончаки.

При переходѣ изъ лѣсостепи въ таежные участки района наблюдается „переходъ отъ слабо-подзолистыхъ почвъ лиственничнаго лѣса къ ясно-подзолистымъ и подзоламъ.

Въ Верхне-Чикойскомъ районѣ, имѣющемъ также гористый характеръ, Емельяновъ (9) намѣчаетъ слѣдующія области: 1) гольцы съ участками горно-луговыхъ и болотныхъ почвъ; 2) подгольцовая область, приблизвтельно того-же характера; 3) область щебенчатыхъ подзолистыхъ почвъ подъ кедрово-лиственичной тайгой; 4) область слабоподзоленныхъ щебенчатыхъ почвъ подъ свѣтлыми лиственничными лѣсами съ участками сосны; 5) область преобладанія коричневыхъ лѣсныхъ суглинковъ, покрытыхъ лиственнично-березовой тайгой и 6) область черноземовъ, исключительно пріуроченную къ широкимъ долинамъ на югѣ и юго-западѣ района (Менза, Чикой). Особо отмѣчается обширное пониженіе между Альтономъ и Бальдзой, покрытое выщелоченными темноцвѣтными почвами.

Черноземъ покрываетъ длинные шлейфы горъ и быстро выклинивается, по мѣрѣ подъема на склоны, переходя въ березнякахъ въ почвы типа лѣсныхъ суглинковъ. Судя по описанію типичнаго разрѣза чернозема, можно думать, что мы на самомъ дѣлѣ имѣемъ здѣсь дѣло не съ черноземомъ, а съ почвой солончаковатой. Она характеризуется торфянистостью поверхностнаго горизонта, неглубокимъ, сравнительно, вскипаніемъ (37—46 см.) и обильнымъ скопленіемъ карбонатовъ въ подгумусовыхъ горизонтахъ.

Такимъ образомъ всѣ данныя, какими мы располагаемъ по отношенію къ степной зонѣ Забайкалья, указываютъ намъ, что здѣсь нѣтъ черноземовъ, хотя бы въ той формѣ, въ какой они встрѣчаются въ Зап. Сибири и въ Енисейской губ., что мѣстныя почвы, приближающіяся къ черноземному типу, носятъ или характеръ луговыхъ (лугово-степвыхъ) или солончаковатыхъ.

Литература.

1. Агапитовъ. Изв. Восточно-Сиб. Отд. И. Р. Г. О., т. IX, № 3—4; т. XI № 3—4.
2. Гагемейстеръ. Статист. обозрѣніе Сибири. Спб. 1854.
3. Georgi. Geograph.-physikalische und naturhistorische Beschreibung des Russischen Reiches. 1799.

4. Глинка, К, Горшенинъ, Стратоновичъ, Яковлевъ. Тр. Докучаев. Почв. Ком., вып. I, 1914.
5. Глинка, К. Предв. отч. объ организаціи и исполн. работъ по изслѣдов. почвъ Азіатск. Россіи въ 1908 г. Спб. 1909.
6. Гордягинъ. Тр. Общ. Естеств. при Казан. Универс., т. XXXIV, в. 3, 1900.
7. Докучаевъ. Къ вопросу о Сиб. черноземѣ. Докладъ с.-хоз. отд. Имп. Вольн. Экон. Общ., 1882.
8. Драницынъ. Предвар. отчетъ и т. д. за 1913 г. Спб. 1914.
9. Емельяновъ. Ibidem.
10. Искюль. Предвар. отч. и т. д. за 1912 г. Спб. 1913.
11. — Ibidem, за 1913 г. Спб. 1914.
12. Козыревъ. Грунтов. воды Кокчетавскаго, Акмолинск. и Атбас. у.у. Спб. 1907.
13. Клеменцъ. Изв. Вост.-Сиб. Отд. И. Р. Г. О., т. XX, № 1.
14. Короткій. Предвар. отчетъ и т. д. за 1913 г. Спб. 1914.
15. Крыловъ. Предвар. отч. о ботан. изслѣд. Сибири и Туркестана. Спб. 1912.
16. Лаврентьевъ. Изв. Вост.-Сиб. Отд. И. Р. Г. О., т. XX, № 5.
17. Мартьяновъ. Ibidem, т. XIV, № 3.
18. Миддендорфъ. Die Baraba. Mém. de l'Acad. Imp. des sc. de St.-Pétersbourg, VII sér. T. XIV, № 9, 1870.
19. Молотиловъ. Очерки природы сѣв.-зап. Барабы. Томскъ, 1912.
20. Никифоровъ. Предв. отчетъ и т. д. за 1913 г. Спб. 1914.
21. Нифантовъ. Гидрогеол. изслѣд. Акмолинской области, 1909—10.
22. Новопокровскій. Предвар. отч. о ботан. изслѣдов. въ Сибири и Туркестанѣ въ 1908 г., подъ ред. А. Ѳ. Флерова, Спб. 1909.
23. Панковъ. Тр. почв. экспед. — Почв. изслѣд. 1909 г., вып. 11. Спб. 1911.
24. Прасоловъ. Тр. почв. экспед. — Почв. изслѣд. 1910 г., вып. 2. Спб., 1914.
25. — Предв. отчетъ и т. д. за 1913 г. Спб. 1914.
26. Прейнъ. Изв. Вост.-Сиб. Отд. И. Р. Г. О., т. XXIII, № 2.
27. Райкинъ. Предвар. отчетъ и т. д. за 1912 г. Спб. 1913.
28. — Ibidem, за 1913 г. Спб. 1914.
29. Рожанецъ. Ibidem, за 1913 г. Спб. 1914.
30. Рупрехтъ. Прилож. къ X т. Зап. Имп. Акад. Наукъ, № 6, 1866.
31. Сукачевъ. Предвар. отчетъ и т. д. за 1912 г. Спб. 1913.
32. Таифильевъ. Тр. Геолог. части Каб. Е. И. В., т. V, вып. 1, Спб. 1902 (литература).
33. Туминъ. Тр. почв. экспед. Почв. изслѣд. 1908 г., вып. 10. Спб. 1910.
34. Хаинскій. Ibidem. Почв. изслѣд. 1912—13 гг., вып. I. Спб. 1915.
35. Шамаринъ. Изв. Вост.-Сиб. Отд. И. Р. Г. О., т. XI, № 3—4.
36. Яхонтовъ. Предвар. отчетъ и т. д. за 1912 г. Спб. 1913.

4. Каштановая зона.

Каштановая зона Азіатской Россіи изучена экспедиціями Переселенческаго Управленія въ различныхъ ея частяхъ съ различной степенью подробности. Она была затронута всѣми экспедиціями, устанавливавшими южную границу черноземной зоны, какъ это было отмѣчено на предыдущихъ страницахъ, и затронута, очевидно, въ своей сѣверной части (рис. 61). Многіе изъ изслѣдователей (Короткій, Рожанецъ, Драницынъ) отмѣчаютъ, что южный черноземъ переходитъ въ каштановыя почвы столь постепенно, что точно установить границу между этими двумя почвами невозможно. Особенно это подчеркивается для Тургайской обл., гдѣ не только каштановыя почвы, но и южные черноземы являются карбонатными и нерѣдко слабо-соловцеватыми. Въ этомъ



Рис. 61. Каштановая степь Акмолинской области. Фот. Райкина.

случаѣ даже по флорѣ нельзя разграничить области распространенія каштановыхъ и черноземныхъ почвъ. Въ другихъ случаяхъ отмѣчается постепенное измѣненіе флоры, выражающееся въ уменьшеніи числа видовъ растеній, увеличенія % степныхъ формъ и даже появленіи нѣкоторыхъ спеціальныхъ видовъ растеній (Рожанецъ, l. c.) [1]).

Болѣе подробно была обслѣдована сѣверная часть каштановой зоны Абутьковымъ (1) въ Кушмурунской волости Петропавловскаго уѣзда; на этихъ данныхъ мы прежде всего и остановимся.

Геологическое строеніе района таково: въ основѣ лежатъ палеозойскія образованія, состоящія изъ песчаниковъ, известняковъ, глинистыхъ сланцевъ, кварцитовъ, прорѣзанныхъ жилами діабаза, порфирита, кварцеваго порфира и мѣстами покрытыхъ туфами. Всѣ эти породы обнажаются участками лишь по берегамъ р. Ишима. Все же

[1]) Растенія опредѣлялись Кучеровской.

остальное пространство слагается третичными осадками, которые вѣнчаются карбонатной глинистой породой палеваго цвѣта (лессовидный суглинокъ).

Преобладающими почвами района являются темнокаштановыя и болѣе свѣтлыя каштановыя слабо-солонцеватыя почвы. Поверхность нхъ является очень неровной и разбитой трещинами шириной въ 0,5—2—3 см. Растительный покровъ сравнительно однообразенъ и представленъ слѣдующими видами: Stipa pennata, S. capillata, Artemisia austriaca, Triticum repens, рѣже Aster villosus, Koeleria cristata, Festuca sulcata, Artemisia maritima и единично Statice speciosa, Peucedanum и Ferula. У болѣе солонцеватыхъ почвъ растительный покровъ изрѣживается, и среди него чаще встрѣчаются Festuca sulcata, Koeleria cristata, Artemisia maritima, Aster villosus и рѣдко Statice Gmelini.

Наиболѣе однотипиченъ почвенный покровъ на водораздѣлахъ между рр. Обоганомъ (Убоганомъ) и Кундуздой, между послѣдней и Кайбагаромъ и, наконецъ, въ южной части описываемаго района. Здѣсь солонцы и солончаки очень мало развиты. По мѣрѣ движенія къ сѣверу, сильно возрастаетъ количество котловинъ, а вмѣстѣ съ ними—солонцовыхъ и солончаковыхъ почвъ. Пониженныя части впадинъ заняты обычно полуболотными и луговыми почвами, болѣе или менѣе засоленными (разности мокрыхъ солончаковъ), края западинъ слагаются цухлыми солончаками и столбчатыми солонцами, къ которымъ примыкаютъ солонцеватыя и слабо-солонцеватыя каштановыя почвы.

Болѣе южная часть каштановой зоны въ предѣлахъ Зап. Сибири изучалась въ Тургайской, Акмолинской и частью Семипалатинской областяхъ.

Въ предѣлахъ Тургайской области болѣе или менѣе детально изучены сѣверныя части Тургайскаго у. (волости Наурзумская 1-я, Наурзумская 2-я, Тусунская и Майкаринская). Климатическія условія этого района приблизительно таковы (Скаловъ, 8).

Средняя температура года	1,9°
„ „ зимы	—14,2
„ „ весны	0,6
„ „ лѣта	19,1
„ „ осени	2,2
Годовое количество осадковъ	309 мм.
Зимнее „ „	46,0 „
Весеннее „ „	53,0 „
Лѣтнее „ „	141,5 „
Осеннее „ „	68,9 „

Описываемая часть области слагается третичными осадками (пески олигоцена, бѣлыя и красныя глины міоцена), толща которыхъ покры-

вается лессовидными карбонатными глинами. Мѣстами выходятъ на поверхность, въ качествѣ материнскихъ породъ, міоценовыя глины и олигоценовые пески.

На водораздѣльныхъ плато, прикрытыхъ съ поверхности карбонатными глинами, преобладающими почвами являются карбонатные слабо-солонцеватые каштановые суглинки. Поверхность ихъ неровна и покрыта трещинами. На этихъ почвахъ растутъ: Festuca sulcata, Koeleria gracilis, Stipa pennata, Bromus inermis, Artemisia austriaca, Arenaria graminifolia, Ferula caspica и др. На крутыхъ склонахъ каштановые суглинки свѣтлѣютъ, становятся болѣе солонцеватыми по строенію (болѣе уплотненъ гориз. В), горизонтъ солей ближе подходитъ къ поверхности (Левченко, 4). Среди представителей флоры на послѣднихъ почвахъ появляются Artemisia maritima incana, Kochia prostrata, Statice и др.

По низкимъ мѣстамъ наблюдаются солонцеватые каштановые суглинки, приближающіеся по строенію къ столбчатымъ солонцамъ. На ихъ поверхности Stipa и Festuca иногда совсѣмъ отсутствуютъ, но зато появляются Artemisia pauciflora, отдѣльные кустики Atriplex canum, Artemisia maritima salina и др. солонцеватыя формы.

Солонцы и солончаки занимаютъ огромныя пространства пониженныхъ участковъ. Солонцы встрѣчаются глубоко- и корково-столбчатые, корково-глыбистые и пр. На столбчатыхъ солонцахъ растутъ Festuca, Artemisia maritima incana, Kochia prostrata и отдѣльными кустиками ковыль. Съ уменьшеніемъ мощности горизонта А на столбчатыхъ солонцахъ появляются Statice Gmelini, Atriplex canum, Artemisia pauciflora, Pyrethrum и др. Ковыль при этомъ совершенно исчезаетъ. На корково-столбчатыхъ солонцахъ получаютъ преобладаніе Atriplex canum, Artemisia pauciflora; къ нимъ примѣшиваются Camphorosma, Brachylepis salsa, Kochia prostrata и др. На поверхности столбчатыхъ солонцовъ вообще встрѣчается много лишайниковъ. Солончаки покрыты Salicornia herbacea, Suaeda maritima, Obione verrucifera, Artemisia maritima salina.

Въ Атбасарскомъ у. Акмолинской области былъ детально изученъ районъ, прилегающій къ оз. Денгизъ; сѣверная граница района лежитъ подъ 50° 35′ с. ш. (Туминъ). Рельефъ района холмистый. Наиболѣе высокіе пункты (470,3 м.) находятся въ юго-западной части района и сложены кварцитами (девонъ). Въ этой части района кромѣ кварцитовъ имѣются красные конгломераты, красноватые и зеленоватые песчавики, среди которыхъ встрѣчаются тонкіе пласты синевато-сѣраго известняка. Въ юго-восточной части особенно сильно развиты красные конгломераты, а кварцитовъ нѣтъ. Въ сѣверной половинѣ района красныхъ конгломератовъ нѣтъ; красноватые и зеленоватые песчаники наблюдаются рѣдко, господство-же принадлежитъ сѣро-синеватымъ известнякамъ, ко-

торые, повидимому, покрываютъ красноватые и зеленоватые песчаники. По повышеннымъ пунктамъ лежитъ бѣлый или сѣрый песчаникъ или слоистыя глины, красноватыя и желтоватыя. У сѣверной границы района встрѣчены также желтыя охристыя и бѣлыя каолиновыя глины. Всѣ послѣднія породы, начиная съ бѣлыхъ и сѣрыхъ песчаниковъ, повидимому, третичныя. Новѣйшими образованіями являются, въ большинствѣ случаевъ, буроватые суглинки съ обломками тѣхъ или другихъ коренныхъ породъ.

Почвенный покровъ района чрезвычайно пестрый и даетъ самые разнообразные комплексы. Солончаки и каштановыя несолонцеватыя почвы имѣютъ малое распространеніе. Солонцы же, солонцеватыя и слабо-солонцеватыя каштановыя почвы, наоборотъ, очень широко развиты. Солонцы встрѣчаются столбчатые и призматическіе, чаще всего съ укороченнымъ гориз. А (3—8 см.).

Въ размѣщеніи почвъ въ предѣлахъ района отмѣчены опредѣленныя закономѣрности. Такъ, напримѣръ, при переходѣ отъ слабо-солонцеватой почвы къ солончаку наблюдается слѣдующее чередованіе почвъ: 1) слабо-солонцеватыя почвы; 2) солонцеватыя почвы; 3) солонцы; 4) солонцеватыя почвы; 5) солончаки. Подобное распредѣленіе констатировано по берегу оз. Денгизъ, гдѣ указанные переходы, начиная отъ солончаковъ, лежащихъ у самаго озера, замѣчаются по мѣрѣ удаленія отъ озера. Закономѣрность въ распредѣленіи почвъ, а также свойства этихъ почвъ и характеръ покрывающей ихъ растительности Туминъ иллюстрируетъ слѣдующей діаграммой (рис. 62):

„Если просматривать переходъ отъ столбчатаго солонца къ солончаку, то увидимъ слѣдующее: по мѣрѣ приближенія къ солончаку, солевой горизонтъ (SO_3, Cl) у столбчатаго солонца поднимается все выше и выше. Когда онъ поднимется до 15—20 см., то солонецъ замираетъ и переходитъ въ солонцеватую почву, а дальше замираетъ солонцеватая почва и идетъ солончакъ". „Въ переходѣ столбчатаго солонца въ солонцеватую почву повышеннаго засоленія интересно слѣдующее: когда солонецъ близокъ къ моменту превращенія въ солонцеватую почву, то столбчатыя отдѣльности его становятся очень тонкими (1,5—3 см.) и короткими (3—4 см.)". „Метаморфозъ солонца въ солонцеватую почву пониженнаго засоленія имѣетъ другія особенности и не сопровождается карликовыми отдѣльностями".

Въ Семипалатинской области большой районъ каштановыхъ почвъ былъ пройденъ Драницынымъ (3) въ предѣлахъ Кулундинской, Бель-Агачской и др. степей. Районъ этотъ отчасти захватывался раньше Выдринымъ и Ростовскимъ (2), а затѣмъ Танфильевымъ (12). По наблюденіямъ Драницына, къ югу отъ р. Бурлы уже встрѣчаются песчаныя почвы, часто съ примѣсью мелкаго гравія, кото-

рыя должны быть отнесены къ группѣ каштановыхъ (даже свѣтло-каштановыхъ). Къ востоку онѣ темнѣютъ, принимая характеръ темнокаш-

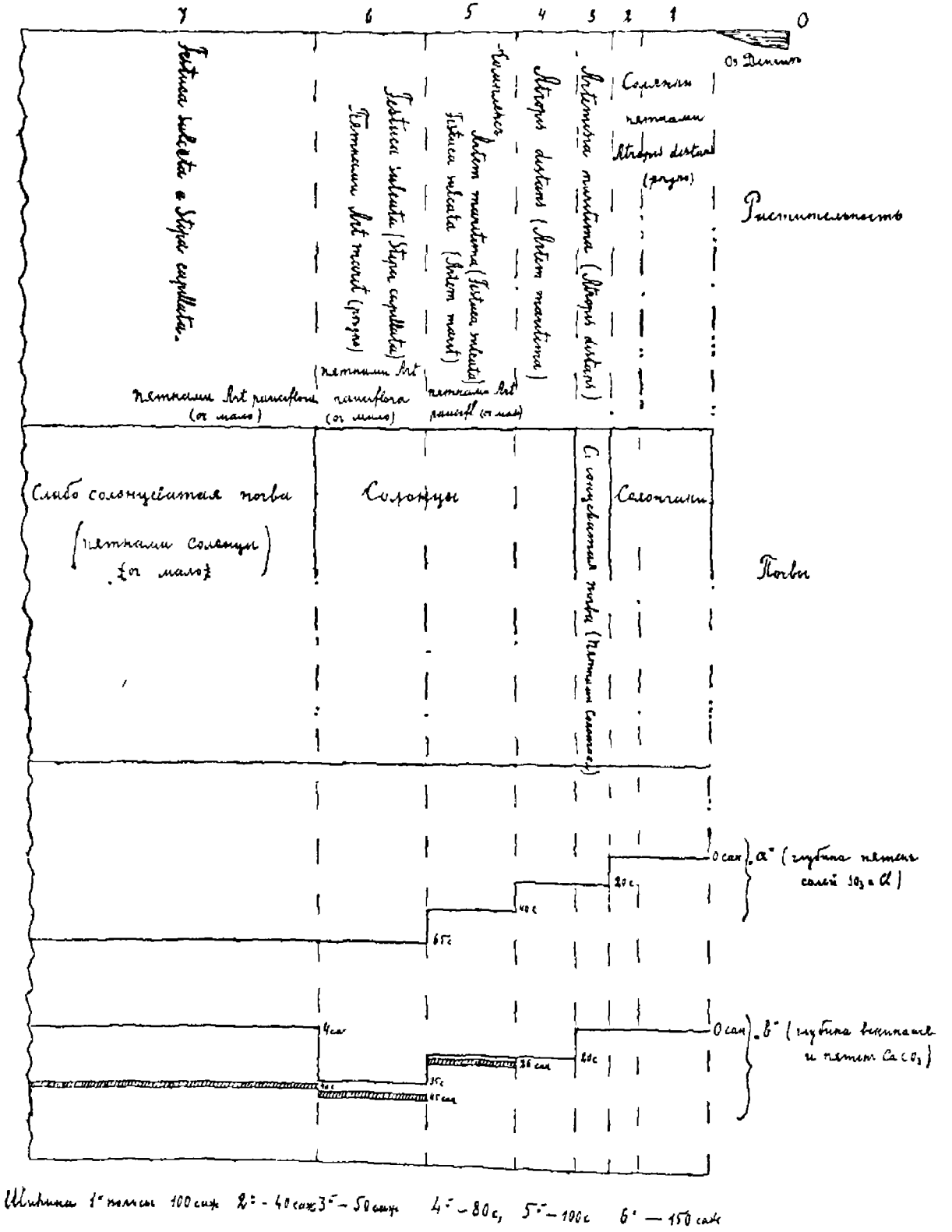


Рис. 62.

тановыхъ. Свѣтло-каштановыя песчаныя почвы очень типичны у Славгорода, но и южнѣе послѣдняго онѣ обладаютъ тѣми же свойствами. Область тѣхъ же почвъ простирается и еще южнѣе, захватывая Коро-

стелевскую и Бель-Агачскую степи, лежащія къ С. отъ Семипалатинска, но здѣсь каштановыя почвы развиваются уже не на супесяхъ, какъ въ Кулундинской степи, а на тонкопесчанистомъ суглинкѣ.

Въ Енисейской губ. Стасевичемъ (11) былъ обслѣдованъ детально участокъ каштановой зовы, прилегающій съ обѣихъ сторонъ къ р. Абакану, лѣвому притоку Енисея. Въ изученномъ районѣ встрѣчаются три вида рельефа: горы, холмистая степь и равнинная степь. Высокія точки горъ имѣютъ до 917 м. абсолютной высоты. Горы Саксары сложены гранитомъ, разсыпающимся въ щебень, дресву и мелкоземъ, остальныя же мѣстности съ горнымъ рельефомъ заняты осадочными породами (девонъ, Ursa-Stufe). Въ холмистой степи по Абакону материнскими породами чаще всего служатъ грязно-желтые или грязно-коричневые суглинки, супеси, желтовато-сѣрый песокъ и нѣкоторыя коренныя породы. Равнинная степь слагается галечниками, прикрытыми пескомъ, въ свою очередь переходящимъ кверху въ свѣтло-желтыя супеси и легкіе, часто пористые и лессовидные суглинки; мѣстами материнскія породы хрящеваты и щебневаты.

