НКЗ — КАССР
ТАНСКИЙ ИНСТИТУТ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Проф. П. Е. ПРОСТАКОВ

НАПРАВЛЕНИЕ ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ОРОШЕНИИ

Professor P. E. PROSTAKOV

TRENDS IN SOIL-FORMING PROCESSES UNDER CONDITIONS OF IRRIGATION

МОСКВА 1936 АЛМА-АТА

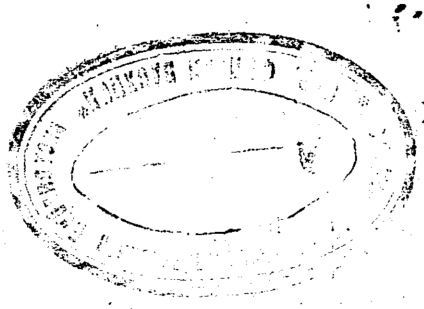
НКЗ — КАССР
КАЗАХСТАНСКИЙ ИНСТИТУТ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

631.4
КП-782

Проф. П. Е. ПРОСТАКОВ

НАПРАВЛЕНИЕ ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ОРОШЕНИИ

46820
отр.



Professor P. E. PROSTAKOV

TRENDS IN SOIL-FORMING PROCESSES UNDER CONDITIONS OF IRRIGATION

Т

МОСКВА 1936 АЛМА-АТА

Ответ. редактор—**Летунов П. А. и Сазыкин Н. Ф.**
Техред.-выпускающий—**Левенсон М. Л.**
Сдано в набор—25/X—35 г.
Подп. к печати—3/III—36 г.
Бум. статформ.—68 × 100
Об'ем—16 печ. л.
Знак. в печ л.—104.436
Уполном. Главлита—Б-19850
Тираж—2.000. Заказ № 4292.
Тип. изд-ва „Власть Советов" при Президиуме ВЦИК, Москва, ул. Куйбышева, 1.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Широкое ирригационное строительство и быстрое увеличение орошаемых посевных площадей в СССР делает особенно актуальным изучение всего комплекса вопросов, связанных с орошением. Особенно важным представляется влияние орошения на почвообразовательные процессы, поскольку они в конечном счете определяют динамику пищевого режима почвы, возможность ее засоления или заболачивания и другие производственно-важные качества почв.

Проф. П. Е. Простаков, на основе своих исследований, прослеживает влияние орошения на динамику почвообразовательных процессов при орошении, достаточно полно учитывая и анализируя природную и производственно-агротехническую обстановку, могущую так или иначе проявить свое влияние в весьма сложной системе явлений химического, физического и биологического порядка, создающихся при орошении. Последнее обстоятельство, наряду с достаточно полно использованной и критически-проработанной русской и иностранной литературой по вопросу о влиянии орошения на почву, придает работео прфессора П. Ё. Простакова большую теоретическую и практическую значимость.

Подводя теоретическое обоснование под агротехнику орошаемых зерновых и технических культур, настоящая работа окажется особенно ценной при разработке рационального гидромодуля для районов черноземных почв, где в настоящее время интенсивно развивается орошение (ирригация Заволжья, Урало-Кушумская проблема и пр.).

Поэтому, публикуя настоящую работу проф. Простакова Казахстанский институт земледелия и Ташкентский сельско-хозяйствеиный институт надеются, что она несомненно принесет значительную пользу для дела развития орошаемого земледелия в нашей стране.

Казахстанский институт земледелия
Ташкентский с.-х. институт

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕЛИОРАТИВНОГО РАЙОНА, ОБСЛУЖИВАЕМОГО ОПЫТНО - МЕЛИОРАТИВНОЙ СТАНЦИЕЙ ДОНСКОГО ИНЖЕНЕРНО-МЕЛИОРАТИВНОГО ИНСТИТУТА

Климат

Опытно-мелиоративная станция Донского инженерно-мелиоративного института, на территории которой была выполнена в 1928—1929 гг. настоящая работа, расположена в местности „Персиановка", близ Новочеркасска, Азово-Черноморского края. (Долгота 40°7' от Гринвича, широта 47°30', высота над уровнем моря—35—40 метров).

Согласно схеме мелиоративных районов Северного Кавказа (в прежних границах), составленной проф. Н. С. Фроловым (1), район обслуживания станции охватывает Нижне-Донской район садово-огородных орошаемых хозяйств, с большим развитием бахчевых, огородных и садово-виноградных культур. Орошение в этом районе—оазисного типа и приурочено к системам речных долин.