Почвенный покровъ состоитъ изъ каштановыхъ суглинковъ, супеси и песковъ, каштановыхъ солонцеватыхъ почвъ, столбчатыхъ солонцовъ, солончаковъ, болотныхъ почвъ, болѣе или менѣе засоленныхъ и почвъ горныхъ склоновъ.

Растительный покровъ каштановыхъ почвъ состоитъ изъ Stipa sareptana, Festuca sulcata, Koeleria cristata, Diplachne squarrosa, часто встрѣчаются Poa sterilis, рѣдко—Avena desertorum, Phleum Boehmeri, Stipa pennata. На столбчатыхъ солонцахъ съ мощнымъ горизонтомъ А растительный покровъ почти тотъ-же, что и на каштановыхъ, но рѣзче и обильнѣе выступаютъ Veronica incana, Carex stenophylla, Umbilicus spinosus и пр. При уменьшеніи мощности горизонта А растительвый покровъ начинаетъ измѣняться: Stipa почти исчезаетъ, Festuca становится мельче, чаще встрѣчается Koeleria. При мощности гор. А=3—5 см. злаки исчезаютъ и появляются Atropis distans, Kochia prostrata. На солончакахъ растутъ Salicornia herbacea и Kalidium foliatum. По берегамъ соленыхъ озеръ растетъ Lasiagrostis splendens, а слабо засоленныя почвы рѣчныхъ долинъ покрыты Iris biglumis (Смирновъ, 10).

Въ Иркутской губ. каштановая зона отсутствуетъ, но продолженіе ея мы встрѣчаемъ въ южномъ Забайкальѣ, гдѣ отдѣльныя части этой зоны были изучевы Прасоловымъ и Емельяновымъ. Мы остановимся прежде всего на характеристикѣ юго-западнаго угла Забайкалья (Троицкосавскій, Селевгвнскій и отчасти Верхнеудинскій у.). По даннымъ Прасолова (5), „районъ, подобно большей части всего Забайкалья, представляетъ своеобразное сочетаніе лѣсистыхъ хребтовъ и степныхъ долинъ, причемъ здѣсь контрасты этихъ двухъ формъ поверх-

ности и рѣзкость переходовъ между ними особенно выдѣляются". Въ предѣлахъ района могутъ быть установлены слѣдующія сочетанія почвенно-растительнаго покрова: 1) сухія степи съ каштановыми почвами и сопровождающими ихъ комплексами солонцовъ и солончаковъ; 2) сосновые боры на пескахъ; 3) лѣсостепь и лиственнично-сосновые лѣса съ черноземами и лѣсными почвами особаго рода; 4) лиственнично-кедровыя, кедрово еловая и кедрово-пихтовая тайги высокихъ горъ. Мы остановимся здѣсь лишь на характеристикѣ сухихъ степей, входящихъ въ составъ описываемой нами зоны.

Участки степи располагаются въ пониженіяхъ у южной подошвы хребтовъ.

„Чѣмъ ближе къ Селенгѣ, тѣмъ дальше отступаютъ здѣсь лѣсные хребты и тѣмъ шире развертывается степь, сливаясь на сѣверѣ черезъ *Боргой со степью по рѣчкѣ Иро и переходя къ югу на правую сторону* Джиды". Большіе степные участки находятся также по Чикою, по Хилку.

По профилю черезъ Боргойскую долину наблюдается такая послѣдовательность въ распредѣлевіи почвъ, начиная отъ рѣки и поднимаясь по склону хребта: у рѣки лежитъ полоса солончаковъ и засоленнаго аллювія, поросшихъ солянками и ирисомъ (Iris biglumis), чіемъ и пр., выше идетъ на $^1/_2$ версты шириной комплексъ мокрыхъ и столбчатыхъ солонцовъ, еще выше—комплексъ столбчатыхъ солонцовъ съ каштановыми почвами, за нимъ—полынно-злаковая степь съ каштановыми почвами, вслѣдъ за которой идетъ злаковая степь, сначала тощая съ дерновинами Diplachne squarrosa, а выше густотравная, богатая Agropyrum Pseudoagropyron (вострецъ). Эта степь покрыта темнокаштановыми почвами.

„Съ выходомъ на поверхность грунтовыхъ водъ связано и еще одно очень интересное явленіе, именно образованіе бугровъ вып я чиваніи на равнинѣ Боргоя. Эти бугры (до 1,5 и 2 м. высоты и до 40 м. въ поперечникѣ) представляютъ вздутую поверхность солончака, поднятую напоромъ плывуна. Верхушки бугровъ обыкновенно прорваны и нѣсколько опущены, представляя подобіе кратеровъ съ нѣсколькими отверстіями, изъ которыхъ выливается жидкая черная грязь—плывунъ. При надавливаніи вся поверхность верхушки колеблется. Толстый деревянный колъ свободно уходитъ въ плывунъ, но на глубинѣ около 0,7, 1 и 1,5 м. упирается въ совершенно твердую, вѣроятно, мерзлую породу". Такія или аналогичныя имъ явленія, стоящія въ той или иной связи съ постоянной мерзлотой почвъ, наблюдались и въ другихъ почвенныхъ зонахъ Вост. Сибири (Прохоровъ, Никифоровъ, Аболинъ и др.).

По мѣрѣ движенія въ описываемомъ районѣ на югъ, можно замѣтить, что степь съ каштановыми почвами все выше поднимается въ

горы. „Около Урги лѣса остаются только на высокихъ хребтахъ. Здѣсь къ сѣверу отъ города сплошная степь идетъ выше 1500 м., причемъ почвы ея на этой высотѣ типичныя каштановыя.

Въ юго-восточной части Забайкальской области Прасоловымъ (6) и Емельяновымъ были обслѣдованы большая часть Акшинскаго у. и прилегающія съ сѣвера части Нерчинско-Заводскаго у. „Большая часть изслѣдованной полосы представляетъ уголъ восточно-азіатскихъ маньчжуро-монгольскихъ степей, на которыя надвигаются съ сѣвера и съ запада отроги горныхъ кряжей".

„Поверхность степей состоитъ изъ сѣти долинъ, раздѣленныхъ холмистыми, сильно размытыми высотами. Весьма характерны здѣсь именно долины, или, по мѣстному, пади — широкія, часто въ нѣсколько верстъ поперечникомъ, съ неяснымъ паденіемъ, иногда безъ слѣдовъ водотека, всѣ заросшія степными, луговыми и солончаковыми травами". Въ падяхъ находятся болота и озера, окруженныя солончаками. Поднимаясь выше, встрѣчаемъ сначала комплексъ солонцовъ и солонцеватыхъ каштановыхъ почвъ, а затѣмъ, еще выше, однородный покровъ изъ каштановыхъ почвъ. Въ каштановыхъ почвахъ наблюдаются два карбонатныхъ горизонта: одинъ лежитъ непосредственно подъ гумусовыми горизонтами, а другой на 30—40 см. глубже перваго. Происхожденіе послѣдняго горизонта связано, повидимому, съ мерзлотой, наблюдавшейся подъ каштановыми почвами лѣтомъ на глубинѣ 2—2,5 м. (Прасоловъ, 7).

Поднимаясь по горнымъ склонамъ, наблюдатель послѣдовательно переходитъ черезъ темно-каштановыя почвы, покрытыя вострецомъ, къ черноземнымъ и затѣмъ къ горнолуговымъ почвамъ.

Въ Акшинскомъ горно-лѣсномъ районѣ встрѣчаются оподзоленныя почвы типа лѣсныхъ земель.

Такимъ образомъ въ каштановой зонѣ Забайкалья ясно намѣчаются вертикальныя почвенныя зоны.

Литература.

1. Абутьковъ. Предвар. отчетъ объ организаціи и исполненіи работъ по изслѣдов. почвъ Азіатской Россіи въ 1909 г. Спб., 1910.
2. Выдринъ и Ростовскіи. Матеріалы по изслѣдованію почвъ Алтайскаго Округа. Бариаулъ, 1896.
3. Драницынъ. Предвар. отчетъ и т. д. за 1913 г. Спб. 1914.
4. Левченко. Труды почв.-ботан. экспед. Почв. изслѣдов. 1908 г., вып. 1. Спб., 1909.
5. Прасоловъ. Предвар. отчетъ и т. д. за 1911 г. Спб., 1912.
6. — Предвар. отчетъ и т. д. за 1912 г. Спб., 1913.
7. — „Почвовѣдѣніе", 1911, № 4.
8. Скаловъ. Матер. по изслѣд. колониз. районовъ Азіатской Россіи подъ ред. К. Д. Глинки. Спб., 1909.
9. — Труды почв.-ботан. экспед. Почв. изслѣд. 1909 г., вып. 2. Спб. 1910.
10. Смирновъ. Предвар. отч. о ботан. изслѣд. въ Сибири и Туркестанѣ въ 1909 г. Подъ ред. А. Ѳ. Флерова. Спб., 1910.
11. Стасевичъ. Труды почв.-ботан. экспед. Почв. изслѣд. 1909 г., вып. 3. Спб., 1911.
12. Танфильевъ. Труды Геолог. части Кабин. Е. И. В., т. V, в. 1, 1902.
13. Тумининъ. Труды почв.-ботан. экспед. Почв. изслѣдов. 1908 г., вып. 10. Спб., 1910.

5. Бурая зона.

Та же пестрота почвеннаго комплекса, которая характеризуетъ южную границу каштановой зоны въ Тургайской и Акмолинской областяхъ, присуща и бурой зонѣ въ Азіатской Россіи, въ ея сѣверной части, расположенной приблизительно между 50° и 49° с. ш. (рис. 63). Въ виду этого точное разграниченіе двухъ упомянутыхъ зонъ, отличающихся другъ отъ друга въ областяхъ ихъ соприкосновенія только цвѣтовымъ оттѣнкомъ почвъ, нѣсколько меньшей мощностью гумусовыхъ горизонтовъ бурыхъ почвъ и менѣе ясной границей между гумусовыми и безгумусовыми го-

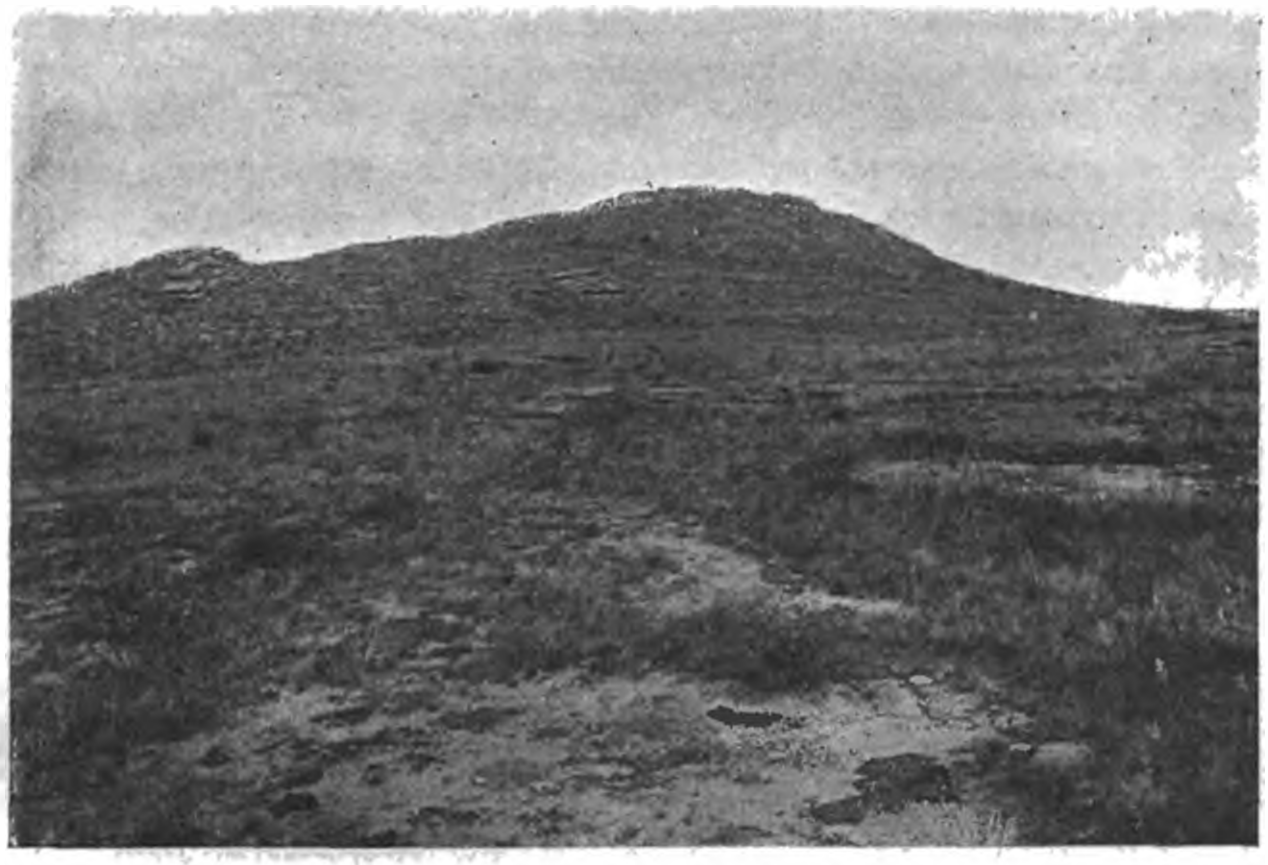


Рис. 63. Пустынная степь Тургайской области.

ризонтами, является довольно затруднительнымъ въ полѣ. При сравненіи же образцовъ почвъ въ лабораторіи, разница въ цвѣтовыхъ оттѣнкахъ чрезвычайно ясно бросается въ глаза. Гораздо рѣзче выдѣляется и своимъ цвѣтовымъ оттѣнкомъ, и другими морфологическими признаками южная часть бурой зоны, изученная Емельяновымъ въ Иргизскомъ у. Тургайской области. Не менѣе рѣзко обособляется и та своеобразная часть бурой зоны, которая занимаетъ области лессовъ и лессовидныхъ породъ въ сѣверномъ Семирѣчьи.

Сѣверная часть бурой зоны детально изучалась въ Акмолинской и Семипалатинской областяхъ. Въ Акмолинской области была обслѣдована

часть Акмолинскаго у. (Стасевичъ, 9), расположенная между 48°25′ и 49°5′ с. ш. и 39°10′ и 40°10′ в. д. (отъ Пулкова). Въ общемъ обслѣдованный районъ представляетъ холмистую мѣстность; въ вершинахъ холмовъ обнаруживаются порфиры, вліяніе которыхъ отразилось и на почвахъ: суглинистыя разновидности послѣднихъ сплошь, а глинисто-песчаныя — зачастую хрящеваты, причемъ хрящъ преимущественно порфировый. Въ южныхъ и юго-восточныхъ частяхъ района тянется непрерывная клинообразная полоса песковъ, а въ сѣверной части выходятъ сѣровато-зеленыя гипсоносныя, повидимому, третичныя глины. „Въ этихъ мѣстахъ ложе рѣчекъ всегда усыпано полуобмытыми конкреціями гипса, величиной отъ кулака до человѣческой головы“. Мѣстами на поверхности лежитъ очень тяжелая вязкая глина коричневаго цвѣта, „во всей же остальной части района, занятой преимущественно суглинистыми почвами, материнскими породами являются болѣе или менѣе легкіе хрящеватые суглинки“.

Почвенный покровъ представляется чрезвычайно пестрымъ и даетъ разнообразные комплексы. Не солонцеватыхъ разностей почвъ не встрѣчается. Бурые слабо-солонцеватые суглинки имѣютъ мощность гумусовыхъ горизонтовъ до 59 см. и характеризуются различными по структурѣ и цвѣту горизонтами A и B, переходъ между которыми отличается, однако, извѣстной постепенностью. Одни изъ этихъ суглинковъ вскипаютъ на глубинѣ около 30 см., другіе на глубинѣ 50—66 см. Покрывающая ихъ растительность состоитъ изъ видовъ Stipa, Festuca sulcata, Koeleria cristata и Artemisia maritima; среди нихъ разбросаны кусты Spiraea. Растительный покровъ не представляется вполнѣ сомкнутымъ. На песчанистыхъ почвахъ этого типа преобладающими формами являются Festuca sulcata и Koeleria cristata, а вмѣсто Artemisia maritima встрѣчается Artemisia austriaca (Смирновъ, 8).

Съ бурыми слабо-солонцеватыми суглинками постоянно комбинируются глубоко столбчатые и корковые солонцы. У первыхъ мощность гориз. A колеблется между 10—15 см., въ рѣдкихъ случаяхъ она бываетъ больше. Растительный покровъ ихъ состоитъ изъ Atriplex canum, Artemisia pauciflora, Camphorosma, Statice suffruticosa.

„Бурые суглинки и глубоко-столбчатые солонцы въ типичныхъ случаяхъ занимаютъ равныя площади, очень быстро (черезъ 20—40 м.) смѣняясь одинъ другимъ; обыкновенно общій фонъ составляетъ одинъ изъ нихъ, а другой разбросанъ по нему пятнами различной формы. Въ типичныхъ случаяхъ на участкахъ, занятыхъ столбчатымъ солонцомъ, посрединѣ или эксцентрично находятся неглубокія, рѣзкимъ уступомъ пониженныя, но почти совершенно плоскія вдавленія и луночки, діаметромъ въ 4—10,5 м., занятыя корковыми солонцами“. „При томъ, если корковые солонцы подходятъ къ периферіи пятенъ глубоко столб-

чатыхъ солонцовъ и должны, такимъ образомъ, соприкасаться съ площадью, занятой бурымъ солонцеватымъ суглинкомъ, то они всегда отдѣляются отъ послѣдняго узкой, въ одинъ рядъ растевій, полоской глубокостолбчатаго солонца съ Atriplex canum".

На корковыхъ солонцахъ растутъ Nanophyton erinaceum и Brachilepis salsa. Мѣстами встрѣчаются въ районѣ и с о л о н ч а к и, покрытые Halocnemum strobilaceum, Salicornia herbacea, иногда Suaeda maritima, Salsola brachiata и др. Очень часто вблизи солончаковъ попадались заросли чія—Lasiagrostis splendens (С м и р н о в ъ).

Въ предѣлахъ Атбасарскаго у. Акмолинской области сѣверная часть бурой зоны изучалась А б у т ь к о в ы м ъ къ югу отъ оз. Денгизъ. Въ составъ обслѣдованнаго района входила самая южная часть подзоны свѣтло-каштановыхъ почвъ, постепенно переходившая къ югу въ бурыя почвы. И здѣсь отмѣчается та же морфологія бурыхъ суглинковъ, что и въ предыдущемъ районѣ и та же комплексность почвеннаго покрова. Солонцы чрезвычайно часты и занимаютъ не только большія площади долинъ и пониженныхъ частей района, но всползаютъ и на склоны холмовъ и даже иногда на ихъ вершины. Кромѣ солонцовъ встрѣчаются солончаки, съ солевыми корками на поверхности, покрытые солянками. Попадаются тѣже мокрые солончаки съ луговой растительностью, среди которой мѣстами наблюдаются куртины чія, и пухлые солончаки. Мокрые солончаки съ луговой растительностью располагаются по долинамъ рѣкъ и равнинамъ, пріурочиваясь къ берегамъ и особенно верховьямъ рѣкъ и ихъ притоковъ, и нерѣдко образуютъ значительныя площаци. Встрѣчаются тѣ же почвы на вершинахъ и у подошвы возвышенностей, гдѣ ихъ появленіе связано съ подходомъ къ поверхности грунтовыхъ водъ.

Въ предѣлахъ бурой зоны Семипалатинской области Т у м и н ы м ъ (10) были обслѣдованы части Каркаралинскаго у., лежащія между 48°30′ и 50° с. ш. и 46—48° в. д. (отъ Пулкова). Рельефъ района холмистый, съ высотами до 850 м. надъ уровнемъ моря. Возвышенности обычно каменисты, а долины содержатъ щебенку, количество которой чаще всего съ глубиной возрастаетъ. „Долины сложены лессовидными суглинками со среднимъ количествомъ щебня, и только мѣстами въ долинахъ встрѣчаются глины красноватаго или сѣроватаго цвѣтовъ. Эти глины не содержатъ щебня или содержатъ въ небольшихъ количествахъ".

Господствующими почвами района являются бурыя слабо-солонцеватыя почвы съ мощностью гумусовыхъ горизонтовъ 58—60 см. Вскипаніе, въ связи съ высотой мѣста и характеромъ микрорельефа, колеблется между 20 и 40 см. „Если эти почвы разиваются на известнякахъ, то онѣ вскипаютъ съ поверхности".

На глубинѣ 50—60 см. въ описываемыхъ почвахъ встрѣчается гипсовый горизонтъ, который, однако, не всегда наблюдается въ долинахъ ската къ оз. Балхашъ.

„Растительность этихъ почвъ, въ связи съ условіями залеганія, колеблется отъ чисто злаковой до полынно-злаковой, а сомкнутость растительнаго покрова отъ 60 до 30%. Слабо-солонцеватыя почвы съ болѣе темнымъ оттѣнкомъ гориз. А, съ болѣе пониженнымъ вскипаніемъ и лучшей растительностью наблюдаются въ центральной части водораздѣла". На скатахъ отъ водораздѣла къ Балхашу и Иртышу вскипаніе на слабосолонцеватыхъ почвахъ повышается, а сомкнутость растительности падаетъ.

Кромѣ описанныхъ, встрѣчаются слабо-солонцеватыя почвы съ зернистостью части горизонта А. Онѣ вскипаютъ съ поверхности или близко отъ поверхности и пріурочены преимущественно къ выходамъ красныхъ или сѣроватыхъ глинъ.

Кромѣ слабо-солонцеватыхъ почвъ въ районѣ встрѣчаются солонцеватыя бурыя почвы, бурые солонцы, солончаки и каштановыя почвы. Всѣ эти почвы образуютъ пятна на основномъ фонѣ слабо солонцеватыхъ. Характеръ горизонта А у солонцеватыхъ почвъ и солонцовъ бываетъ различенъ, какъ и у слабо-солонцеватыхъ.

Солончаки и солонцы можно раздѣлить на двѣ группы: у одной мало соды, другая богата содой. Послѣдняя группа встрѣчается только у верховьевъ рѣчныхъ долинъ, въ контактѣ луговой и степной частей долины.

Участки каштановыхъ почвъ расположены у верховьевъ долинъ и концовъ склоновъ, обращенныхъ къ сѣверу.

Обратимся теперь къ характеристикѣ болѣе южныхъ районовъ бурой зоны, переходныхъ къ „сѣрой" зонѣ Туркестана и остановимся на описаніи Прибалхашской равнины въ предѣлахъ Вѣрнеискаго уѣзда и въ наиболѣе пониженныхъ частяхъ Лепсинскаго уѣзда Семирѣченской области.

Прибалхашскій районъ, по даннымъ Тумина (11), покрытъ бурыми суглинками, вскипающими на поверхности, со слабо выраженными гумусовыми горизонтами. Въ наиболѣе низкой части области мощность гумусовыхъ горизонтовъ 40 см., въ болѣе повышенной части — 55 см. И въ томъ, и въ другомъ случаяхъ въ нѣкоторыхъ частяхъ горизонта А наблюдается слоеватость, пористость или ячеистость. Переходъ отъ гориз. А къ горизонту В постепенный; разницы замѣтной въ плотностяхъ этихъ горизонтовъ не наблюдается. Въ горизонтѣ С встрѣчаются необильныя и даже иногда неясно выраженныя пятна углекислой извести.

Растительный покровъ бурыхъ суглинковъ состоитъ, главнымъ образомъ, изъ Artemisia maritima, Ceratocarpus arenarius, Kochia prostrata, Petrosimonia brachiata, Atriplex laciniatum var. roseum (Пташицкій, 7).

Около р. Каскелена и вдоль берега р. Или расположены пески, которые особенно развиты по р. Или. „Пески всхолмлены и частью закрѣплены растительностью, частью развѣваются (главнымъ образомъ, по периферіи). На пескахъ вдоль Или много Haloxylon Ammodendron".

„По рѣчнымъ долинамъ района развиты частью незасоленные грунты, но въ большинствѣ случаевъ засоленные, на которыхъ формируются солончаки то безъ солевой корки, то съ солевой коркой, то съ пухлыми солевыми горизонтами. На нихъ растутъ Salsola crassa, Kalidium foliatum, Statice Gmelini, Tamarix Pallasii, Obione verrucifera, Nitraria Schoberi (Пташицкій, 7).

Лепсинскій уѣздъ Семирѣченской области, изслѣдованный Прасоловымъ (5), покрытъ свѣтло-бурыми суглинками, какъ было указано выше, въ наиболѣе пониженныхъ мѣстахъ (до 600 метр. абсолютной высоты). Не затрогивая теперь другихъ почвенныхъ зонъ этого уѣзда, являющихся здѣсь результатомъ вертикальной зональности, остановимся пока на характеристикѣ бурыхъ почвъ.

„Прослѣживая почвы и растительность по направленію отъ горъ внизъ до Ала-Куля и Балхаша, можно наблюдать всякій разъ постепенный, но ясный переходъ отъ сухой злаково-полынной степи низкихъ предгорій съ свѣтло-каштановыми суглинками къ степи другого характера, располагающейся на низкихъ предгорныхъ равнинахъ и несущей признаки вліянія еще болѣе сухого климата въ характерѣ почвъ и растительности". „Тамъ, гдѣ эта пустынная степь оставалась въ состояніи, близкомъ къ первобытному, мы видѣли сильное преобладаніе полыни (Artemisia maritima) вмѣстѣ съ такими характерными ея спутниками, какъ Kochia, Eurotia, Rosa berberifolia и въ мѣстахъ изобилія щебня — сплошныя заросли Salsola arbuscula или другихъ подобныхъ растеній съ сухими, корявыми и деревянистыми стеблями и очень бѣдной своеобразной листвой".

Морфологическіе признаки лепсинскихъ бурыхъ почвъ почти одинаковы съ признаками почвъ Прибалхашскаго района. Переходъ между горизонтами A и B (A_2) не ясенъ, какъ не ясна и нижняя граница гумусовыхъ горизонтовъ; въ горизонтѣ A, особенно въ верхней его части, наблюдается слоеватая структура и нерѣдко крупныя поры. Въ горизонтѣ C присутствуютъ карбонаты, выдѣляющіеся обычно на нижней поверхности отдѣльныхъ обломковъ породъ, или склеивающіе, въ видѣ цемента, эти обломки вмѣстѣ съ небольшимъ количествомъ мелкозема. Въ типѣ бурыхъ почвъ Лепсинскаго у. „встрѣчаются разности: 1) тяжелыя суглинистыя, свойственныя преимущественно подгорнымъ равнинамъ; 2) легкія суглинистыя и 3) мелкопесчаныя. Кромѣ того встрѣчаются еще бурыя супеси. Среди тяжелыхъ суглинковъ можно выдѣлить почвы хрящеватыя, хрящевато-щебенчатыя и сильно щебенчатыя.

Среди зоны лепсинскихъ бурыхъ почвъ попадаются иногда столбчатые солонцы, которые найдены на равнинахъ, простирающихся отъ Акчетавскихъ горъ до Балхаша. По окраинамъ балхашъ-лепсинскихъ и заалакульскихъ песковъ встрѣчаются песчаные солонцы со строеніемъ, близкимъ къ столбчатому, но они отличаются тѣмъ, что проникнуты карбонатами до поверхности (въ горизонтѣ А отъ 2,76 до 3,21% CO_2). Солончаки здѣсь нерѣдки; среди нихъ слѣдуетъ отмѣтить пухлые солончаки и солончаковыя карбонатныя луговыя почвы. Аллювіальные осадки часто тоже засолены.

Аналогичныя почвы описываются Безсоновымъ (2—4) въ Джаркентскомъ и Вѣрненскомъ у.у. Семирѣченской области. И лепсинскіе, и еще въ большей степени джаркентскіе и вѣрненскіе свѣтло-бурые суглинки служатъ какъ бы переходомъ къ самой южной зонѣ Азіатской Россіи, къ зонѣ сѣроземовъ или къ сѣрой зонѣ. Еще почвы Пишпекскаго у. стоятъ ближе къ свѣтло-бурымъ, въ Ауліеатинскомъ же уѣздѣ намѣчаются признаки сѣрой зоны.

Литература.

1. Абутьковъ. Предвар. отчетъ объ организаціи и исполн. работъ по изслѣд. почвъ Азіатской Россіи въ 1910 г. Спб., 1911.
2. Безсоновъ. Труды почв.-ботан. экспед. Почв. изслѣдованія 1908, вып. 6. Спб. 1910.
3. — Предвар. отчетъ и т. д. за 1912 г. Спб., 1913.
4. — Предвар. отчетъ и т. д. за 1913 г. Спб., 1914.
5. Прасоловъ. Тр. почв.-бот. экспед. Почв. изслѣдов. 1908 г., вып. 5. Спб., 1909.
6. — Тр. почв. ботан. экспед. Почв. изслѣдов. 1909, вып. 4.
7. Пташицкій. Предв. отч. о ботан. изслѣдов. въ Сибири и Туркестанѣ въ 1909 г. Подъ ред. А. Ѳ. Флерова. Спб., 1910.
8. Смирновъ. Предв. отч. о ботан. изслѣд. въ Сибири и Туркестанѣ въ 1908 г. Спб., 1909.
9. Стасевичъ. Труды почв.-ботан. экспед. Почв. изслѣд. 1908, вып. 2, Спб.. 1909.
10. Тумининъ. Предвар. отчетъ и т. д. за 1909 г. Спб., 1910.
11. — Предвар. отчетъ и т. д. за 1910 г. Спб., 1911.

6. Сѣрая зона.

Зона сѣроземовъ была впервые болѣе или менѣе детально изучена Неуструевымъ (7) въ Сыръ-Дарьинской области. Не останавливаясь на характеристикѣ сѣроземовъ, которая дана была въ своемъ мѣстѣ, разсмотримъ здѣсь общія черты зоны. Описывая Чимкентскій у., Неуструевъ замѣчаетъ, что „полоса расчлененныхъ низкихъ предгорій между 700 и 250 метр. абсолютной высоты, примыкающая къ сѣверному Каратау и высокимъ предгорьямъ Таласскаго Алатау, характеризуется сплошь карбонатными почвами. Чѣмъ бы ни являлась материнская порода — лессомъ, аллювіальной глиной, конгломератомъ,—почва бурно вскипаетъ съ поверхности". Изслѣдователь считаетъ углекислую известь, между прочимъ, причиной сѣраго оттѣнка почвъ полосы низкихъ (большей частью лессовыхъ) предгорій. Карбонатными оказываются не только эти не солонцеватые сѣроземы, но также и почвы равнины вдоль р. Сыръ-Дарьи, которыя, на ряду съ карбонатами, богаты растворимыми солями.

„Сѣроземы покрываютъ плато и склоны уваловъ между рѣками и рѣчками Чимкентскаго у.". Изъ материнскихъ породъ этихъ почвъ больше всего распространенъ лессъ, хотя нерѣдко сѣроземы образуются на третичныхъ и мѣловыхъ песчаникахъ и конгломератахъ, а также галечникахъ новѣйшаго происхожденія.

Въ климатическомъ отношеніи вся полоса предгорій съ сѣроземами отличается сухостью. Здѣсь выпадаетъ, въ общемъ меньше 300 мм. осадковъ въ годъ (иногда до 150 мм.), годовая же температура выше 10° С. „Весна начинается рано: апрѣль уже имѣетъ 12—14°, май — 18—21°". Весенняя флора заканчиваетъ циклъ развитія къ іюню и даже маю, а въ лѣтній періодъ живутъ лишь ксерофилы. Изъ представителей флоры лѣтняго періода отмѣтимъ: Sophora pachycarpa и alopecuroides, Psoralea drupacea, Rosa berberifolia, Alhagi camelorum, Anabasis aphylla, Ceratocarpus arenarius, Peganum Harmala, Dodartia orientalis, Artemisia maritima, scoparia.

Среди равнинныхъ или пониженныхъ площадей, въ мѣстахъ выхода грунтовыхъ водъ на шлейфахъ склоновъ, съ сѣроземами чередуются самые разнообразные солончаки. Нѣкоторые изъ этихъ солончаковъ имѣютъ характеръ луговыхъ почвъ, покрытыхъ осоками, Senecio и высокимъ густымъ покровомъ злаковъ. Въ разрѣзѣ такія почвы несутъ ясные слѣды раскислительныхъ процессовъ и въ то же время онѣ переполнены карбонатами. Мѣстное названіе такихъ лугово-солончаковыхъ мѣстъ—„сазы". Эти „сазы" зачастую чередуются съ мокрыми солончаками съ флорой солянокъ. Въ Ауліэатинскомъ у. Сыръ-Дарьинской

области Неуструевъ отмѣчаетъ обиліе луговыхъ почвъ въ окрестностяхъ с. Лугового и Мерке, гдѣ къ склонамъ горъ прилегаетъ равнина съ близкими къ поверхности грунтовыми водами. Здѣсь наблюдались, между прочимъ, „темноцвѣтныя луговыя почвы, съ легкимъ, богатымъ корнями верхнимъ горизонтомъ темнаго коричневато-бураго цвѣта. Почвы эти „покрыты злаками, въ томъ числѣ часто Cynodon Dactylon, зарослями Glycyrrhiza, Phragmites, Lasiagrostis splendens. На глубинѣ 20—30 см. почва буреетъ, появляются бѣлыя жилки. На 75 см. жилки гипса и влага. Вскипаніе часто съ поверхности". Тутъ же на склонахъ къ луговымъ мѣстамъ, по окраинамъ луговъ встрѣчаются болѣе засоленныя почвы, нерѣдко пухлые солончаки съ Salsola, Anabasis, Halocharis hispida.

Песчаныя пространства этой зоны, напр. пески Моюнъ-Кумъ, носятъ своеобразныя черты (рис. 64). Среди нихъ довольно часты озера; расти-



Рис. 64. Бархаинные пески Сыръ-Дарьинской обл. Фот. Неуструева.

тельность, гдѣ таковая есть, имѣетъ гораздо болѣе мощный и свѣжій видъ, чѣмъ на сосѣднихъ равнинахъ, покрытыхъ суглинистыми сѣроземами, чаще наблюдаются представители фауны, особенно пресмыкающіяся. Влажность почвенная держится неглубоко отъ поверхности, поверхностные же горизонты песковъ, гдѣ таковые не подвергаются замѣтной дефляціи, покрыта тонкой, нѣжной и легко разсыпающейся при прикосновеніи корочкой, въ которой зерна песка цементированы углекислой известью. Такія корочки замѣтно вскипаютъ съ соляной кислотой. Между областью песковъ и суглинистыми сѣроземами наблюдаются переходныя полосы супесчаныхъ сѣроземовъ.

Особенно богата засоленными почвами и аллювіальными наносами современная долина р. Сыръ-Дарьи и равнина вдоль этой рѣки. Въ предѣлахъ Чимкентскаго и Перовскаго уѣздовъ эта равнина обслѣдована

Неуструевымъ, а въ Самаркандской области (Голодная степь) Димо (2—3). По даннымъ Неуструева для Чимкентскаго у., „равнина вдоль р. Сыръ-Дарьи не представляетъ постоянства петрографическаго состава, однако замѣтно, что ближе къ сѣверному Каратау на ея поверхности показываются галечники, а ближе къ лессовой полосѣ... галечники въ разрѣзахъ почти отсутствуютъ. Равнина эта наклонена къ Сыръ-Дарьѣ настолько слабо, что атмосферныя воды съ нея не скатываются въ Сыръ-Дарью, а грунтовыя воды той же равнины стоятъ на глубинѣ 2—3 м., выходя въ депрессіяхъ даже на поверхность. „Грунтовыя воды, соленыя ли онѣ или прѣсныя, одинаково, въ случаѣ близкаго ихъ положенія къ поверхности земли, являются неистощимымъ источникомъ засоленія грунта, благодаря тому огромному испаренію, которое обусловливается сплошными лѣтними жарами и необычайно малой влажностью воздуха". Здѣсь падаетъ приблизительно 150 мм. осадковъ въ годъ, при чемъ почти четыре мѣсяца дождей совсѣмъ не бываетъ; испареніе достигаетъ 2000 мм.

Комплексъ растительности и почвъ на равнинахъ таковы:

1) Пятна преимущественно Artemisia maritima и Art. cina, Kochia prostrata, иногда остатки злаковъ: Poa, Hordeum. Поверхность почвы тверда; поверхностный горизонтъ представляетъ болѣе или менѣе плотную слоистую корку, мощностью около 10 см. Подъ ней располагаются безструктурные и влажные горизонты.

2) На поверхности почвы тонкая, хрустящая подъ ногой, корка съ выцвѣтами солей. Подъ коркой находится рыхлый, сыпучій горизонтъ, а глубже—влажные и безструктурные слои (пухлый солончакъ). Растительность состоитъ изъ Salsola lanata, Anabasis aphylla, A. salsa.

3) Почти голыя пятна почвы со структурой, до извѣстной степени напоминающей столбчатые солонцы.

Изслѣдованія, произведенныя Димо (2) въ той же Сыръ-Дарьинской равнинѣ, въ предѣлахъ Самаркандской области, привели его къ слѣдующимъ общимъ заключеніямъ:

1) „Въ восточной части Голодной степи образованіе породъ несомнѣнно связано съ работами воднаго потока, выработавшаго себѣ русло, каковымъ могла бы быть рѣка Сыръ-Дарья. Для породъ западной части Голодной степи установить связь ихъ происхожденія съ древнимъ водянымъ потокомъ невозможно; но все ихъ строеніе позволяетъ видѣть въ нихъ уцѣлѣвшія отъ размыванія болѣе древнія породы, сформировавшіяся во времена заполненія глубокой котловины матеріаломъ, принесеннымъ съ высокихъ гребней и отроговъ Туркестанскаго хребта".

2) „Между современнымъ рельефомъ, грунтовыми водами и грунтами, ихъ строеніемъ и солесодержаніемъ существуетъ несомнѣнная связь. Въ западной части съ равниннымъ рельефомъ и глубокими грунтовыми водами наблюдаются однородные (тяжелые и легкіе) суглинки; въ во-

сточной же части, гдѣ можно допускать въ прошломъ существованіе какъ рѣчныхъ руселъ, такъ и широкихъ озеровидныхъ пониженій съ застаивающейся водой, грунты сложены слоистыми породами — глинистыми и песчаными.

3) Процессы почвообразованія выражены здѣсь настолько слабо, что при изслѣдованіи не удалось раздѣлить почву отъ грунта.

4) Соли, находящіяся въ грунтахъ, принесены, по мнѣнію Димо, путемъ импульверизаціи, а не явились результатомъ почвообразовательнаго процесса. Въ данномъ случаѣ недостаточно учитывались, по нашему мнѣнію, процессы распада органическаго вещества, которые несомнѣнно являются источникомъ образованія многихъ почвенныхъ солей.

5) „Всѣ низины, гдѣ могла застаиваться вода, или по которой воды сбѣгаютъ съ окружающихъ наклонныхъ равнинъ, содержатъ большія количества безкремнеземныхъ, слабо и легко растворимыхъ въ водѣ солей".

6) Среди вредныхъ для культурной растительности солей на первомъ мѣстѣ стоитъ NaCl, на второмъ Na_2SO_4.

Во второй изъ отмѣченныхъ выше работъ Димо путемъ полевыхъ изслѣдованій и многочисленныхъ анализовъ, преимущественно водныхъ вытяжекъ, рѣшаетъ вопросъ о вліяніи искусственнаго орошенія и повышеннаго естественнаго увлажненія на процессы почвообразованія и перемѣщенія солей въ почво-грунтахъ Голодной степи Самаркандской области. Здѣсь, между прочимъ, констатируется вліяніе искусственнаго орошенія на передвиженіе растворимыхъ солей изъ пониженныхъ мѣстъ въ болѣе высокіе пункты орошаемыхъ участковъ. Явленіе это вполнѣ аналогично тому, которое наблюдалось и было изучено Захаровымъ (6), для Муганской степи Закавказья.

Для засоленныхъ аллювіальныхъ почвъ долины р. Сыръ-Дарьи Димо констатируетъ скопленіе въ поверхностныхъ горизонтахъ хлористыхъ и сѣрнокислыхъ солей, а въ болѣе глубокихъ соды. При этомъ въ солевой коркѣ могутъ одновременно находиться сода и гипсъ.

Громадную площадь современная и древняя долина Сыръ-Дарьи занимаетъ въ Перовскомъ у. Сыръ-Дарьинской области, обслѣдованномъ Неуструевымъ. Изслѣдователь различаетъ здѣсь въ области современной долины слабо солончаковыя луговыя почвы, покрытыя Lasiagrostis, Aeluropus littoralis, также Halimodendron argenteum, а иногда и древесной растительностью (Eleagnus, Populus). Глубокіе горизонты этихъ почвъ, расположенныхъ на аллювіальныхъ осадкахъ, чаще всего отличаются „болѣе песчанымъ характеромъ, а потому и грунтъ не солоноватъ, осоляется же немного лишь верхній слой почвы вслѣдствіе тѣхъ же причинъ, что и въ пухлыхъ солончакахъ". Послѣдній является наиболѣе распространеннымъ почвеннымъ образованіемъ долины Сыръ-

Дарьи. „Всѣ мѣста въ сосѣдствѣ съ углубленіями, гдѣ течетъ или застаивается вода, въ то же время не заливаемыя водой, но насыщаемыя влагой, просачивающейся въ ихъ грунтѣ, обогащаются солями (главнымъ образомъ $CaSO_4$ и Na_2SO_4) до такой степени, что подъ богатой выцвѣтами солей коркой образуется пухлый слой съ массой кристалловъ глауберовой соли и гипса". На такихъ солончакахъ чаще всего растутъ Tamarix hispida, T. Pallasi, Nitraria Schöberi и солянки. Пространства пухлыхъ солончаковъ тянутся на десятки верстъ, окаймляя озера, русла, оросительныя канавы (арыки) и пр. „Даже тротуары и аллеи въ г. Перовскѣ и селеніяхъ по р. Сыръ-Дарьѣ вспухаютъ съ поверхности, благодаря сосѣдству арыковъ".

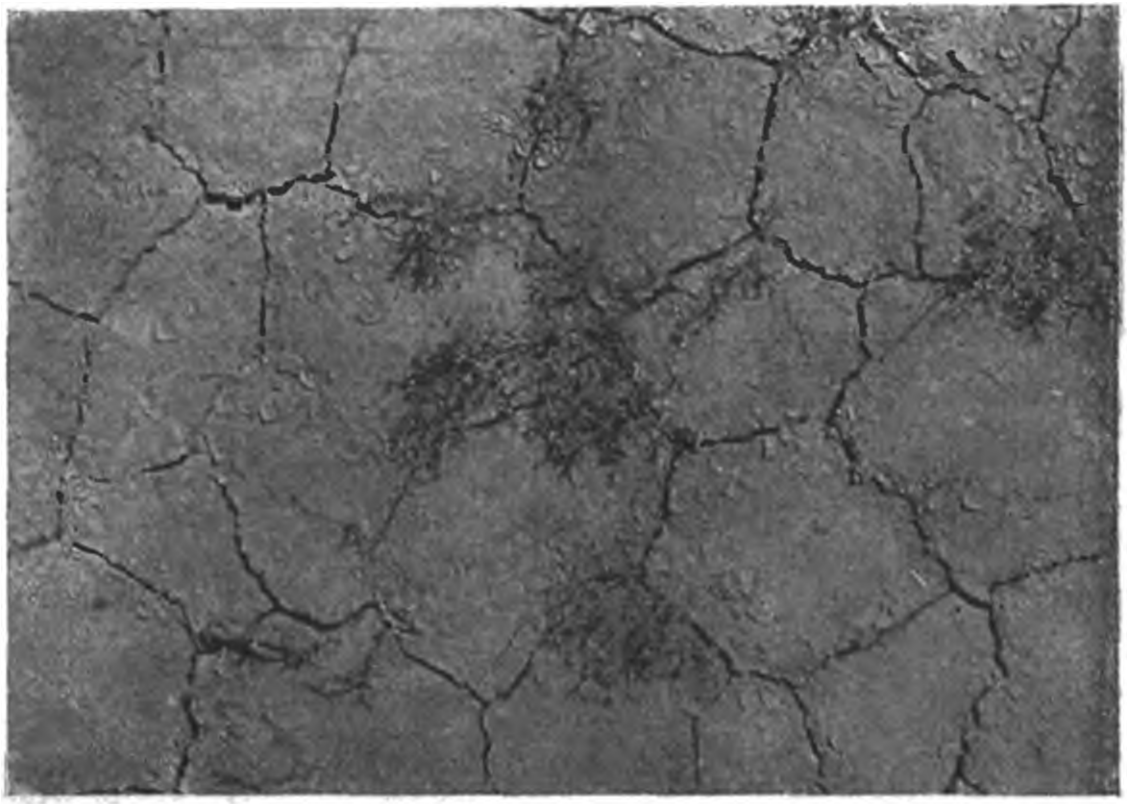


Рис. 65. Поверхность такыра. Фот. Неуструева.

На территоріи древней долины Сыръ-Дарьи часто встрѣчаются „такыры" (рис. 65). Послѣдніе часто совершенно голы и „ихъ твердая, бѣлая или свѣтло-сѣрая поверхность растрескивается паркетообразно на пятиугольныя плиты. Поверхностные горизонты такыра представляются въ видѣ крупно пористой, вверху плотной, а ниже рыхлой корки, а подъ нею лежитъ болѣе или менѣе осоленный грунтъ. Такыры располагаются обыкновенно на мѣстахъ пониженныхъ, а сосѣднія болѣе высокія части сухихъ равнинъ, по строенію корки напоминающія такыры, отличаются отъ послѣднихъ, повидимому, степенью засоленности грунта. Онѣ покрыты обычно зарослями Haloxylon Ammodendron. „Мѣстами равнина покрыта бугристыми песками и низкими бугорками песку — продуктами развѣванія песчанистаго грунта равнины.

Переходъ къ болѣе сѣверной — бурой зонѣ, по даннымъ Неуструева, наблюдается въ Казалинскомъ у. Сыръ-Дарьинской области, расположенномъ къ сѣверу отъ Перовскаго. „Мѣстности вокругъ Сыръ-Дарьи въ предѣлахъ Казалинскаго у. слагаются изъ слѣдующихъ частей:

1) Плато и холмовъ, невысоко поднятыхъ надъ низкими точками страны, сложенныхъ третичными осадками. Здѣсь находится полынно-солянковая пустынная степь.

2) Современной долины (тугай, по мѣстному) Сыръ-Дарьи и Куванъ-Дарьи.

3) Древней долины упомянутыхъ рѣкъ.

4) Площади бугристыхъ песковъ (Кызылъ-кумы въ ЮЗ. и З. части и Кара-кумы въ СВ. части уѣзда.

На волнистомъ плато къ С. отъ ст. Джусалы залегаютъ сѣро-бурые солонцеватые суглинки, у которыхъ наблюдаются слѣдующіе горизонты: 1) сѣрая слоеватая пористая корочка, мощностью въ 15 см.; 2) горизонтъ уплотненный коричневатаго цвѣта съ выдѣленіемъ углесолей въ видѣ пятенъ до глубины 60—70 см., гдѣ этотъ слой переходитъ въ 3) песокъ съ галькой и кристаллами гипса. „Болѣе песчаныя разности отличаются рыхлостью корки и ея сыпучестью, отсутствіемъ въ ней слоеватости. Пряближающіяся къ такырамъ пространства имѣютъ болѣе крупнопористую и болѣе сѣрую корку, горизонтъ уплотненія богаче пятнами $CaCO_3$, менѣе мощенъ и чаще и на мевьшей глубинѣ содержитъ гипсъ“.

Въ 2 в. къ сѣверу отъ ст. Аральское море Неуструевъ описываетъ волнистую песчаную полынную степь съ почвами, приближающимися еще болѣе къ почвамъ бурой зоны. Среди нихъ встрѣчаются уже типичные столбчатые солонцы.

Въ песчаныхъ пространствахъ Кара-кумовъ чрезвычайно распространены бѣлыя известковыя стяженія, имѣющія форму древесныхъ корней. Эти образованія, носящія мѣстное названіе „аккыршъ“, не идутъ глубоко въ песокъ; въ глубинѣ они быстро дѣлаются рыхлыми и превращаются въ розоватыя рыхлыя стяженія, окруженныя песчаной корой.

Изъ южной части Сыръ-Дарьинской области зона сѣроземовъ протягивается въ Ферганскую, Самаркандскую и Закаспійскую области. Обслѣдовавъ Андижанскій и Наманганскій у.у. Ферганской области, Неуструевъ приходитъ къ заключенію, что сѣроземы не представляютъ типичныхъ почвъ равнинъ, а скорѣе являются почвами низкихъ предгорій, т. е. первой ступенью въ серіи вертикальныхъ зонъ. Онъ оговаривается, впрочемъ, что почвы равнинъ приближаются къ сѣроземамъ по морфологіи и другимъ свойствамъ въ условіяхъ хорошаго стока и просачиванія; въ противномъ случаѣ равнины несутъ почвы

солончаковатыя, которыя напоминаютъ сѣроземы только своей малогумусностью и карбонатностью. Нѣкоторымъ подтвержденіемъ той мысли, что сѣроземы начинаютъ собою серію вертикальныхъ зонъ могло бы явиться то обстоятельство, что, несмотря на малогумусность этихъ почвъ, онѣ все-же оказываются богаче гумусомъ, чѣмъ самыя южныя почвы Киргизскаго края, т. е. чѣмъ почвы бурой зоны.

Такое положеніе, однако, вызываетъ и нѣкоторыя возраженія, на которыхъ мы сейчасъ и остановимся. Если сѣроземы являются почвами предгорій, то спрашивается, гдѣ же зональный типъ Туркестанскихъ равнинъ? Мы привыкли видѣть, что солонцы и солончаки несутъ на



Рис. 66. Сѣроземная степь въ Бухарѣ. Фот. Неуструева.

себѣ отпечатокъ той зоны, въ которой они находятся. Такъ, солонцы черноземной зоны имѣютъ черный цвѣтовой оттѣнокъ, въ каштановой зонѣ—у нихъ каштановый оттѣнокъ, въ бурой — бурый оттѣнокъ. Солончаковыя почвы Туркестанскихъ равнинъ имѣютъ опредѣленный сѣрый оттѣнокъ, который рѣзко бросается въ глаза наблюдателю, пересѣкающему область зауральскихъ пустынныхъ степей отъ Оренбурга до Ташкента. Если мы припомнимъ, что почвы туркестанскихъ равнинъ приближаются по своимъ свойствамъ къ сѣроземамъ, если эти равнины хорошо дренированы, то должны будемъ признать, что не только предгорья, но и равнины въ области Туркестана должны быть отнесены къ

сѣроземной зонѣ. Если сѣроземы богаче гумусомъ, чѣмъ бурые суглинки юга Акмолинской области, то это обстоятельство можетъ быть поставлено въ связь съ опредѣленной перемѣной климатическихъ условій по мѣрѣ приближенія къ Туркестанскимъ горнымъ массивамъ.

Сравнительное изученіе вертикальныхъ зонъ въ области Семирѣчья и на югѣ Сыръ-Дарьинской области, на чемъ мы остановимся ниже, опредѣленно подчеркиваетъ разницу этихъ двухъ областей. Въ то время какъ въ Семирѣчьи эти зоны таковы, какъ можно было этого ожидать въ области бурыхъ почвъ, въ Сыръ-Дарьинской и Ферганской областяхъ эти зоны представлены иначе.

Всѣ эти данныя заставляютъ насъ обособлять зону сѣроземовъ[1]) и къ таковой относить не только почвы предгорій, но и почвы равнинъ, хотя послѣднія почвы зачастую и носятъ солончаковый или солончаковатый характеръ.

Аналогичныя тѣмъ даннымъ, которыя были получены Неуструевымъ для упомянутыхъ выше уѣздовъ Ферганы, имѣются также и для Ошскаго (Неуструевъ), Скобелевскаго (Доленко, 4), Кокандскаго у.у. (Таганцевъ, 13) той же Ферганы, а также и для южныхъ частей Закаспійской области (Драницынъ, 5). Къ той же сѣроземной зонѣ, согласно наблюденіямъ Неуструева, должна быть причислена и Бухара (рис. 56).

Литература.

1. Безсоновъ. Предварит. отчетъ объ организаціи и исполненіи работъ по изслѣдованію почвъ Азіатской Россіи въ 1912 г., подъ редакціей К. Д. Глинки. Спб., 1913.
2. Димо. Отчетъ (предвар.) по почвеннымъ изслѣдованіямъ въ районѣ восточной части Голодной степи. Спб., 1910.
3. — Вліяніе искуственнаго орошенія и повышеннаго естественнаго увлажненія на процессы почвообразованія и перемѣщенія солей въ почво-грунтахъ Голодной степи Самаркандской области. Саратовъ, 1911.
4. Доленко. Предвар. отчетъ н т. д. за 1913 г. Спб., 1914.
5. Драницынъ. Предвар. отчетъ и т. д. за 1912. Спб., 1913.
6. Захаровъ. Журн. опытн. Агрон., т. VI, кн. 2. 1905.
7. Неуструевъ. Тр. почв. ботан.-экспед. Почвенныя изслѣдованія 1908 г., вып. 7. Спб. 1910.
8. — Предварит. отчетъ и т. д. за 1909 г. Спб., 1910.
9. — Предварит. отчетъ и т. д. за 1910 г. Спб., 1911.
10. — Предварит. отчетъ и т. д. за 1911 г. Спб., 1912.
11. — Предварит. отчетъ и т. д. за 1912 г. Спб., 1913.
12. — Предварит. отчетъ и т. д. за 1913 г. Спб., 1914.
13. Таганцевъ. Предварит. отчетъ и т. д. за 1913 г. Спб. 1914.

[1]) Въ послѣднее время Димо предложилъ чрезвычайно неудачное названіе „свѣтлоземы“, совершенно не опредѣляющее характернаго цвѣтового оттѣнка зоны.

III. Горныя страны Россіи.

(Вертикальныя почвенныя зоны).

Ученіе о вертикальныхъ почвенныхъ зонахъ, опредѣленно выдвинутое Докучаевымъ (17) послѣ знакомства съ почвеннымъ покровомъ Кавказа [1]), въ послѣднее время получило рядъ новыхъ фактическихъ обоснованій, благодаря изслѣдованіямъ горныхъ системъ Алтая, Туркестана и, частью горныхъ хребтовъ Восточной Сибири, о чемъ вскользь упоминалось въ предыдущемъ изложеніи. Теперь намъ предстоитъ болѣе детально остановиться на характеристикѣ нѣкоторыхъ горныхъ областей Россіи.

I. Крымъ. Вертикальная зональность въ южной оконечности Таврическаго полуострова изучена пока еще недостаточно, хотя уже схематическая почвенная карта Докучаева (5) позволяла заключать, что вертикальныя зоны здѣсь существуютъ. Согласно этой картѣ, полоса свѣтлыхъ (бурыхъ) почвъ, охватывающая пустынно степную часть Крыма, по мѣрѣ приближенія къ горамъ (къ Ю.), переходитъ спачала въ полосу почвъ, содержащихъ 2—4% гумуса, а затѣмъ въ полосу съ почвами, имѣющими 4—7% гумуса. На почвенной картѣ, составленной Ферхминымъ [2]), сильно съужена полоса свѣтло-бурыхъ суглинковъ, значительно расширена область каштановыхъ почвъ, а въ предгорныхъ мѣстностяхъ показанъ южный черноземъ. Иначе говоря, и на этой картѣ опредѣленно выражена вертикальная зональность почвъ полуострова. Наконецъ, на почвенной картѣ Симферопольскаго у., составленной въ 1914 г. Клепининымъ (4), къ сѣверо-востоку отъ Симферополя показанъ довольно большой районъ буро-коричневаго чернозема. Судя по описанію, можно думать, что мы дѣйствительно имѣемъ здѣсь дѣло съ южнымъ черноземомъ. Горизонтъ А у него темно-сѣраго цвѣта съ хорошо выраженной мелкозернистой структурой, мощность гумусовыхъ горизонтовъ около 66 см., материнская порода мергелистый суглинокъ съ большимъ количествомъ кусковъ и кусочковъ известняка. Содержаніе гумуса отъ 4 до 5%. Повидимому, къ сѣверу количество гумуса падаетъ: по крайней мѣрѣ въ цитируемой работѣ для двухъ сѣверныхъ пунктовъ черноземнаго (?) района даются величины 3,55 и 3,22%. Изъ этихъ данныхъ можно заключить, что черноземная полоса Симферопольскаго у. къ сѣверу и сѣверо-востоку переходитъ въ каштановыя почвы (Клепининъ, 5).

---

[1]) Нѣкоторыя указанія на вертикальную зональность почвъ дѣлалась и раньше, напримѣръ Красновымъ для Туркестана.

[2]) См. Морачевскій. Почвы Европейской Россіи. Спб., 1907.

Чрезвычайно интересенъ переходъ отъ степной части Крыма къ горнымъ склонамъ Яйлы, переходъ, повидимому, напоминающій тѣ соотношенія, которыя можно наблюдать мѣстами въ южной Венгріи по окраинамъ пусты. По даннымъ Клепинина, на пологихъ склонахъ Яйлы поросшихъ дубовымъ и буковымъ лѣсомъ, встрѣчены были особые суглинки, которые образовались на плотной красно-бурой глинѣ, продуктѣ вывѣтриванія известнякоъ. Клепининъ отмѣчаетъ, что въ нѣкоторыхъ разрѣзахъ, сдѣланныхъ, повидимому, въ котловинкахъ среди лѣса, наблюдается въ нижнихъ горизонтахъ слабая подзолистость.

При переходѣ отъ степной зоны къ лѣсистымъ горнымъ склонамъ въ болѣе холодныхъ частяхъ умѣренной зоны мы встрѣчаемся съ подзолистыми почвами (Уралъ, Алтай, Кузнецкій Алатау, горы Забайкалья и пр.), въ болѣе же теплыхъ частяхъ той же зоны, при аналогичныхъ условіяхъ, наблюдаются переходныя образованія къ terra rossa. Мы присоединяемся такимъ образомъ къ взглядамъ Трейтца (9), который говоритъ слѣдующее: „въ болѣе теплыхъ и сухихъ зонахъ количество глины и желѣза увеличивается. Въ самыхъ сухихъ и теплыхъ мѣстахъ, на склонахъ и плейфахъ Карпатъ, которые обращены въ сторону (венгерской) равнины, господствуетъ красная почва, очень богатая желѣзомъ и глиной. Это тотъ почвенный видъ, который былъ описанъ Сабо, какъ nyirok, типичная почва нашихъ лучшихъ виноградниковъ. На сѣверныхъ берегахъ Чернаго моря это преобладающій почвенный типъ".

По наблюденіямъ Богословскаго (1), на порфирахъ и діоритахъ горы Кастель, подъ тонкимъ сѣрымъ горизонтомъ А лежитъ желто-красная, сильно вывѣтрившаяся пористая масса, въ которой попадаются кусочки материнской породы.

Въ восточномъ окончаніи крымскихъ горъ, расположенномъ вблизи Ѳеодосіи, пустынная степь взбирается на горные склоны, не отличающіеся здѣсь значительной высотой. Высшая точка хребта Тете-Оба лежитъ на высотѣ 293,8 м. надъ ур. моря, а низшая всего на высотѣ 49,5 м. Здѣсь въ 1876 г. была сдѣлана не особенно удачная попытка искусственнаго лѣсоразведенія, а въ 1899 г. былъ выработанъ новый проектъ облѣсенія, въ нѣкоторыхъ своихъ частяхъ, повидимому, болѣе удачный чѣмъ первый (Зибольдъ, 3). Такимъ путемъ возникло Ѳеодосійское горно-культурное лѣсничество.

Почвы этого лѣсничества были обслѣдованы Прохоровымъ (7), который считаетъ мѣстныя почвенныя образованія принадлежащими каштановому типу. На ряду съ этимъ отмѣчается, что горизонтъ А обладаетъ зернистой структурой. Подпочвой является лессовидный суглинокъ съ прослойками глины и сѣтевидными прожилками углесолей (на глубинѣ 78 см.), а глубже (на 105 см.) крупныя пятна и выцвѣты углесолей. Мощность гумусовыхъ горизонтовъ достигаетъ 60 см.

Почвы иногда вскипаютъ съ поверхности, а иногда вскипаніе начинается на нѣкоторой глубинѣ. Всѣ указанные признаки могли бы характеризовать и южный черноземъ, особенно зернистость гориз. А, хотя, по наблюденіямъ Панкова, и каштановыя почвы юго-западной Россіи (Бессарабія) отличаются зернистостью. Опредѣленій гумуса въ статьѣ Прохорова не имѣется, Зибольдъ же указываетъ, что мѣстныя почвы содержатъ до 4% гумуса.

Оставляя въ сторонѣ различныя скелетныя почвы Крымскихъ горъ, морфологія и химизмъ которыхъ недостаточно изучены, отмѣтимъ, что плато на вершинѣ Яйлы, отличаясь влажнымъ (въ 1896 г. выпало за годъ 608 мм. осадковъ), и сравнительно холоднымъ (5,7° средняя годовая) климатомъ, покрыто травянистой растительностью субальпійскаго типа и одѣто горно-луговыми почвами, впервые отмѣченными и описаннымн Богословскимъ (1).

II. Кавказъ представляетъ большой интересъ въ качествѣ горной страны, обладающей въ различныхъ своихъ частяхъ и на различныхъ высотахъ чрезвычайно разнообразными климатическими условіями. Достаточно сказать, что мы здѣсь встрѣчаемъ всѣ тѣ клнматическія комбинаціи, которыя можно встрѣтить на равнинахъ Европейской Россіи, а кромѣ того и такія, которыя въ предѣлахъ равнинной Россіи неизвѣстны Не останавливаясь на характеристикѣ климатовъ различвыхъ частей Кавказа, отсылаемъ читателя къ работамъ по этому вопросу, опубликованнымъ Фигуровскимъ (38, 39). Въ одной изъ работъ послѣдняго сдѣлана интересная попытка связать климатъ съ физико-географической физіономіей Кавказа.

При переходѣ отъ равнинной Россіи къ предгорьямъ сѣвернаго Кавказа, мы встрѣчаемся съ увеличеніемъ количества атмосферныхъ осадковъ, благодаря чему пустынвыя степи водораздѣла Волга-Донъ въ предѣлахъ Ставропольской губ., Кубанской и Терской областей вновь постепенно переходитъ въ степную полосу, а эта послѣдняя, при подъемѣ въ горы, смѣняется лѣсами.

Соотвѣтственно пестрой картинѣ климата пестро распредѣляются по Кавказу и растительныя формаціи, среди которыхъ отличаются: 1) тундровая съ лишайниками, мхами и низкорослыми цвѣтковыми растеніями; 2) альпійская луговая, несущая травянистый покровъ, а иногда и кустарники рододендрона; 3) лѣсная высокогорная, которая, согласно Радде, разбивается, въ свою очередь, на рядъ подзонъ съ той или иной господствующей породой; 4) степная ковыльная со Stipa pennata, Koeleria cristata, ovina; 5) пустынно-степная съ полынями, Albagi camelorum, Tamarix'омъ и пр.; 6) субтропическая съ рододендрономъ, лавровишнями, каштаномъ, букомъ [1]).

[1]) О растительности Кавказа см. работы проф. Кузнецова (29—31).

Если прибавить къ сказанному, что, на ряду съ разнообразіемъ климатическихъ условій и растительныхъ формацій, Кавказъ отличается и чрезвычайно сложнымъ и разнообразнымъ рельефомъ, и значительной пестротой материнскихъ породъ, среди которыхъ очень распространены разнообразныя вулканическія, то станетъ понятнымъ, что почвенный покровъ Кавказа долженъ отличаться крайней сложностью и пестротой, что, на ряду съ различными эктодинамоморфными почвами, тутъ должны встрѣчаться и эндодинамоморфныя. Впрочемъ, появленіе скелетныхъ почвъ можетъ стоять въ связи и съ процессами смыва на болѣе крутыхъ горныхъ склонахъ (Докучаевъ, Захаровъ).

Изученіе горныхъ странъ показало, что значеніе рельефа въ распредѣленіи почвеннаго покрова играетъ здѣсь выдающуюся роль. Еще Докучаевымъ было отмѣчено, что на Кавказѣ рельефъ мѣстности является вершителемъ почвенныхъ судебъ (15, 16). О посредствующемъ вліяніи рельефа на процессы почвообразованія мы уже говорили въ своемъ мѣстѣ (стр. 56—57); мы знаемъ, что экспозиція склона и его крутизна оказываютъ вліяніе на температуру и влагу лежащей на склонѣ почвы, откуда имѣемъ право заключать, что рельефъ значительно можетъ вліять на климатъ почвы, и въ этомъ, по нашему мнѣнію, его наиболѣе существенная роль, какъ почвообразователя. Изучая почвы горныхъ странъ Азіатской Россіи, мы отмѣтили въ свое время роль горнаго рельефа въ распредѣленіи грунтовой влаги что, конечно, не остается безъ вліянія на процессы почвообразованія. Что касается вліянія склоновъ на процессы выноса и накопленія, то хотя эти чисто геологическіе процессы и вмѣшиваются въ почвообразованіе, однако ихъ вмѣшательство скорѣе ведетъ къ ослабленію почвообразовательнаго процесса, а иногда и къ уничтожевію. Наконецъ, несомнѣнно вліяніе рельефа на растительность, но это вліяніе можетъ считаться косвеняымъ [1]).

Если оставить въ сторонѣ Предкавказье съ его черноземами (Новопокровскій, 33, Яковлевъ, 40), каштановыми почвами (Прасоловъ, 34, Туминъ, 37) и сопровождающими ихъ солонцами и солончаками, то остальную часть Кавказа можно раздѣлить, согласно Захарову (24) [2]) на слѣдующія области:

1) Степи восточнаго Закавказья; 2) степи южнаго Закавказья; 3) область Дагестана; 4) лѣсная область сѣв. Кавказа; 5) лѣсная область западнаго Закавказья; 6) лѣсная область восточнаго Закавказья; 7) высокогорная область Большого и Малаго Кавказа.

---

[1]) Подробнѣе о значеніи рельефа въ горныхъ странахъ см. Захаровъ (25).

[2]) Предкавказскія степи Захаровъ дѣлитъ на степи западнаго и восточнаго Предкавказья.

Разсмотримъ вкратцѣ характеристику этихъ областей, пользуясь данными Захарова.

1. Степи восточнаго Закавказья представляютъ двѣ зоны: первую образуютъ низменныя Куро-Араксинскія степи (Ширванская, Мильская, Муганская, Сальянская), вторую — возвышенныя степи (Ширакская, Караязская и др.). Низменныя степи получаютъ менѣе 300 мм. осадковъ, материнскими породами здѣсь являются главнымъ образомъ аллювіальные осадки, частью же делювіальные и пролювіальные. Почвы принадлежатъ къ зонѣ сѣроземовъ, или стоятъ на границѣ между свѣтло бурыми суглинками и сѣроземами. Огромное количество солонцовъ и солончаковъ.

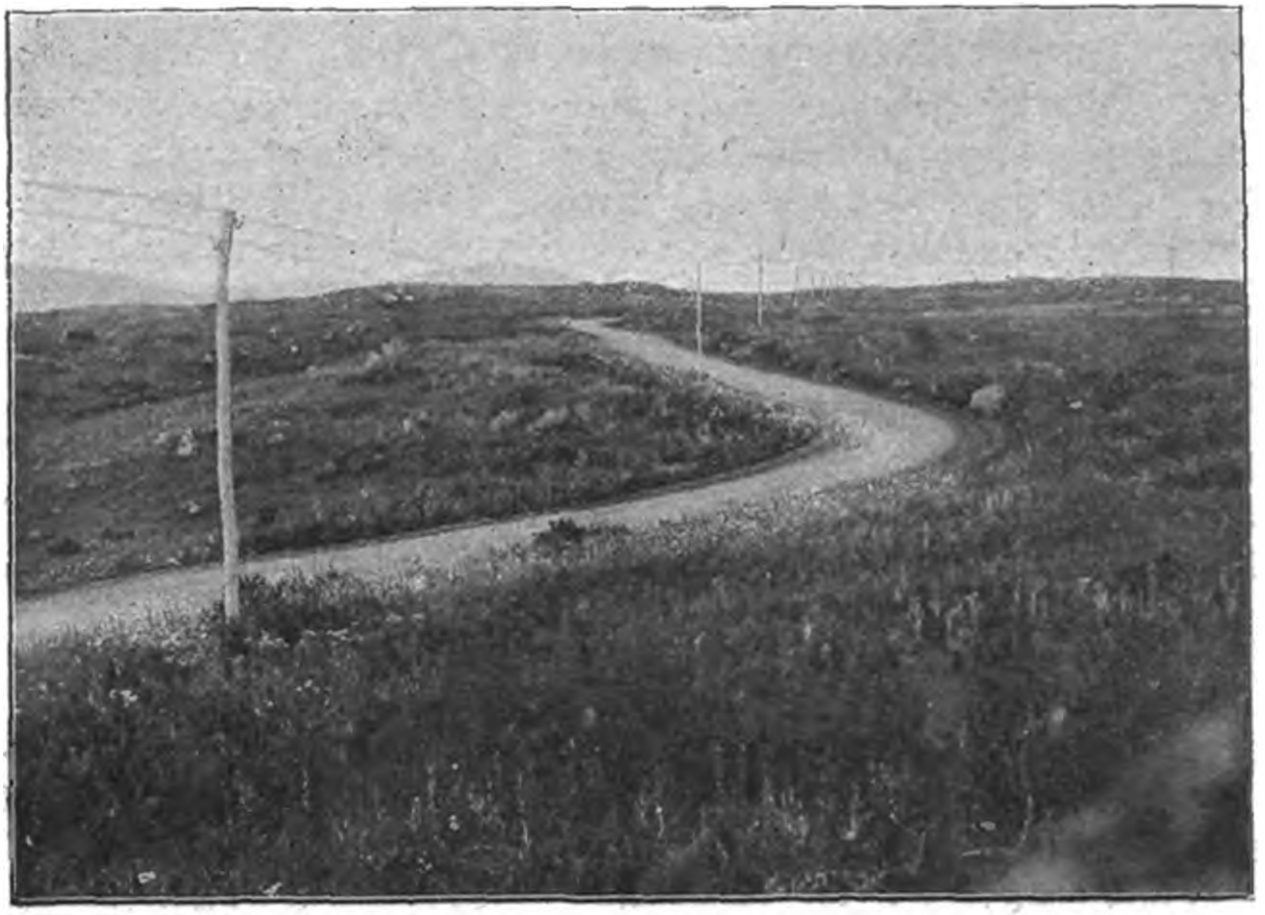


Рис. 67. Черноземная степь вблизи оз. Гокча. Фот. Ганешина.

Возвышенныя степи имѣютъ 300—500 мм. осадковъ, при годовой температурѣ 12—13°. Материнскія породы—лессовидные суглинки различнаго происхожденія. Почвы свѣтло-каштановыя, въ болѣе высокихъ мѣстахъ переходящія въ темно-каштановыя и даже черноземы.

2. Степи южнаго Закавказья Захаровъ дѣлитъ на два района: а) средне-араксинскія степи съ количествомъ осадковъ ниже 360 мм. и съ почвами типа сѣроземовъ и b) горныя степи Карсскаго, Александропольскаго и Ахалкалакскаго плоскогорій съ 300—500 мм. осадковъ, средней годовой температурой въ 3—6° и съ черноземными почвами (рис. 67).

3. Область Дагестана слагается изъ прибрежной низменной зоны съ солончаковатыми почвами (въ зонѣ сѣроземовъ или свѣтло-бурыхъ почвъ), изъ лѣсной зоны предгорій съ свѣтло-сѣрыми почвами, которыя, „ближе охарактеризованы пока быть не могутъ“, изъ нагорной сильно расчлененной зоны со слабо-развитыми скелетными почвами и изъ альпійской зоны, гдѣ, на ряду съ „коричневато-сѣрыми высокогорными почвами, формируются... и рендзины“.

4. Лѣсная область сѣвернаго Кавказа слагается изъ района западнаго Предкавказья съ 500—1500 мм. осадковъ и со свѣтло-сѣроватыми лѣсными землями (подзолистыми) и изъ района восточнаго Предкавказья съ 500—1200 мм. осадковъ и „болѣе или менѣе типичными сѣрыми землями“ (подзолистыя почвы).

5. Лѣсная область западнаго Закавказья включаетъ въ себя область съ реликтовыми красноземами, нынѣ слабо оподзоливающимися и типичнѣе выраженными подзолистыми почвами въ болѣе высокихъ частяхъ района, а также и въ болѣе низкихъ, гдѣ, кромѣ подзолистыхъ почвъ, встрѣчаются и болотныя.

6. Лѣсная область восточнаго Закавказья слагается изъ ряда районовъ, при чемъ болѣе высоко-расположенные районы характеризуются подзолистыми и слабо-подзолистыми почвами, ниже идутъ свѣтло-сѣрые и сѣрые лѣсные суглинки, еще ниже темно-сѣрыя, иногда черноземовидныя почвы подъ дубовыми лѣсами, а въ переходной полосѣ—лѣсостепи—подъ лѣсами находятся коричневато-сѣрыя и буровато-сѣрыя мергелистыя почвы.

7. Высокогорнан область Большого и Малаго Кавказа помѣщается между верхней границей лѣсовъ и снѣговой линіей, занимая въ ширину около 1 версты. Въ вертикальномъ направленіи могуть быть выдѣлены субальпійская и альпійская зоны. Въ предѣлахъ этихъ зонъ Захаровъ различаетъ: торфянистыя, торфяныя, черноземовидныя и коричнево-сѣрыя горно-луговыя почвы.

Уралъ. Отличаясь небольшой высотой, Уральскія горы не обнаруживаютъ рѣзко явленій вертикальной зональности на всемъ своемъ протяженіи: въ сѣверной части, въ предѣлахъ лѣсной зоны, Уралъ покрытъ тѣми-же подзолистыми почвами, какія лежатъ и на сосѣднихъ равнинахъ Европейской и Азіатской Россіи. Конечно, эти почвы мѣстами болѣе скелетны, можетъ быть менѣе рѣзко выражены процессы оподзоливанія, но типъ почвы не мѣняется. Иначе обстоитъ дѣло въ черноземной зонѣ: черноземныя почвы не поднимаются на Уралъ, который и въ этой зонѣ покрытъ почвами подзолистаго типа; только низкія долины несутъ здѣсь черноземный покровъ. Почвенный покровъ южнаго Урала еще недостаточно изученъ.

Алтай. Говоря о горизонтальныхъ зонахъ Азіатской Россіи, мы уже отмѣтили въ общихъ чертахъ, какое вліяніе оказываетъ горная система Алтая на распространеніе горизонтальныхъ почвенныхъ зонъ къ востоку отъ Иртыша. Къ сказанному мы теперь должны прибавить, что и черноземная, и каштановая зоны проникаютъ до извѣстной степени и



Рис. 68. Каштановая степь на Укокѣ. Фот. Смирнова.



Рис. 69. Чуйская степь у с. Кошъ-Агачъ. Фот. Смирнова.

внутрь Алтайской горной страны по долинамъ (рис. 68, 69). Вклиниваніе каштановой зоны наблюдается къ югу отъ 51° с. ш. по р. Урусулу и его притокамъ, частью по Катуни и Коксу, а также въ верховьяхъ р. Чарыша (Смирновъ, 46, 47). По даннымъ Келлера (42, 43), относящимся къ Урусулу, „мы встрѣчаемъ здѣсь степь, состоящую изъ

сильно сухолюбивыхъ формъ растеній съ низкорослой и рѣдкой растительностью". Это—„переходная растительность между степной и полупустынной. Здѣсь много низкорослыхъ дерновинокъ ковыля-волосатика (Stipa capillata, S. orientalis), много Festuca, но тутъ-же можно встрѣтить въ большихъ количествахъ и растенія сильно распространенныя на типично-полупустынныхъ и нѣкоторыхъ солонцеватыхъ почвахъ, напр. Kochia prostrata". Часто встрѣчается небольшими округлыми кустиками, напоминающими по внѣшнему виду кочки, Caragana pygmaea.

Почвы здѣсь начинаютъ вскипать на глубинѣ 10 см. отъ поверхности; засоленность ихъ хлоридами и сульфатами ничтожная: хлора, въ частности, онѣ совершенно не содержатъ. Количество гумуса въ нихъ колеблется между 3,46 и 4,70%. Таковы почвы равнинныхъ мѣстъ. На склонахъ почвы являются скелетными, менѣе мощными и значительно



Рис. 70. Черноземовидныя почвы. Фот. Смирнова.

болѣе засоленными, особенно въ горизонтѣ С. Эти разности можно назвать горными солончаковатыми каштановыми почвами (Смирновъ, l. c.).

Къ сѣверу отъ зоны каштановыхъ почвъ, приблизительно между 51° и 51°30′ с. ш., по долинамъ рѣкъ Бѣлаго Ануя, Песчаной и Семы встрѣчаются почвы темно-сѣраго цвѣта съ коричневатымъ оттѣнкомъ и довольно мощными гумусовыми горизонтами. Эти почвы располагаются на склонахъ и характеризуются слабой зернистостью гориз. А; онѣ вскипаютъ съ поверхности и на глубинѣ между 15 и 55 см. содержатъ значительное количество солевыхъ прожилокъ. Водная вытяжка изъ этого горизонта указываетъ на довольно рѣзкую засоленность: здѣсь находится около 2% растворимыхъ солей, изъ которыхъ 0,8836% падаетъ на сѣрную кислоту и 0,154%—на хлоръ. Такимъ образомъ почвы эти отличаются солончаковатымъ характеромъ. По своему географическому по-

ложенію онѣ являются какъ бы переходными отъ каштановой зоны къ черноземной. Гумуса въ горизонтѣ А содержится 8,36%.

Къ сѣверу отъ 51°30′ с. ш., также по долинамъ рѣкъ, располагаются черноземовидныя почвы, а у 52° с. ш. и настоящіе черноземы. Черноземовидныя почвы имѣютъ лугово-степной характеръ (рис. 70). У нихъ ясно-зернистый горпз. A_1, темноцвѣтный съ сизоватымъ оттѣнкомъ, при высыханіи нѣсколько сѣрѣющій. Вскипаніе начинается съ глубины 45 см.

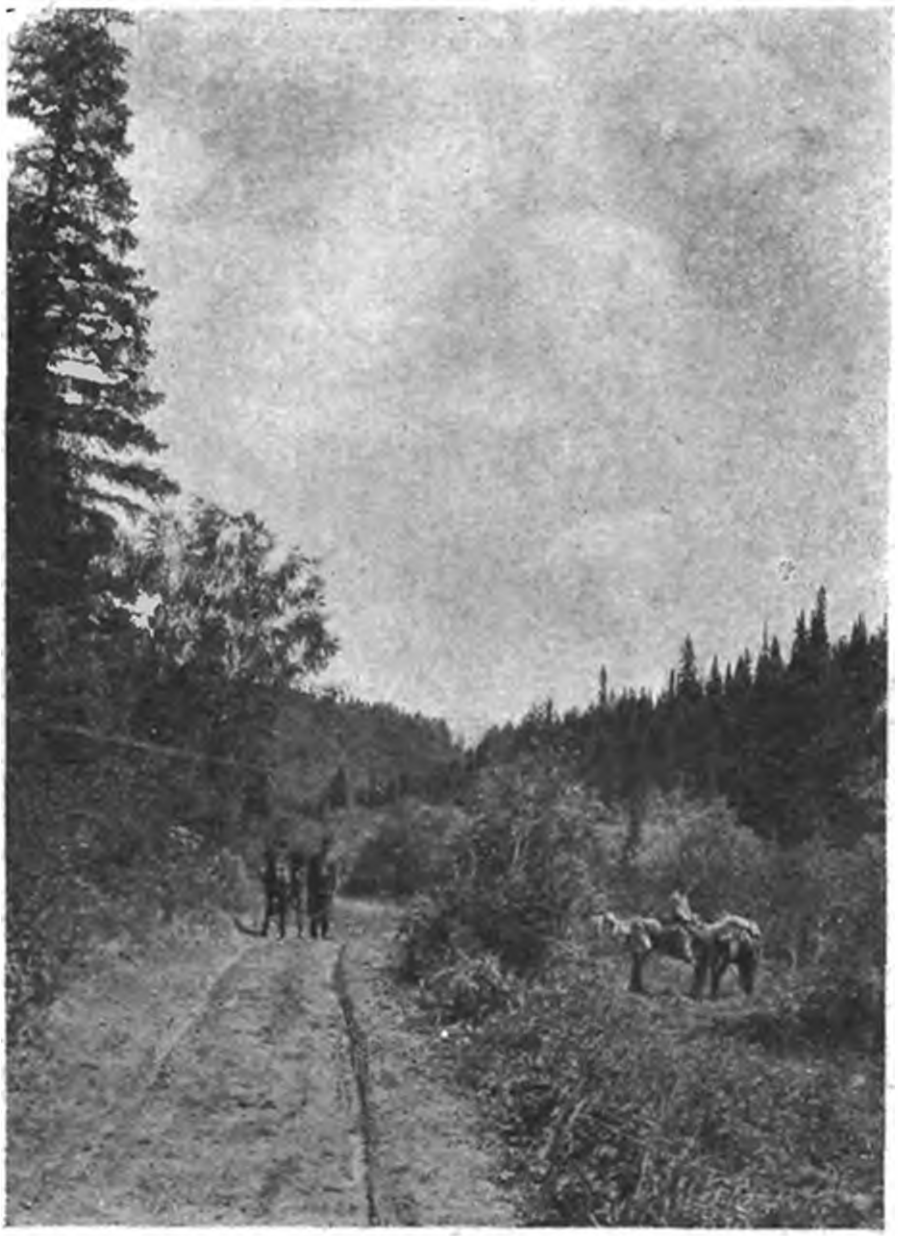


Рис. 71. Область лѣсныхъ суглинковъ. Фот. Смирнова.

Кромѣ углекислой извести, почва почти не содержитъ другихъ солей. Растительность, по даннымъ Келлера (43), носитъ также переходный лугово-степной характеръ. Въ почвахъ и растительности есть сходство съ Барабой.

Болѣе повышенные районы между 51 и 52° с. ш. заняты типичными лѣсными суглинками, площадь распространенія которыхъ очень значительна (рис. 71), а еще выше, на склонахъ перевалов, располагаются подзолистыя почвы.

Подзолистыя почвы и сопровождающія ихъ болотныя чрезвычайно широко развиты на Алтаѣ. Онѣ детально обслѣдованы Смирновымъ (45) въ бассейнѣ р. Лебедь (рис. 72) и Левченко (44) въ бассейнѣ верхняго теченія р. Томи и ея большихъ лѣвыхъ притоковъ — Мрасъ-су и Кондомы.

Система р. Лебедь, праваго притока р. Біи, расположена нѣсколько сѣвернѣе 50° с. ш., между 57—58° в. д. (отъ Пулкова) и окружена со всѣхъ сторонъ горными хребтами со средней высотой въ 600—700 м. и максимальной — до 1400 м. По растительности районъ принадлежитъ лѣсной области съ преобладаніемъ пихты и кедра. Наибольшую площадь занимаютъ подзолистыя почвы, развивающіяся на постпліоценовыхъ отложеніяхъ. Отдѣльными, болѣе или менѣе крупными полосами и пят-



Рис. 72. Область подзолистыхъ высокогорныхъ почвъ. Фот. Смирнова.

нами по рѣчнымъ долинамъ вкраплены иловато-болотныя почвы. Въ тѣхъ же рѣчныхъ долинахъ имѣются полуболотныя и слабо-подзолистыя почвы на аллювіальныхъ наносахъ. Въ верховьяхъ р. Лебедь, на высотѣ 1200 м., встрѣчены горно-луговыя почвы (рис. 63) съ нѣкоторой торфянистостью поверхностнаго горизонта и слабой зернистостью гориз. A_2.

Бассейнъ верховьевъ р. Томи представляетъ также горную страну. Часть района, лежащая къ сѣверу отъ р. Томи, „отличаясь сравнительной высотой надъ ур. моря, сильно изрѣзана глубокими долинами на рядъ высокихъ горныхъ гривъ, гребнями своими нерѣдко выходящихъ за предѣлы лѣсной растительности и покрытыхъ снѣгомъ въ теченіе цѣлаго лѣта въ мѣстахъ, защищенныхъ отъ усиленной инсоляціи. Горныя возвышенности падаютъ къ разсѣкающимъ ихъ долинамъ круто, мѣстами обрывисто“.

Водораздѣлъ между Томью и Мрасъ-су отличается болѣе мягкими очертаніями рельефа; перевалы становятся шире, а склоны болѣе отлоги. Наиболѣе широки перевалы на водораздѣлѣ Мрасъ-су — Кондома; они постепенно падаютъ къ долинамъ. Этотъ водораздѣлъ характеризуется наименьшей высотой надъ ур. моря.

Материнскими породами всего района являются твердыя, кристаллически-зернистыя породы и рыхлыя послѣтретичныя образованія: глины



Рис. 73. Граница лѣсной и горно-луговой области.
Фот. Смирнова.

и пески. Почвы принадлежатъ подзолистому и болотному типамъ. У подзолистыхъ почвъ гориз. A_1 имѣетъ мощность отъ 6 до 18—20 см., горвз. A_2—также различенъ по мощности. Въ почвахъ, развивающихся на твердыхъ породахъ, дифференцировка горизонтовъ A_1 и A_2 слаба, на наносахъ она выражена рѣзче. Мощность гумусовыхъ горизонтовъ подзолистыхъ почвъ постепенно возрастаетъ, по мѣрѣ движенія на югъ.

Наименьшей мощностью отличаются почвы Томско-Енисейскаго водораздѣла.

Въ самой южной оконечности Алтая, изучавшейся въ районѣ р. Кальджира, берущаго начало изъ оз. Марка-куль (абс. высота 1384,5 м.) и впадающей въ Черный Иртышъ, совершенно опредѣленно отмѣчается вертикальная зональность почвъ (Абутьковъ, 40). Обслѣдованный районъ можетъ быть раздѣленъ на двѣ части: 1) сѣверную и сѣверо-восточную, представляющія собой предгорную волнистую полосу и 2) равнину, расположенную къ югу отъ первой части. Предгорную полосу можно расчленить на 3 района: a) районъ каштановыхъ почвъ, b) районъ бурыхъ полупустынныхъ почвъ и c) районъ сѣрыхъ почвъ (не сѣроземы).

Равнина занята чрезвычайно пестрымъ комплексомъ, слагающимся изъ самыхъ разнообразныхъ солончаковъ и солонцовъ.

Туркестанъ. Существованіе климатическихъ и растительныхъ зонъ въ Туркестанѣ было извѣстно уже давно изъ работъ путешественниковъ 50-хъ годовъ (Семеновъ, Сѣверцовъ) и болѣе позднихъ (особенно А. Федченко). Такъ въ одной изъ своихъ работъ Семеновъ дѣлитъ Заилійскій Алатау на шесть растительныхъ зонъ:

1. Степную, расположенную на высотѣ отъ 150 до 600 метр.
2) Культурную или садовую—отъ 600 до 1350 м. на сѣверномъ и до 1500 м.—на южномъ склонѣ.
3) Зону хвойныхъ лѣсовъ или субальпійскую—отъ 1350 или 1500 м. до 2280 или 2400 м.
4) Нижнеальпійскую зону или зону альпійскихъ кустарниковъ.
5) Верхнеальпійскую или зону альпійскихъ травъ. Послѣднія двѣ зоны (4 и 5) лежатъ между 2280 или 2400 и 3150 или 3300 м.
6) Зону вѣчныхъ снѣговъ.

Говоря о вертикальномъ распредѣленіи животныхъ по Туркестану Сѣверцовъ (17) дѣлитъ край на степь и нагорье, при чемъ степь слагается двумя поясами высоты, а нагорье—тремя. Эти пять поясовъ, въ порядкѣ постепеннаго повышенія, располагаются слѣдующимъ образомъ:

1) Поясъ солонцовъ, самый нижній; у Сыръ-Дарьи достигаетъ только 210 м. абсолютн. высоты, у Чуланъ—Кургана—около 300 м., у Бійлю-Куля, верстъ 40 къ СЗ. отъ Ауліэ-ата—до 450 м.; тоже къ В. и СВ. вдоль подошвы Тяньшаньскаго нагорья, на Чу, Или и въ другихъ мѣстахъ Семирѣчья. Характеризуется зарослями саксаула, Tamarix, Eleagnus, туранги (Populus) вблизи рѣкъ.

При помощи солонцеватыхъ степей съ полынью, солянками и Alhagi этотъ ярусъ переходитъ въ слѣдующій, а именно:

2) Поясъ культурный отъ 600 до 900 м., (мѣстами и выше). Характеризуется, какъ волнистая степь съ частыми сухими оврагами и глубокими лощинами рѣчекъ. Этотъ поясъ подраздѣляется на два: въ нижнемъ господствуютъ Leguminosae, въ верхнемъ—злаки.

3) Поясъ лиственныхъ лѣсовъ отъ 1350 до 2400 м. Авторъ довольно подробно характеризуетъ этотъ поясъ для разныхъ горныхъ хребтовъ.

4) Поясъ хвойныхъ отъ 2250 до 3000 м. Среди этого пояса Сѣверцовъ отмѣчаетъ близъ Иссыкъ-куля верхне-чарвенское плоскогорье, образуемое встрѣчей широкихъ долинъ Каркара и Кегена. Интересно, между прочимъ, указаніе автора, что по Каркарѣ и Кегену идутъ обширные сазы или ключевыя кочковатыя болота.

5) Поясъ альпійскихъ травъ. Здѣсь имѣется очень интересное описаніе, кот рое позволимъ себѣ привести цѣликомъ: „несравненно большаго развитія достигаетъ этотъ поясъ въ плоскогорьяхъ у верхняго Нарына и Аксая, къ югу отъ Иссыкъ-куля, на которыхъ поднимаются уже не пики, а хребты; снѣга выпадаетъ тамъ мало, потому что снѣговыя тучи перехватываются тамъ хребтами, составляющими окраины плоскогорій. Этимъ объясняется и болѣе степная, нежели альпійская растительность послѣднихъ, которая особенно поразительна при подъемѣ съ Иссыкъ-куля на верхне-нарынское плоскогорье".

„Пройдены тутъ и ельники, и можжевельники, пройденъ поясъ альпійскихъ травъ; уже съ пиковъ по сторонамъ перевала спускаются вѣчные снѣга, тропинка пересѣкаетъ уже концы ихъ полосъ и все поднимается; наконецъ, конченъ подъемъ; пики уже сзади, и вмѣсто вершины перевала и спуска выходишь на степь съ кипцами (Festuca), полынками и солянками, какъ далеко внизу".

„Эти высокія степи на Нарынѣ и Аксаѣ спускаются до 2850 м. и до такой же высоты въ Сон-кульскомъ плоскогорьѣ, между тѣмъ какъ на наружныхъ склонахъ хребтовъ, окружающихъ послѣднее, можжевельникъ поднимается до 3000 м.".

Наблюденія Сѣверцова были неоднократно отмѣчаемы въ западно-европейской литературѣ. Ганнъ (5) приводитъ эти наблюденія, а также наблюденія Вуда, сдѣланныя у Сары-Куль на Памирѣ, на высотѣ 4800 м., гдѣ имѣются зимовья каракиргизовъ съ лошадьми, баранами и яками, какъ примѣръ для иллюстраціи того закона, что увеличеніе количества осадковъ въ горахъ, по мѣрѣ поднятія, идетъ лишь до извѣстныхъ предѣловъ, выше которыхъ вновь наблюдается пониженіе этого количества. Примѣръ изъ наблюденій Сѣверцова, однако, едва-ли тутъ на мѣстѣ, ибо наблюдавшіяся имъ явленія, повидимому, стоятъ въ связи съ орографическими условіями, а не зависятъ отъ общаго климатологическаго закона.

Указанный только что законъ долженъ привести къ выводу, что на высокихъ горахъ степная формація можетъ перейти въ полупустынную и пустынную. Подобная закономѣрность въ смѣнѣ горныхъ растительныхъ формацій была подчеркнута Шимперомъ (16) какъ для горныхъ массивовъ тропическихъ странъ, такъ и для горъ умѣреннаго пояса. И Шимперъ въ послѣднемъ случаѣ пользовался фактами, добытыми русскими путешественниками (Пржевальскимъ и др.) въ горныхъ странахъ Средней Азіи.

Для современнаго почвовѣда изъ всѣхъ указанныхъ до сихъ поръ данныхъ выводъ ясенъ: въ Туркестанѣ, на ряду съ климатическими и растительными зонами, должны существовать и вертикальныя почвенныя зоны. И дѣйствительно, на существованіе таковыхъ въ системѣ Тянь-Шаня было указано еще Красновымъ (6, 7), отмѣчавшимъ, между прочимъ, въ своемъ предварительномъ отчетѣ, что болѣе низкія части страны (предгорья) одѣты почвами азіатскаго типа, а болѣе высокія — почвами европейскаго типа. Позже тотъ же авторъ болѣе подробно останавливается на почвахъ части системы Тянь-Шаня въ связи съ растительными формаціями. Такъ, напримѣръ, онъ отмѣчаетъ, что на хребтѣ Кендыкъ-тау и кое-гдѣ въ предгорьяхъ Заилійскаго Алатау встрѣчаются почвы, содержащія до 12% гумуса и во всѣхъ отношеніяхъ, повидимому, не уступающія сибирскому черноземy. При смѣнѣ черноземной преріи, по мѣрѣ понижения мѣстности, полынной степью, почвы измѣняются и количество гумуса падаетъ до 2%.

Перейдемъ теперь къ результатамъ, добытымъ экспедиціями Переселенческаго управленія въ періодъ 1908—1914 гг.

Прежде всего необходимо отмѣтить, что работами указанныхъ экспедицій установлено въ предѣлахъ Туркестана двѣ области, болѣе или менѣе рѣзко различающіяся характеромъ своихъ вертикальвыхъ зонъ. Первая изъ этихъ областей охватываетъ Семирѣчье, гдѣ вертикальныя зоны выражены такъ же, какъ и въ другихъ частяхъ бурой зоны, вторая заключаетъ въ себѣ югъ Сыръ-Дарьинской, югъ Закаспійской, Ферганскую и Самаркандскую область, гдѣ вертикальвыя зоны выражены совсѣмъ въ другихъ формахъ.

Для характеристики вертикальныхъ зонъ Семирѣченской области остановимся прежде всего на почвенныхъ зонахъ Лепсинскаго у., пользуясь данными, добытыми Прасоловымъ (15). На территоріи упомянутаго уѣзда могутъ быть выдѣлены:

1) Зона свѣтло-бурыхъ суглинковъ, песковъ и солончаковъ, занимающая высоты до 600 метр. надъ уровнемъ моря.
2) Зона каштановыхъ суглинковъ подъ сухой полынно-злаковой или кустарниковой степью—отъ 600 до 800 м.
3) Зона черноземной степи—отъ 800 до 1200 м.
4) Зона черноземовидныхъ горно-луговыхъ, иногда съ признаками деградаціи, почвъ подъ высокотравными лугами—отъ 1200 до 2000 м.
5) Зона вышелоченныхъ гориолуговыхъ почвъ подъ мелкотравными горными лугами—отъ 2000 до 3000 м.

„Такая послѣдовательность ясна только на открытыхъ склонахъ и плоскогорьяхъ, въ долинахъ же зоны смѣщиваются и продвигаются вверхъ и внизъ. Особенно условны границы зонъ по отношенію къ лѣсу, такъ что выдѣленіе зонъ лѣсовъ хвойныхъ и лиственныхъ здѣсь положительно не возможно“.

„Въ восточномъ краю Джунгарскаго Алатау влажные горные луга вытѣснены сухими или періодически высыхающими лугами („высокогорной степью"). И слѣдующая зона здѣсь съ преобладаніемъ степного характера, а потому, вмѣсто черноземовидныхъ со слѣдами деградаціи почвъ, тутъ встрѣчаются почвы, близкія къ черноземамъ, но съ повышеніемъ уровня углесолей".

„Въ Тарбагатаѣ три верхнія зоны выражены не ясно, въ силу меньшей высоты горъ и ихъ орографическихъ особенностей. Зона черноземной степи сжата и разорвана. На западныхъ отрогахъ Тарбагатая и въ Акчетавскихъ горахъ остаются, въ сущности, двѣ нижнія зоны, при чемъ зона сухой полынно-злаковой степи принимаетъ здѣсь особый обликъ, изобилуя, съ одной стороны, солонцами, а съ другой—зарослями степныхъ кустарниковъ, и поднимается въ то же время далеко выше тѣхъ предѣловъ, въ которыхъ она лежитъ на предгорьяхъ Алатау. Мы наблюдаемъ типичныя свѣтло каштановыя почвы въ верховьяхъ Аягуза и подъ Акчетавскимъ хребтомъ на высотахъ въ 1000—1100 м., тогда какъ нижняя граница ихъ и здѣсь прослѣживается на высотѣ примѣрно 600 м., гдѣ каштановые суглинки уступаютъ мѣсто комплексу бурыхъ суглинковъ, солонцовъ и солончаковъ".

Въ болѣе южныхъ частяхъ Семирѣченской области были обслѣдованы долины Пржевальскаго у. (Прасоловъ, 14), который является высокогорной страной и входитъ въ составъ центральнаго Тянь-Шаня. Изслѣдованную область можно подраздѣлить на слѣдующія части:

1. Горныя долины, занятыя поливными посѣвами хлѣбовъ. Эти долины, несмотря на значительную высоту надъ уровнемъ моря (1600—2000 метр.) принадлежатъ къ культурной зонѣ. Ниже расположены только прибрежья Иссыкъ-куля и часть урочища Тогузъ-Торау. Въ долинѣ Нарына и Атбаши съ Каракаюномъ растительныя формаціи низкихъ долинъ и свойственныя имъ почвы поднимаются до высоты около 2500 м., т. е. высоты, на которой въ Заилійскомъ и Джунгарскомъ Алатау начинаются уже альпійскіе луга. Нетронутыя земледѣліемъ мѣста долинъ этой категоріи представляютъ собой, въ зависимости отъ увлажненія почвы поверхностными и грунтовыми водами, то каменистую пустыню, то степь съ полынью и чіемъ, солончаки и пр.
2. Долины переходныя въ полосѣ сухихъ полынно-типчаковыхъ степей, каковы окраины многихъ низкихъ долинъ. Имъ свойственны свѣтло-каштановые суглинки. Такія степи начинаются въ долинахъ южной стороны Иссыкъ-куля и верховьевъ р. Чу съ высоты около 2000 м. и поднимаются до 2600 м. Южнѣе, за Нарыномъ, мы видимъ степь съ полынью и типчакомъ, начиная отъ 2500 до 3000 метр.
3. Высокогорныя долины и горные склоны въ предѣлахъ субальпійской или хвойной зоны. Здѣсь на равнинахъ и обращенныхъ къ солнцу склонахъ располагается степь или сухой лугъ, на сѣверныхъ склонахъ—преріи или влажные луга, а также еловые лѣса. Предѣлы

ели къ югу отъ Иссыкъ-куля—2100—2300 м. Въ этихъ же предѣлахъ наблюдалась субальпійская травяная растительность: степь—на темно-бурыхъ суглинкахъ, прерія на черноземовидныхъ почвахъ.

На высокихъ перевалахъ въ 3200 м. и болѣе встрѣчались уже влажные луга съ горно-луговыми почвами.

Въ промежуткѣ между двумя описанными уѣздами лежатъ обслѣдованныя Безсоновымъ (1) части Джаркентскаго и Вѣрненскаго у., которыя могутъ быть раздѣлены на слѣдующія области: 1) черноземную полосу вдоль хребта Заилійскаго Алатау, къ югу отъ Вѣрнаго, и вдоль Джунгарскаго Алатау; 2) полосу каштановыхъ почвъ отъ Казанско-



Рис. 74. Берега р. Или со свѣтло-бурыми почвами. Фот. Воротникова.

Богородскаго почти до р. Чилика; 3) полосу свѣтло-бурыхъ суглинковъ; 4) долину р. Или съ ея солончаками, песками и луговыми почвами; 5) плато (Карой) съ пустынной степью, занятой полынью и эбелекомъ (Ceratocarpus), съ свѣтло-бурыми супесями въ качествѣ почвеннаго покрова; 6) солончаковыя, болотныя и луговыя мѣстности въ предгорьяхъ Джунгарскаго Алатау.

Необходимо отмѣтить, что почвы горныхъ склоновъ, хотя бы и пологихъ, отличаются отъ почвъ горныхъ плато, даже при условіи ихъ залеганія въ одной и той же зонѣ. Почвы горныхъ плато, часто каштановыя въ Семирѣчьѣ, совершенно сходны съ таковыми же киргизскихъ сухихъ степей, почвы же склоновъ имѣютъ нерѣдко луговой или солон-

чаковатый характеръ. Само собой понятно, что сколько-нибудь крутые склоны не даютъ возможности нормальнаго развитія почвы, и потому въ такихъ мѣстахъ наблюдаются перерывы въ распространеніи той или другой изъ вертикальныхъ зонъ.

Переходя къ вертикальнымъ зонамъ южнаго Туркестана, остановимся прежде всего на почвахъ Чимкентскаго у. Сыръ-Дарьинской области. Какъ мы уже знаемъ, низкія предгорья здѣсь покрыты сѣроземами, а не свѣтло-бурыми почвами, и соотвѣтственно съ этимъ, поднимаясь въ горы, мы встрѣчаемъ въ слѣдующей верхней зонѣ не каштановыя почвы, а лишь нѣсколько напоминающія послѣднія (рис. 75). Первоначально, пока юж-



Рис. 75. Аналоги каштановыхъ почвъ. (Фот. Неуструева).

ная часть Туркестана была мало изучена, эти почвы называли условно каштановыми, но затѣмъ должны были отказаться отъ этой терминологіи и стали называть ихъ темносѣрыми. Эти почвы совершенно не имѣютъ цвѣтовыхъ оттѣнковъ каштановыхъ и въ то же время нѣкоторыми своими признаками напоминаютъ сѣроземы. Выше темносѣрыхъ почвъ здѣсь также нѣтъ почвъ, которыя можно было бы вполнѣ параллелизовать съ черноземами. Это почвы темнаго, почти чернаго цвѣта, но морфологія ихъ не черноземная, хотя вначалѣ и эти почвы условно называли черноземными (рис. 76 и 77). Очевидно, для почвъ занимающихъ горные склоны южнаго Туркестана, должна быть выработана особая номенклатура.

Въ Чимкентскомъ у. (Неуструевъ, 8) нижняя зона сѣроземовъ и солончаковъ занимаетъ высоты отъ 250 до 700 метр. Полоса, лежащая на высотѣ отъ 800 до 1500 м., характеризуется средней годовой



Рис. 76. Зона аналоговъ чернозема въ Ошскомъ у. (Фот. Неуструева).

температурой въ 8—10°, а количество атмосферныхъ осадковъ здѣсь выше 300 мм. въ годъ. Флора плато и открытыхъ склоновъ степная; здѣсь встрѣчаются Stipa capillata, Agropyrum repens, Hordeum Caput



Рис. 77. Ковыльная степь предгорій Таласскаго Алатау. (Фот. Неуструева).

Medusae, Bromus inermis, Secale cereale, Poa bulbosa, Artemisia scoparia, Sophora pachycarpa и др. Материнскими породами являются лессъ или делювіальные суглинки, а также и твердыя породы: известняки, песчаники и изверженныя породы. Почвы темносѣрыя.

Болѣе темныхъ степныхъ почвъ здѣсь почти нѣтъ, въ виду отсутствія равнинныхъ плато на той абсолютной высотѣ, которая соотвѣтствуетъ этой зонѣ.

На высотѣ 1800—3000 м. въ Таласскомъ Алатау и Каратау встрѣчаются горно-луговыя почвы. Ихъ материнской породой является мелкоземистая, часто съ камнями, маломощная глина желтаго или краснобураго цвѣта. Растительность состоитъ изъ Poa alpina, P. annua, Papaver alpinum, Potentilla gelida, Cerastium alpinum, Leontopodium sibiricum, Ranunculus gelidus и пр. „Растенія густымъ ковромъ цвѣтовъ покрываютъ почву, образуя дернъ и густое сплетеніе корней въ верхнемъ слоѣ". Горно-луговыя почвы встрѣчаются въ двухъ разновидностяхъ: у первой почва является въ видѣ тонкаго слоя землистой массы темно-коричневаго цвѣта, лежащей непосредственно на камняхъ и переполненной щебенкой и корешками растеній, у другой разновидности различается поверхностный темносѣрый горизонтъ мощностью въ 1—5 см. съ массой корешковъ, а подъ нимъ, рѣзко отдѣляясь, лежитъ довольно свѣтлая сѣробурая съ корнями и желѣзистыми пятнами глинистая масса, книзу слабо свѣтлѣющая и переходящая въ бурую, иногда красноватую глину.

Въ Андижанскомъ у. Ферганской области Неуструевъ различаетъ слѣдующія зоны:

1. Равнины, въ дѣвственномъ видѣ представляющія полынно-солянковыя солончаковыя полупустыни; онѣ искусственно орошены и несутъ богатыя культуры.
2. Зона низкихъ холмовъ (адыровъ, по мѣстному) представляетъ сухую степь съ сѣроземами. Свѣтлые сѣроземы идутъ до 1100—1200 м. абс. высоты и покрыты полынно-злаковой и разнотравной растительностью.
3—4. Злаковая степь съ темными сѣроземами, по мѣрѣ повышенія обращающимися въ аналоги черноземовъ. „Полоса злаковой степи не широка и въ восточной части уѣзда, благодаря быстрому повышенію мѣстности, скоро переходитъ" въ лугово-степную зону. Въ западной же части „она смѣняется лѣсной зоной, въ которую внѣдряется пятнами и лентами, сливаясь съ ней, и на ея пространствѣ переходитъ въ горную луго-степь". Лѣсныя почвы богаты гумусомъ и имѣютъ хорошо выраженную орѣховатую структуру (послѣдняя, впрочемъ, свойственна, въ большей или меньшей степени, большинству почвъ Андижанскаго у.
5. Зона лугостепи простирается отъ 1700 м. до 3000—3200 м. на сѣверномъ склонѣ Ферганскаго хребта и до 2500—2700—на склонахъ, обращенныхъ къ Ферганскому бассейну. Кверху она измѣняется въ сторону субальпійскаго луга. Почвы здѣсь черноземовидныя, представляющія всевозможные переходы до горно-солончаковыхъ.
6. Субальпійская зона (выше 2800 м.). Почвы горно-луговыя, безъ карбонатовъ, сильно свѣтлѣютъ по сравненію съ почвами предыдущей зоны и развиваютъ бурый дерновый слой (рис. 78).

Не останавливаясь на другихъ уѣздахъ Ферганы [1]), перейдемъ къ вертикальнымъ зонамъ южной части Закаспійской области. Дранв-

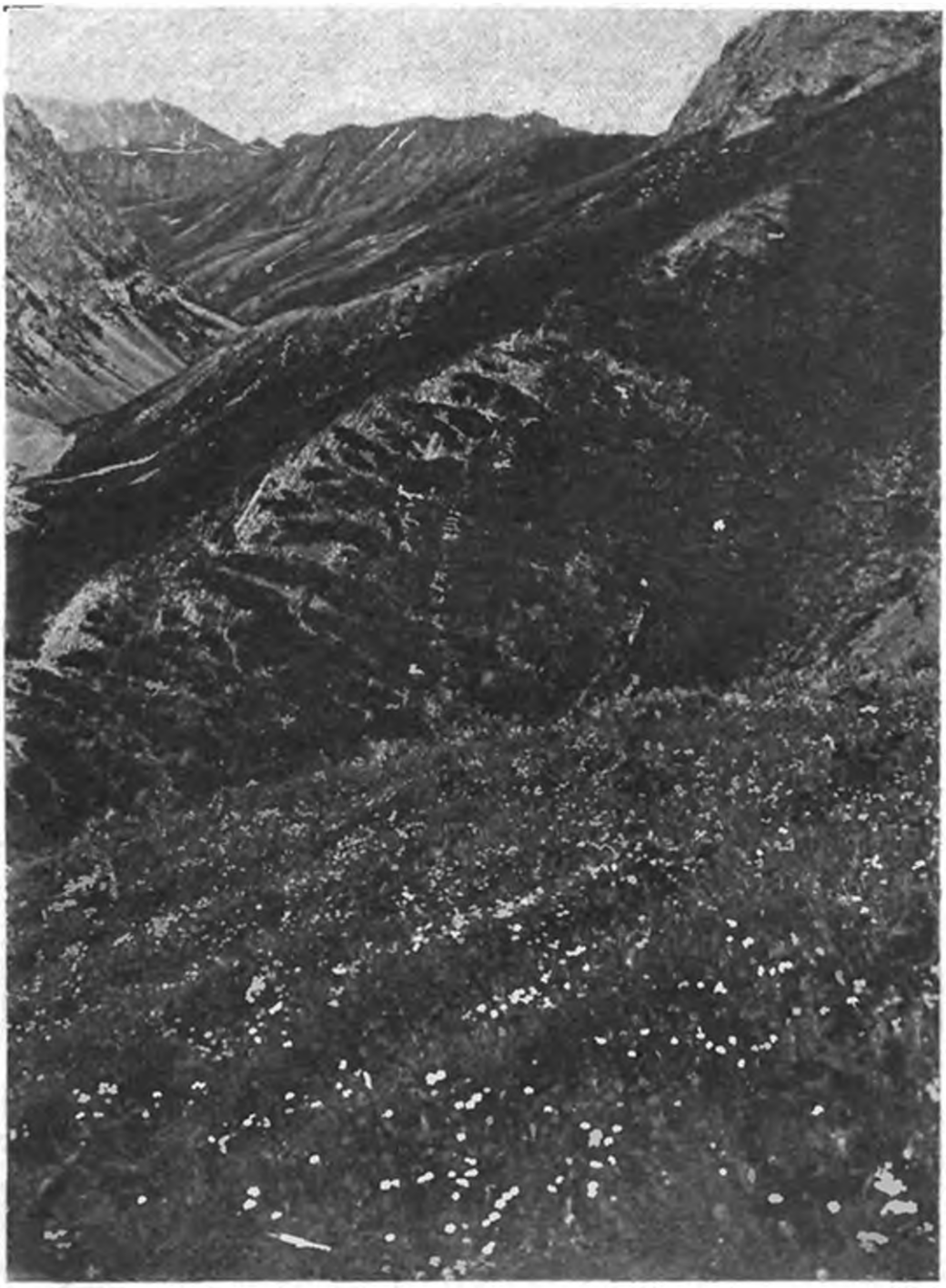


Рис. 78. Горные луга въ Чаткальскомъ хребтѣ. (Фот. Неуструева).

цынъ (4) относитъ эту часть области къ зонѣ сѣроземовъ, отмѣчая, что въ предгорной полосѣ залегаютъ свѣтлые сѣроземы, формирующіеся на пролювіальныхъ осадкахъ. Еще на высотѣ 2000—5000 фут. встрѣчаются различные виды сѣроземовъ, постепенно темнѣющихъ въ верхнихъ частяхъ предгорій и переходящихъ въ темносѣрыя почвы. Послѣднія занимаютъ высоты въ 5500—6500 ф. и покрыты злаковой степью. Зона почвъ, аналогичныхъ черноземнымъ, здѣсь отсутствуетъ. Болѣе богатыя гумусомъ почвы, чѣмъ темносѣрыя, встрѣчаются интразонально.

[1]) См. отмѣченные выше, при описаніи зоны сѣроземовъ, отчеты Неуструева, Доленко и Таганцева.

Литература.

Крымъ.

1. Богословскій, Изв. Геолог. Ком., т. XVI, 1897.
2. Докучаевъ. Русскій черноземъ. Спб., 1883.
3. Зибольдъ. Труды Опытн. Лѣсничествъ. II вып., 1904.
4. Клепининъ. Сборникъ по основной статистикѣ. Оцѣночная часть. Вып. II, Симферопольскій у., 1906.
5. — Ibidem. Перекопскій у. Симферополь, 1906.
6. Морачевскій. Почвы Европ. Россіи. Спб., 1907 (карта Ферхмина).
7. Прохоровъ. Труды Опытн. Лѣснич. Вып. II, 1906.
8. Танфильевъ. „Почвовѣдѣніе".
9. Treitz. Die Ausgaben der Agrogeologie. Földtani Közlöny. Bd. XL, Heft 7—8, 1910, Separatabdr. p. 16—17.

Кавказъ.

10. Бушъ. Изв. И. Р. Г. О., т. XXXIV, 1898, т. XXXVI, 1900.
11. — Ботанич. путешествіе по зап. Дагестаиу. Спб, 1905.
12. Вознесенскій. Зап. Кавказ. Отд. И. Р. Г. О., кн. XVII.
13. Гедевановъ. О почвахъ Кинтришск. уч. Батумск. Округа. Тифлисъ, 1912.
14. Глинка, К. „Почвовѣдѣніе", 1909, № 3.
15. Докучаевъ. Докладъ Закавк. Стат. Комит. объ оцѣнкѣ земель вообще и Закавказья въ особенности. Тифлисъ, 1899.
16. — Предвар. отч. объ изслѣд. на Кавказѣ лѣтомъ 1889 г. Тифлисъ, 1900.
17. — Къ ученію о зонахъ природы. Горизонтальныя и вертикальныя почв. зоны. 1899.
18. Захаровъ. „Почвовѣдѣніе", 1906, № 1—4.
19. — Журн. Оп. Агр. кн. II, т. VI, 1905 (Мугань).
20. — Дневникъ XII съѣзда русск. естеств. и врачей.
21. — Почвы Мильской степи. Спб., 1912. Изд. Отд. Зем. Улучш. Г. У. З. и З.
22. — О лессовидныхъ отложеніяхъ Закавказья. „Почвовѣдѣніе", 1910.
23. — Тр. Москов. Почв. Комит., т. II. Москва, 1913.
24. — О почвенн. областяхъ и зонахъ Кавказа.—Сборн. въ честь 70-лѣтія Д. Н Анучина. Москва, 1913.
25. — Извѣст. Констант. Межев. Инст.. вып. IV, 1913.
27. Калининъ. О почвахъ Аджаріи. Тифлисъ, 1912.
28. Красновъ. Труды Общ. Испыт. природы при Имп. Харьк. Унив., 1893—1894. т. 28.
29. Кузнецовъ, Н. Труды Ботан. Сада Имп. Юрьев. Унив., т. II, в. 1, 1901.
30. — Зап. Имп. Акад. Наукъ по физ.-мат. отд., т. XXIV, № 1, 1909.
31. — Изв. И. Р. Г. О., т. XLIX, 1913, вып. I—III.
32. Мищенко. Труды Ботан. Сада Имп. Юрьев. Унив., т. III, 1902.
33. Новопокровскій. Зап. Новоросс. Общ. Естеств., т. XXIX, 1906.
34. Прасоловъ. Трухменская степь Ставропольской губ. Ставроп.-Кавказскій, 1909.
35. Танфильевъ. Очеркъ главнѣйш. районовъ черномор. побережья Кавказа. Юбилейный сборникъ имени Стебута. Спб., 1904.

36. Тулайковъ. Изв. Москов. Сельскохоз. Институ., 1906.
37. Туминъ. Горько-балковскіе и Сухопадинскіе казенн. участки Ставропольск. губ. 1909.
38. Фигуровскій. Кавказское Сельск. Хоз., 1905, стр. 18—20 и 45—47.
39. — Опытъ изслѣдованія климатовъ Кавказа, т. I. Спб., 1912.
40. Яковлевъ, С. Почвы и грунты по линіи Армавиръ-Туапсинской жел. дор. Сообщ. XVI изъ Бюро по Землед. и почвов. Уч. Ком. Г. У. З. и З. Спб., 1914.

Алтай.

40. Абутьковъ. Тр. почв. ботан. экспед.—Почв. изслѣд. 1908 г., вып. 3, Спб., 1909.
41. Выдринъ и Ростовскій. Матер. по изслѣд. почвъ Алтайскаго округа Барнаулъ, 1899.
42. Келлеръ. Предвар. отчетъ о ботанич. изслѣдов. въ Сибири и Туркестанѣ въ 1909 г. Подъ ред. Флерова, Спб., 1910.
43. — По долинамъ и горамъ Алтая. Томъ I. Казань, 1914.
44. Левченко. Предвар. отчетъ объ организ. и исполн. работъ по изслѣд. почвъ Азіат. Россіи въ 1909 г. Спб., 1910.
45. Смирновъ. Тр. почв. ботан. экспед. Почв. изслѣдованія 1908 г. Спб., 1909.
46. — Ibidem, за 1909 г., вып. 1. Спб., 1910.
47. — Предвар. отчетъ объ организ. и исполненіи работъ по изслѣд. почвъ Азіатской Россіи въ 1910 г. Спб., 1911.

Туркестанъ.

1. Безсоновъ. Тр. почв. ботан. экспед. Почв. изслѣд. 1908 г., вып. 6. Спб, 1910.
2. — Предварит. отчетъ объ организ. и исполн. работъ по изслѣд. почвъ Азіатской Россіи въ 1909, 1912, 1913 гг.
3. Доленко. Предвар. отчетъ и т. д. за 1913 г. Спб., 1914.
4. Драницынъ. Предвар. отчетъ и т. д. за 1912 г. Спб., 1913.
5. Напп. Handbuch der Klimatologie, Bd. I, 1897, p. 301.
6. Красновъ. Тр. Спб. Общ. Естест., т. XVIII, 1887, стр. 52—55.
7. — Тр. Имп. Р. Геогр. Общ., 1888, т. XIX.
8. Неуструевъ. Тр. почв.-ботан. экспед. Почв. изслѣд. 1908 г., вып. 7. Спб.; 1910.
9. — Предвар. отчетъ и т. д. за 1909. Спб., 1910.
10. — „ „ „ за 1910. Спб., 1911.
11. — „ „ „ за 1911. Спб., 1912.
12. — „ „ „ за 1912. Спб., 1913.
13. — „ „ „ за 1913. Спб., 1914.
14. Прасоловъ. Тр. почв.-бот. экспед. Почв. изслѣд. 1908 г., вып. V, 1909.
15. — „ „ „ „ „ „ 1009 г., вып. IV, 1910.
16. Schimper. Pflanzen-Geographie. Jena, 1898, p. 758 ff., 789 ff.
17. Сѣверцовъ. Изв. Имп. Общ. Любит. Естествозн., Антропол. и Географіи, т. VIII, вып. 2, 1873.
18. Таганцевъ. Предвар. отчетъ и т. д. за 1913 г. Спб., 1914.

Предметный указатель.

	Стр.
Абсолютный вѣсъ почвы	211
Азональныя почвы	309, 311
Азотъ атмосферныхъ осадковъ	158—160
„ гумуса.	46
„ гуминовой кислоты . . .	37—39
„ круговороть (азота) . . .	157
Аккумуляціонные горизонты . .	182
Акчагыльскіе пласты	592
Альмъ (Alm)	451
Аммонизація	28
Анаморфизмъ	13
Анциловое море	552
Апокреновая кислота	36
Арало-каспійскіе осадки	591
Атмосферная пыль	522
Баклуши	327, 501
Болотныя почвы	445
Бореальная трансгрессія	541
Боровина.	515
Броженіе спиртовое	26
„ молочнокислое	26
„ маслянокислое	26
„ слизевое	26
„ пентозъ.	26
„ пектинов. вещ.	26
„ клѣтчатки	27
Броуновское движеніе	188
Буроземъ	388
Бурыя пустынно-степныя почвы	433
„ „ „ строеніе	435
„ „ „ химич. сост.	436
„ „ „ водн. выт.	436
„ „ „ гумусъ	436
Влагоемкость почвы	235
Влажность почвы	241—245

	Стр.
Влажность почвы и грунта въ лѣсу	248
Вода въ почвѣ	230
Водопроницаемость почвы . . .	237
Воздухопроницаемость почвы . .	212
Воздухъ почвы	287
Выв ѣтриваніе механическое . .	76
„ химическое. . . .	82
„ (опыты по вывѣтриванію) . . .	83
„ органическое . . .	99
„ съ помощью гумуса	105
„ пирита и марказита	117
„ кварца	118
„ гематита	119
„ корунда	119
„ шпинелей	119
„ магнетита	119
„ оливиновъ	120
„ безглиноземныхъ пироксеновъ и амфиболовъ	122
„ полевыхъ шпатовъ	122
„ слюдъ	127
„ группы нефелина .	130
„ лейцита	130
„ гранатовъ	130
„ эпидота	130
„ мелилита	130
„ глиноземныхъ пироксеновъ и амфиболовъ	131
„ цеолитовъ	132
„ фосфатовъ	134
„ карбонатовъ . . .	135
„ сульфатовъ	153

	Стр.
Вывѣтриваніе галоидн. солей . .	136
„ гранитовъ, гнейсовъ	137
„ порфира	141
„ трахита	141
„ сіенитовъ.	142
„ фонолитовъ	142
„ діорита	143
„ діабаза	144
„ базальта	146
„ пироксенита . . .	146
„ глинист. сланцевъ	147
„ песчаника	149
„ известняковъ и доломитовъ	149
„ лесса.	151
„ глинъ	152
„ органогенныхъ породъ	153
„ подъ вліяніемъ дѣятельности челов.	154
„ продуктовъ (вывѣтрив.) круговоротъ	155
Вѣчная мерзлота . . . 544, 618, 622, 626	
Гели 42, 74	
Географія микробовъ	53
„ продукт. вывѣтрив. . .	162
„ почвъ 327, 540	
Гидраты глинозема въ почвахъ .	165
Гидраты глинозема въ латеритахъ	316
Гидраты окиси желѣза въ латеритахъ 340, 344	
Гипсовая гора	506
Глеевые горизонты 182, 367, 413	
Глей	367
Гніеніе	28
Горно-вершинныя почвы	462
Горно-луговыя почвы	462
Грунтовыя воды	221
Грызуны въ почвѣ	15
Гуминовая кислота	36
Гумусовый лессъ	525
Гумусъ.	4
„ классификація (гумуса) .	5
„ химич. составъ . . . . . 44—46	
Деградація почвы	380
Деградированный черноземъ . .	383
Денитрификація	29
Десульфуризація	31
Доисторическія степи	578
Допплерить	455
Древнія почвы	526
Дресвяныя горы	561
Друмлины 552, 554	
Елань	619
Ерсеи	544
Желтоземы.	354
Желѣзобактеріи	33
Жерства	364
Животныя гумусообразователи .	14
Жуки.	25
Займища	610
Зандровые пески	554
Защитная кора	508
Зола гумуса	48
„ растит. остатковъ	7—8
Зона тундровая (торфяная) . .	541, 603
„ подзолистая (лѣсная) . .	547, 607
„ черноземная (степная) .	566, 632
„ пустынно-степная. . . .	589, 650
Зональныя почвы	308
Зоны вертикальныя	328
Зоны почвъ Россіи	540
Известковая кора	504
Известковые туфы	517
Известняки (вывѣтрив.)	149
Излученіе тепла почвой	269
Иллювіальные горизонты . . . 182, 377	
Иллювій	417
Интразональныя почвы	309
Ископаемыя почвы . . . . . 522—526	
Испареніе почвой	228
„ въ лѣсу	255
Іольдіевая глина	550
Іольдіевое море	550
Капиллярная влага	230
Катаморфизмъ	13
Каштановыя почвы	429
Классификація почвъ по:	
механич. составу	188
„ Теэру	296
„ Фаллу	298

	Стр
Классификація почвъ по	
„ Кнопу	300
Докучаеву	301
„ Рихтгофену	303
„ Сибирцеву	307
новая попытка	315—324
„ Коссовичу	325
Клейкость почвы	216
Конкреціи въ латеритѣ	347
„ черноземѣ	416
„ „ регурѣ	410
Корки пустынь	503
Красно-дубильныя вещества	11
Красноземы	341
Красноцвѣтныя почвы полупустынь	441
Креновая кислота	36
Кротовины	16, 414
Куполообразные холмы (Kames)	554
Лайда	457
Латериты	331
„ вторичные	341
„ ископаемые	526
Лессовидная глина	361, 599
Лессъ	576, 600, 601
„ происхожденіе	576
Лжегрибница	413
Лугово-степныя почвы	634
Лѣсные суглинки	382
Лѣса вліяніе на водный режимъ почвы	248
Мангровыя почвы	459
Марганцовыя выдѣленія	340, 362, 374
Маршевыя почвы	456
Материнская порода	334
Методы полевого изслѣдов почвъ	177
Механическій составъ почвы	185
Микроорганизмы почвы	51
Мокрые кусты	327, 501
Монолиты почвенные	181
Моренный ландшафтъ	554
Морены конечныя	554
Морфологія почвъ	177
Муравьи	23
Нагрѣваніе почвы	269
Нитрификація	28
Озовыя гряды	554
Ортштейнъ	368
Падь	619
Перегнойно-карбонатныя почвы	515
Петрографія почвъ	192
Пластичность почвы	214
Пленочная влага	231
Поглотительная способность	277
Поглощеніе изъ растворовъ	278
изъ газовъ	283
Погребенныя почвы	523
Поддубица	384, примѣч
Подзолъ	359
„ песчаный	359
глинистый	359
Подзолисто глеевыя почвы	367
Подзолистыя почвы	360
Полурендзинныя почвы	556
Попелуха	517
Порозность почвъ	211
Почва	Введ, XIV
Приборъ Распоточенскаго	180
Прѣсноводные туфы	556
Псевдофибры	364
Пустыни ледниковыя	560
Пустынный загаръ см защитная кора	
Пустынныя корки	503
Пыльныя бури	522
Развѣваніе почвъ	522
Районы подзолист почвъ	548
Районъ финляндскій	548
„ прибалтійскій	550
„ озерный	553
польско литовскій	557
пограничный	557
центральный	560
сѣверо-восточный	560
Растворы въ почвѣ	292
Регуръ	409
Рендзина	515
Рихкъ	550
Связность почвы	217
Сгущеніе водяныхъ паровъ	222
Скважность почвы см порозность	
Скелетныя почвы	515

	Стр.
Соли лесса	577
„ почвы	466
„ круговоротъ	155
Солоди	327, 501
Солонцеватыя почвы	481
Солонцы	466, 478
Солончаки	483
Строеніе почвы	177
„ латерита	339
„ подзоловъ	359
„ лѣсныхъ суглинк.	383
„ деград. чернозема	383
„ чернозема	411
„ каштан. почвъ	431
„ бурыхъ почвъ	435
„ сѣроземовъ	437
„ болотныхъ почвъ	447, 448
„ тундровыхъ почвъ	461
„ солонцовъ	478—480
„ солончаковъ	485
„ рендзинъ	517
Структура почвы	178
Сѣробактеріи	31
Сѣроземъ	436
Теплоемкость почвъ	265
Теплопроводность почвъ	268
Титановая кислота	206, 345
Тлѣніе	26
Торфъ	455
Тундровая зона	541
Тундровыя почвы	460
Турьитъ	344
Туфы прѣсноводные	517
Углекислота почвы	287
„ круговоротъ	156
Удѣльн. вѣсъ почвы	210
Улитки	25
Ульминовыя вещества	36
Флобафены	11
Хаки	497, прим.
Цвѣтъ почвъ	178
Черви дождевые	17
Черноземъ	396
„ происхожденіе	396
„ географія	406
„ строеніе	411
„ механ. составъ	418
„ химич. составъ	419
Элювіальные горизонты	181, 377
Эктодинамоморфныя почвы	331
Эндодинамоморфныя почвы	515
Эолово-лессовыя почвы	436

Алфавитный указатель
именъ авторовъ.

Аарніо 379.
Абельсъ 272.
Аберсонъ 101.
Аболинъ 549, 628, 655.
Абутьковъ 487, 496, 559, 650, 661, 684.
Агапитовъ 400, 637, 638.
Агафоновъ 524.
Адамовъ 253, 566.
Ади (Adie) 77.
Аксеновъ 528.
Алексѣевъ 165.
Аммонъ 213, 283, 284.
Амперъ 297.
Ангстрёмъ 268.
Андерссонъ, Г. 216.
д'Андримонъ, Р. 179, 223, 228, 230, 231, 232, 233, 234, 235.
Андрусовъ 592.
Андрэ 35, 37, 139.
Анжели-д'Осса, де 101, 104.
Анри (Henri) 18, 21, 253, 261, 262, 263.
Апостоловъ 272.
Арле (Harlé) 25.
Армашевскій 574.
Арндъ 450.
Арселинъ 150.
Архангельскій 580.
Аръ 269.
Аттербергъ 186, 187, 190, 214, 216, 217, 218, 219, 220, 249.

Баггеръ 217, 218.
Базаревскій 29.
Балкашинъ 607.
Бараковъ 225.
Барботъ-де-Марни 16.
Барраль 158.
Бартлеттъ 77.
Барусъ 187.
Бассаликъ 45, 100.
Бауманъ 41, 43, 44, 54, 448.
Баумъ 522.
Бауэръ, М. 345, 346, 347, 349.
Бахманъ 100.
Бебберъ, фанъ 251, 252.
Бедеккеръ 278.
Безайсъ 603.
Безсоновъ 411, 590, 593, 664, 688.
Бейеринкъ 11, 30, 31.
Бейеръ 86, 87, 125.
Бёкананъ (Buchanan) 333.
Бекке 73.
Беккерель 249.
Бекманъ 268.
Белль 135.
Беммеленъ, фанъ 41, 42, 43, 75, 118, 280, 304, 349, 369, 451, 457, 458.
Бергъ 601.
Берендтъ XII., 303.
Бертеншо (Bertainchaud)
Бертло 35, 37.
Берцеліусъ 35.
Бершъ 455.
Бино 158.
Биссингеръ 99, 126.
Бишофъ 119, 130, 151.
Благовѣщенскій 613, 619, 637.
Бланкенгорнъ XVII, 473, 503, 504, 505, 507.
Бланкъ 149, 290.

Близнинъ 223, 224.
Блэнфордъ (Blanford) 253, 340.
Блюмъ 130.
Богдановичъ 600.
Богдановъ 399, 400, 401.
Богданъ 593.
Богословскій XIII, 315, 355, 383, 384, 386, 387, 462, 674, 675.
Бодлендеръ 187, 188.
Бопланъ 15.
Борггреве 18.
Борда 290.
Борисякъ 16, 380, 398.
Бочъ 417, 525, 528.
Бракебушъ 466.
Брандесъ 473.
Браднеръ 23.
Бреверъ (Brewer) 187.
Брейтенлонеръ 254, 255.
Бретшнейдеръ 160.
Бриггсъ 237, 281.
Брикнеръ 253.
Броннеръ 277.
Броуновъ 566.
Броунъ 100, 157.
Брёкъ, фонъ денъ 150, 153.
Бруннеръ 452.
Брэмъ 18.
Буберъ 408.
Буллай, Пол. 35.
Бунзенъ 27.
Бурмейстеръ 441.
Буссенго 54, 157, 158, 159, 287, 467.
Бычихинъ 522.
Бѣлецкій 105, 107.
Бэконъ 277.
Бюлеръ 249, 253.

Вагнеръ 228, 268.
Вадасъ (Vadasz) 24.
Вайанъ (Vaillant) 249.
Вайншенкъ 123.
Вальтеръ, I. XIV, 79, 80, 340, 410, 505, 508, 509, 510.
Вавгенгеймъ ф.-Кваленъ 398, 399.
Ваншаффе 152, 199, 203, 550, 574.
Варминтъ 61, 457.
Варрингтонъ (Warrington) 60, 159.
Варронъ XI.
Веймарнъ, фонъ 42.
Вейссе 399.
Вейссъ 54.
Величковскій 213, 237, 238, 239.
Вельбель 157, 158.
Вердейль 110.
Вернадскій XVIII, 15, 119, 130, 206, 396, 530.
Веселовскій 406.
Виклундъ 451.
Вильсонъ 407.
Вильямсъ 188.
Виноградскій 29, 30, 31, 32, 33, 34.
Витынь 374.
Воейковъ 250, 252, 410.
Вольни 18, 19, 45, 55, 56, 57, 60, 213, 223, 230, 234, 235, 236, 254, 255, 256, 270, 271.
Вольтманъ XVII, 304, 335, 338, 341, 342, 343, 347.
Вольфъ, В. 159.
Вольфъ, Е. 149.
Вотчалъ 127.
Вудъ 685.
Выдринъ 598, 653.
Высоцкій, Г. 20, 21, 23, 25, 182, 242, 258, 315, 316, 364, 416, 417, 467, 525, 570.
Высоцкій, Н. 598.
Вюстъ 123, 449.

Гааке 23, 24.
Габерландтъ 217, 218, 235, 268.
Гавриловъ 48.
Гагель 123.
Гагемейстеръ 637.
Гадолинъ 266.
Газельгофъ 90, 99.
Гайесъ 118.
Галдіери 354.
Гамбергъ 253.
Ганаманнъ 145.
Ганне 253.
Ганненъ 289.
Ганнъ 223, 226, 685
Гардингъ 81.
Гаспаренъ 269, 270.
Гаузенъ 552.
Гауэръ, фонъ 132.
Гаццери 277.
Геадденъ 206.
Гёббардъ (Hubbard) 86, 88.

Гедройцъ, К. 281, 282, 292, 293, 496.
Геенъ, де 231, 235.
Гееръ, де 216.
Гейденъ 273.
Гейнрихъ 213.
Гейнцъ 228.
Гейтель 290,
Гекстебль 277.
Геленъ 126.
Гелльригель 256.
Гельбигъ 372, 373.
Гельмерсенъ 16, 268, 522.
Геммерлингъ 45, 580.
Гензеле 289.
Гензенъ 18, 19.
Генель 449.
Геннебергъ 278.
Генрихъ 90.
Гёнтеръ 283.
Георги 406, 636.
Георгіевскій 314, 359, 383.
Герднеръ 506.
Германнъ 35, 37, 346, 398.
Гернесъ 151.
Гершель 268.
Гессельманъ 377.
Гессъ фонъ Вихдорфъ 452.
Гёте 20.
Гётчингсъ 204.
Гильбертъ 159.
Гильгардъ XVII, 50, 164, 165, 187, 306, 316, 346, 400, 470, 473, 475, 476, 493.
Гильгеръ 94, 96, 130, 149, 199.
Гильтнеръ 53.
Гинзбургъ 126
Глазивецъ 11.
Глинка, К. XVII, XVIII, 112, 128, 131, 132, 193, 374, 388, 430, 434, 453, 485, 524, 529, 530, 533, 554, 558.
Гмелинъ 15.
Годешонъ 285.
Гоккель 290.
Голль (Hall) 216.
Головкинскій 224.
Гольдефлейсъ 337.
Гольмъ 550.
Гопне-Зейлеръ 9, 27, 35, 40.
Гордѣевъ 22, 24, 321, 478, 5 3, 595.
Гордягинъ 22, 23, 24, 408, 473, 478, 598, 607, 608, 632.
Горенъ, фанъ 152.
Горнбергеръ 12, 253.
Городковъ 607, 608.
Горшенинъ 57, 479, 485.
Горьяновичъ-Крамбергеръ 525.
Гоффманнъ 84.
Гоффъ, фанъ 284.
Гофштеттеръ 11.
Граберъ 23.
Граціа, де 101.
Гревингкъ 550.
Грегеръ 158.
Грнзебахъ 569.
Гриммъ 25.
Гринъ (Green) 525.
Грумъ-Гржимайло 532.
Грунеръ 206.
Гуллн 41, 43, 44.
Гумбольдтъ X, 508.
Густавсонъ 40.
Гутцейтъ 35.
Гюинье 150.
Гюльденштедтъ 398.
Гюо 318.
Гюрихъ 333.

Дадуріанъ 290.
Дарвинъ 17, 19.
Дастагъ 81.
Дафертъ XI, 338.
Деберихъ 284.
Дегеренъ 37, 55.
Делессъ 90, 118, 126.
Дёльтеръ 84, 151, 353, 473.
Де-Мусси 476.
Дёрингъ 466.
Детмеръ 11, 35, 105, 116.
Джексонъ 162.
Джонстонъ 84, 90, 121, 124.
Димо 22, 24, 259, 422, 424, 467, 487, 489, 490, 493, 516, 522, 590, 593, 594, 667, 668.
Дистлеръ 353.
Дитрихъ 91, 94, 101, 102.
Доббенекъ, фонъ 283, 284.
Добровъ 558.
Добрэ 85, 117, 358.
Докучаевъ XII. XIV, XVI, 9, 16, 298, 303, 304, 305, 306, 314, 317, 326, 330, 380, 398, 401, 402, 403, 404, 407, 410, 411,

Докучаевъ, 414, 433, 440, 462, 526, 529, 570, 594, 595, 673, 676.
Доленко 623, 672, 692.
Дольфуссъ 151.
Доссъ 552.
Дояренко 38, 39, 40, 101.
Драницынъ 323, 329, 360, 363, 441, 507, 517, 598, 603, 604, 605, 606, 608, 609, 610, 615, 644, 650, 653, 672, 692.
Дрейбродтъ 90.
Дригальскій 81.
Дубянскій 364.
Душечкинъ 33.
Дэвисонъ 82.
Дэна 344.
Дю-Буа 384, 336, 344, 345, 348, 511.
Дюзерръ 21.
Дюкло 51.
Дюмонъ 60, 90, 147.
Дюроше 83, 269.
Дьелафэ 157.
Дьемилль 18.

Егоровъ 45.
Егуновъ 32.
Еленкинъ 100.
Емельяновъ 657, 659, 645, 648, 665.

Жнтковъ 603.
Жиха 88, 89.
Жоли 290.
Жолцинскій 41, 203.
Жюльенъ 116, 117.

Заббанъ 199, 201.
Замбонини 84.
Запперъ XVII, 337, 341.
Захаронъ 49, 50, 182, 292, 327, 366, 375, 388, 411, 423, 440, 462, 668, 676, 677.
Зайцевъ 530.
Зедергольмъ см. Седергольмъ.
Зеельгеймъ 237, 239, 240.
Земятченскій 138, 204, 216, 281, 478, 524, 573.
Зендтнеръ 451, 452.
Зенфтъ 100, 107, 108, 452.
Зибольдъ 225, 226, 674, 675.
Зиккенбергеръ 80, 510.
Златковскій 92.
Зойка 213.
Зонтагъ 222, 223, 224, 226.
Зуковъ 126.
Зюссъ 352, 641.
Зюхтингъ 44.

Ивановскій 12.
Ивановъ, Д. 530, 626, 627.
Измаильскій 243, 416.
Искюль 632, 635, 642, 643.

Іерингъ 23, 24.
Іодиди 39.

Кайзеръ 154, 155, 350.
Каміола 101.
Карпинскій 118, 400.
Карстенъ 116.
Катонъ XI.
Катцеръ 344.
Каяндеръ 548.
Квинке 187.
Кейльгакъ 222.
Келлеръ 22, 23, 25.
Келлеръ, Б. 274, 571, 572, 590, 679, 681.
Кемеронъ (Cameron) 135.
Кёнигъ 105.
Кениготтъ 84.
Кённингэмъ (Cunningham) 288.
Кернеръ 101, 271, 452.
Керръ 82.
Кёхлинъ-Шлумбергеръ 152.
Кешманъ (Cushman) 86, 88.
Кингъ 234, 236, 241, 293, 410.
Киндлеръ 117, 355.
Кипріяновъ 16, 17.
Кишпатичъ 353.
Кларъ 92.
Клеммъ 137.
Кленце 235, 236.
Клепининъ 673, 674.
Клерке (Clarke) 84.
Клингенъ 253.
Кнопъ 90, 105, 145, 159, 279, 280, 298, 302.
Козловскій 49.
Козыревъ 642.
Колеморе (Colemore) 474.
Колоколовъ 610.
Колумелла XI.
Кольбе 335.

Кольбергъ 628.
Конткевичъ 400.
Конъ 31, 33.
Коржинскій 380, 572, 624.
Корну XIII, XVIII, 73, 74, 75, 93, 120, 133.
Короткій 627, 628, 641, 650.
Косса 91.
Коссманъ 126.
Коссовичъ 60, 161, 162, 235, 288, 298, 326, 327, 328, 329, 386, 436, 473, 528, 571.
Костычевъ 9, 12, 22, 55, 59, 316, 317, 381, 569, 593.
Костюкевичъ 559.
Кохъ 51.
Коэртъ 341.
Кравковъ 10, 13.
Крамеръ 31.
Красновъ 404, 405, 526, 527, 528, 673, 686.
Краснопольскій 598.
Крассо 126.
Красусскій 528.
Кришгафовичъ 525.
Кропоткинъ 600.
Кроссби 343, 344.
Кротовъ 523.
Крошетелль 60.
Крыловъ 636.
Кудрицкій 253.
Кузнецовъ, проф. 675.
Кузнецовъ 603, 612, 637.
Кунклеръ 519.
Кунце 101.
Кучеровская 650.
Кюнъ 222.

Лаврентьевъ 638.
Лаврскій 126.
Лагергренъ 281, 282.
Лакруа 117, 124, 195, 336.
Лампертъ 139.
Лангъ 11, 76, 266, 267.
Ланъ 289.
Ланпаранъ 574.
Лауферъ 146, 199, 203.
Лахманъ 353.
Лебедевъ 225, 226, 227, 236.
Леваковскій 9, 16, 380, 401.
Леверре 523, 524.
Леви 159, 195, 287.
Левинсонъ-Лессингъ 125, 148.
Левицкій 138.
Левченко 424, 480, 652, 682.
Лейнингенъ, цу, графъ 352, 353.
Лембергъ 84, 90, 124, 132, 142, 280.
Лемуанъ 345.
Ленцъ 347.
Ланэ 160.
Леонардо-да-Винчи XIX.
Ленле 522.
Лесневскій 49.
Ле-Шателье 284.
Либенбергъ 236, 266.
Либихъ 101, 278.
Ливингстонъ 78.
Лизнаръ 223.
Линкъ 510, 511.
Литвиновъ 571, 572.
Литтровъ, фонъ 268.
Логесъ (Loges) 358.
Лоозъ 159.
Ломоносовъ 396.
Лопатинъ 600.
Лоренцъ 230, 408.
Лоске 269.
Лотти 353.
Лугриджъ 164, 570.
Лучицкій 73.
Лѣсневскій 387.
Любославскій 241, 272, 273.
Люгнеръ 160.
Людвигъ 398.
Людеке 518.
Люцъ 350.
Ляйелль 401, 525.
Ляйонсъ (Lyons) 345.

Маджіора 51.
Майеръ 12, 187, 235, 358, 368, 376, 378.
Маймонэ 27.
Мак-Магонъ 204.
Малагути 35, 126, 269.
Малевскій 517.
Малдетъ 340.
Мамонтовъ 268.
Маріоттъ 221.
Маркано 152.
Маршанъ 157.
Массиньонъ 503.
Матье 249, 252.

Махъ 45.
Мейгенъ 354.
Мейеръ 23, 217, 335.
Мернлль 138, 139.
Меркеръ 451.
Мессль, ле 503.
Мещерскій 108, 109, 110.
Миддендорфъ 403, 636.
Микель 51.
Милль, Дж. Ст. 297, 312.
Мингаццини 25.
Минсъ (Means) 506.
Минто 312.
Миссуна 554.
Митчерлихъ 90, 284.
Мишеле 45.
Мишель-Леви 195.
Молишъ 34.
Монтемартини 12.
Молотиловъ 63[illegible].
Морачевскій 673.
Мёрнеръ 46.
Морозовъ, Г. 258, 259, 260, 364, 549.
Моръ 99, 222, 349, 459.
Мульдеръ 35.
Мунте 550.
Муракёзы 141.
Мургочи 306, 353, 391, 430.
Мурчисонъ 396, 397.
Мушкетовъ 592, 601.
Мущенко 413.
Мюллеръ, Р. 88, 119.
Мюллеръ, А. 473.
Мюллеръ 4, 18, 162, 358, 359, 368, 369, 376.
Мюнстъ 358, 372.
Мюнцъ 54, 55, 159, 160, 285, 342, 343, 460.
Мюттрихъ 250, 251, 252, 253, 272.

Назаровъ 607.
Налившкинъ 558.
Неймайръ 351.
Нейманъ 266.
Несслеръ 228.
Нефедовъ 48.
Неуструевъ 320, 425, 430, 433, 434, 436, 462, 463, 486, 497, 498, 574, 584, 590, 593, 594, 601, 665, 666, 667, 668, 670, 672, 690, 691, 692.
Нечаевъ 523.
Никласъ 114.
Никитинъ 240, 523, 550, 554, 558.
Никифоровъ 114, 115, 116.
Никифоровъ, К. 629, 647, 656.
Нифантовъ 642.
Новопокровскій 639, 676.
Норденшильдъ 92.
Нёрдлингеръ 250, 252.
Ньюбольдъ 340, 410.

Обручевъ 78, 509, 600.
Оденъ Свенъ 44.
Оллехъ, фонъ 36.
Олсуфьевъ 603.
Омелянскій 27, 53, 54.
Оппенгеймъ 78.
Ортонъ 216.
Ортъ 398, 399.
Ососковъ 523.
Оствальдъ 42.
Отоцкій 249, 253, 260, 261, 262, 263.
Отрыганьевъ 608, 609.

Павловъ, А. 396, 560, 574, 601.
Палиссн 221.
Палла 75, 118.
Палласъ 397, 522.
Панковъ, А. 582, 617, 618, 638, 675.
Панковъ, М. 387.
Папа-Калантаріанъ 54.
Паппада 187.
Пассарге 23, 335, 336, 337, 352, 503, 507.
Пастеръ 30.
Паттенъ 100.
Пачосскій 572.
Пелузъ 105.
Пендзицкій 217.
Пеннинкъ 228.
Перксъ 285.
Перотти 30, 33.
Перренъ 188.
Петерсенъ 59.
Петерсъ 101, 102, 278, 279.
Петровъ 268.
Петтенкоферъ 287.
Петцольдъ 397, 398.
Пехуэль-Лёше 339, 341.
Пиккаръ 506.
Пирсонъ 263.
Пишаръ 60.

Плагге 379, 380.
Платтеръ 266.
Позевитцъ 340.
Полыновъ 374, 483, 485, 579.
Полѣновъ 414.
Поповъ, С. 134, 135.
Поповъ, Т. 414, 501, 571, 572.
Постъ, фонъ 5, 12.
Поттеръ 28.
Поттъ 268.
Пошепный 457.
Православлевъ 523, 592.
Прасоловъ 411, 430, 436, 463, 484, 584, 645, 646, 647, 655, 657, 663, 676, 686, 687.
Прейнъ 638.
Преображенскій 601.
Пржевальскій 685.
Прохоровъ 656, 674, 675.
Прянишниковъ 6, 127.
Пташницкій 662, 663.
Пуазель 239.
Пуйе 284.
Пухнерь 203, 217, 219.
Пфаундлеръ 265, 266.
Пфаффъ 94.

Рабозе 237, 240.
Радде 675.
Райкинь 617, 632, 635, 642.
Раманнь 12, 25, 117, 123, 304, 322, 358, 372, 386, 388, 440, 449, 452, 468.
Рамзай 187, 548.
Раммельсбергъ 130.
Ранъ 46.
Раутенбергь 279.
Реймерсъ 53.
Рейнитцеръ 40.
Рейхардъ 141.
Ренкъ 212, 213, 214.
Реньо 266.
Рёшель (Russel) 344, 354.
Риглеръ 252, 254.
Ризлеръ 116, 256.
Риделль 44, 105, 106.
Ринне 90.
Рисположенскій 180, 385, 581.
Рихтгофенъ, фонъ, бар. XIII, XVI, XVII, 298, 305, 306, 307, 308, 312, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 410, 522, 525, 526, 570, 573, 579.
Рихтерсъ 154.
Робертсонъ 42.
Робинзонъ 44.
Роджерсъ 85.
Родзянко 48, 111.
Рожанецъ 502, 643, 650.
Розановъ 558.
Розе, Г. 90, 126.
Розенбушъ 152, 195.
Рёзлеръ 122.
Роландъ 86, 216, 507.
Романовскій 398.
Рорбахъ 306.
Ростовскій 598, 653.
Ротмистровъ 244.
Ротъ 126, 451.
Рохледеръ 11.
Рудзинскій 203.
Рупрехтъ 380, 397, 398, 399, 400, 401, 404, 418, 637.
Руссо 342, 343, 460.
Рудковъ 50.

Сабанинъ 45, 267.
Савостьяновъ 342.
Сазановъ 293.
Сакеттъ 100.
Саксъ 101, 235.
Самойловъ 126.
Сандерсонь 290.
Сартіо 249.
Северинъ 33.
Седергольмъ 73, 548.
Селлемъ 130.
Семеновъ 684.
Сернандеръ 216.
Сестини 35, 37, 89, 101, 102, 103.
Сибирцевъ, Н. 298, 305, 306, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 316, 317, 401, 411, 436.
Сигмонди 187.
Силантьевъ 16.
Симонъ 35, 37, 105.
Скаловъ 431, 487, 489, 492, 493, 651.
Скалозубовъ 607.
Скиннеръ 44.
Слезкинъ 10.
Смирновъ, В. 132, 612, 613, 637, 679, 682.
Смирновъ 655, 660, 661.

Смитъ 283.
Снайдеръ 12, 49.
Соколовскій 277.
Соколовъ, Н. 150, 525, 573, 577.
Соколовъ, В. 629.
Солласъ 100.
Соссюръ 35, 283, 284.
Состеньи 35.
Спенсеръ, Г. Х.
Сперанскій 226, 228.
Стасевичъ 432, 488, 490, 655, 660.
Стахе 352.
Стенгузъ 283.
Стерувицъ 80.
Стехелинъ 11.
Стоклаза 33, 85, 101, 104, 288.
Стратоновичъ 479, 485.
Струве 92, 126.
Струве, Ф. 92.
Сукачевъ 16, 17, 329, 371, 414, 415, 460, 461, 549, 604, 622, 627, 628, 639.
Сутуловъ 448.
Суцуки 11, 44.
Сѣверцовъ 684, 685.
Сюлливанъ 44.

Таганцевъ 672, 692.
Такке 44, 451.
Таліевъ 17.
Танфильевъ XIII, 407, 446, 457, 460, 461, 537, 541, 542, 543, 544, 545, 570, 571, 572, 578, 598, 636, 653.
Тарръ 82.
Тарховъ 37, 105, 107.
Тенаръ 116.
Тепловъ 413.
Тинненгауэръ 335.
Титце 78, 352.
Толленсъ 45.
Толмачевъ 601, 603.
Толль 599, 600.
Тольскій 261, 263.
Томашевскій 363, 595, 625.
Томсонъ 277.
Трейтцъ 306, 320, 353, 354, 391, 468, 469, 470, 494.
Третьяковъ 60.
Трусовъ 192, 199, 200.
Тугутъ 111, 112.
Туксенъ 372, 373.
Тулэ 81, 93, 187.
Туминъ 189, 359, 365, 369, 374, 375, 377, 411, 413, 431, 433, 435, 478, 479, 480, 481, 482, 485, 492, 493, 495, 558, 584, 589, 633, 642, 643, 652, 653, 661, 662, 676.
Тутковскій 560, 574, 575, 576, 577.
Тучанъ 353, 354.
Тэеръ 296, 297.

Удранскій 37.
Уинчель 117.
Уитней 569.
Ульрихъ 74, 236, 266, 267.
Уорзъ (Warth) 345, 349.
Уорзенъ (Warthen) 523.
Уэ 277.

Фабриціусъ 54.
Фавръ 284.
Фаддѣевъ 186.
Фагелеръ 289, 337, 456.
Файльеръ 206.
Фаллу XI, 298, 300, 301, 302, 305, 306.
Фальмари 40.
Фанкгаузеръ 250.
Федоровъ 598.
Федченко 684.
Фейлитценъ, фонъ 45, 54, 160.
Фейхтингеръ 90.
Фёлькеръ 217.
Ферсманъ 121.
Ферхминъ 407, 673.
Феска 300.
Фнгуровскій 675.
Фидлеръ 98, 149.
Филатовъ XII, 362, 364, 619.
Филиппи 78, 466.
Филлипсъ 443.
Фирке 148.
Фирховъ 457.
Фиттбогенъ 88.
Фишеръ 43, 44, 266, 503.
Фламанъ 503.
Флеккъ 213, 287, 289.
Флюгге 211.
Фогель 90, 116.
Фогель фонъ Фалькенштейнъ 201.
Фогтъ 125, 216.

Фодоръ 59, 158, 287, 288, 289, 290.
Фольгеръ 222, 223, 224.
Фонтана 283.
Форхгаммеръ 85.
Фоссиліусъ 221.
Фотра 249, 251, 252, 255.
Фраасъ 78, 505, 507.
Франкау 217.
Фрезеніусъ 188.
Фрейбергъ 385.
Фрейндлихъ 282, 284.
Фреми 105.
Френкель 52.
Фридель 116.
Фричъ 130.
Фроловъ 628.
Фростерусъ 306, 374, 549, 550.
Фрю 455.
Фуксъ 126, 351, 352.
Функъ 86.
Фурнэ 126.
Футъ (Foote) 410.
Фюллесъ 52.

Ханнскій 485, 502, 632, 636, 637, 645.
Хайзъ, фанъ XIII, 73, 75.
Хёгбомъ 216.
Хоменъ 272.

Ценкеръ 334.
Циппе 352.
Циркель 195.
Цопфъ 33.
Цшиммеръ 127.

Чапекъ 101.
Чаславскій 407.
Чаяновъ 244, 274, 413.
Чекановскій 600.
Чермакъ 131.
Чернышевъ 523, 541.
Черняевъ 398.
Черскій 600.
Честеръ 122.
Чильманъ (Kihlman) 544.
Чуди 466.

Шадецкій 353.
Шамаринъ 638.
Шантаръ 345.
Шаппюи 284.
Шварцъ 211.
Шееле 158, 283.
Шеермессеръ 283.
Шенкъ 338.
Шереръ 151.
Шермбекъ 217.
Шигмондъ 468, 469.
Шимперъ 334, 405, 542, 567, 685.
Широкихъ 225.
Шкателовъ 45, 100.
Шлагинтвейтъ-Сакюнлюнскій 466.
Шле 228.
Шлезингъ 54, 55, 156, 157, 165, 347.
Шмидтъ, К. 419.
Шмидтъ, Ф. 400, 550, 599, 600.
Шмёгеръ 451.
Шнейдерхонъ 201.
Шорей (Shorey) 44, 45, 46, 47.
Шпете 153.
Шпренгель XI, 37, 117, 217, 358, 451.
Шпрингъ 149, 187, 237, 239, 240, 344.
Шредеръ 12.
Шредеръ фанъ деръ Колькъ 201.
Шрейнеръ 44, 45, 46, 47.
Штельваагъ 284.
Штельцнеръ 456, 475, 476.
Штельцнеръ-Бержа 353.
Штейгеръ 84.
Штейнегеръ 82.
Штейнриде 195.
Штермеръ 53.
Штёкгардтъ 457.
Штоманъ 278.
Шторхъ 406.
Штремме 119, 122, 123, 158, 344, 449.
Штрейхъ 506.
Штукенбергъ 400.
Штуцеръ 122, 123.
Шубертъ 251, 272.
Шульга 360, 361, 546, 580, 615, 616.
Шумахеръ 105, 230, 265.
Шустеръ 133.
Шухтъ 118, 458.
Шюблеръ 217, 222, 228, 230, 269, 270.
Шютце 95, 96, 97, 149, 199.

Щегловъ 49.

Эбельменъ 146.
Эбермайеръ 54, 249, 251, 254, 255, 256, 257, 258, 272, 288, 458.
Эбертъ 290.
Эве 290.
Эверсманъ 398.
Эггерцъ 35, 38, 48
Эдлеръ 236.
Эзеръ 230, 271.
Эйглингъ 159.
Эйхвальдъ 92, 397, 398, 399.
Эйхгорнъ 35, 90, 105, 280.
Эккенбрехеръ 143.
Эльстеръ 290.
Эмейсъ 358, 359.
Эммерлингъ 358.
Эвдель 449, 453.
Эренбергъ 44, 216.
Эрисманъ 158.
Эрнстъ 101.

Яворовскій 600.
Яковлевъ, А. 479, 485.
Яковлевъ, С. 676.
Яриловъ XI.
Ярцъ 222, 223, 224, 226.
Яхонтовъ 632, 634.