По карте климатических зон Северного Кавказа (в прежних границах), составленной П. Л. Вязовским (2), весь обслуживаемый станцией район входит в зону недостаточного увлажнения. Климат всей этой зоны (3) носит чисто степной характер, лишь немного смягчаемый близостью Азовского моря. Господствующими ветрами являются западные и восточные. Хотя максимум восточных ветров приходится на месяцы октябрь и декабрь, все же они зачастую и в течение весны и лета бывают настолько сильны и продолжительны, что губят степную растительность и посевы. Западные ветры сопровождаются обычно осадками и как раз в нужное для культур время, а именно в мае месяце, но число дней в году, отмеченных наличием западных ветров, меньше, нежели дней с ветрами восточными. Отмечается резкая разница зимних и летних температур: зима—холодная (—28,1), лето жаркое (+32,7). Годовое количество осадков колеблется от 400 до 450 м/м, но осадки распределяются по территории зоны неравномерно, определенно уменьшаясь от запада к востоку. Распределение осадков по временам года отнюдь нельзя считать благоприятным для произрастания с.-х. растений. Особенно дает себя знать недостаток осадков весною, в первой половине апреля и во второй половине мая.

Таков в общих чертах климатический облик того с.-х. района, который обслуживается названною опытно-мелиоративной станцией. Для освещения вопросов, затрагиваемых настоящею работой, является необходимым подробно рассмотреть всю совокупность климатических элементов местности, где в 1928—1929 гг. выполнялись работы. Наличие метеорологической станции Донского Инженерно-мелиоративного института дает к тому достаточные возможности. По данным проф. В. А. Поггенполь (4) средние месячные осадки за период с 1912 по 1924 год равные в м/м:

Таблица № 1

XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Год
38,1	33,8	23,5	32,3	29,1	36,4	57,4	59,1	49,7	38,4	29,9	28,1	455,8

По временам года осадки распределяются:

Таблица № 2

	Весна	Лето	Осень	Зима	Год
В м/м	97,8	166,2	96,4	95,4	455,8
В % от годового количества	21,4	36,5	21,2	20,9	100

Это количество осадков, по мнению проф. П. А. Витте и проф. Б. А. Шумакова, обеспечивает урожай зерновых культур, и искусственное орошение, как правило, является необходимым только для технических, овощных и плодовых культур. В засушливые годы, когда количество осадков весной и летом понижается, приходится орошать также и зерновые культуры.

Средняя годовая температура для Персиановки за тот же период наблюдения равна +9°.

Средние месячные температуры: Таблица № 3

XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Год
—2,4	—3,5	—5,0	1,3	10,0	16,2	20,5	22,8	21,3	15,9	8,3	2,3	8,9

Сумма средних температур по временам года:

Таблица № 4

Весна	Лето	Осень	Зима	Год	Средняя
26,5	64,6	27,5	—10,9	107,7	8,9

По относительной влажности воздуха 13-летние месячные данные представлены в следующей таблице:

Таблица № 5

XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Ср. за год
82%	87%	80%	83%	67%	63%	65%	61%	60%	67%	78%	85%	74%

В среднем по временам года:

Таблица № 6

Зима	Весна	Лето	Осень	Год
87%	71%	62%	75%	74%

В годы производства поставленных опытов с декабря 1927 года по декабрь 1929 года выпало следующее количество осадков:

Таблица № 7

	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Год
1927/28 год . . .	50,7	15,4	30,6	3,1	19,6	64,7	49,4	27,8	34,7	18,0	46,8	51,7	412,5
1928/29 год . . .	32,0	18,7	16,6	48,4	34,3	9,8	71,3	18,1	3,5	55,7	40,9	17,5	356,8

По временам года осадки распределялись так: Таблица № 8

	Зима	Весна	Лето	Осень	Год.
1927/28 год	96,7	87,4	111,9	116,5	412,5
1928/29 год	57,3	92,5	92,9	114,1	356,8

По общему количеству осадков наблюдаемые нами годы близки к многолетним средним. Весна 1927/28 года немного суше весны 1928/29. Лето 1928/29 суше и по сравнению с 1927/28 и в сравнении с многолетними данными. При детальном рассмотрении выявляются засухи: в сезон 27/28 года—в начале весны (в марте недобор осадков определился—29,2 м/м. а в апреле—9,5 м/м) и в конце лета (недобор в июне—31,3 м/м, в августе—15,9 м/м). В сезон 1928/29 г. засуха в конце весны (недобор в мае —26,6 м/м) и в конце лета (недобор в июне—41,0, в августе—46,2 м/м).

Таким образом, как тот, так и другой год по сравнению с многолетними данными отличаются засушливыми весною и летом. При этом в сезон 27/28 года засуха захватила, главным о разом, начало, а в сезон 28/29 года—конец лета. Летние месяцы были особенно захвачены засухой в сезон 28/29 года. В смысле состояния погоды в период весенних посевных работ условия сезона 28/29 года были благоприятнее, нежели в предшествовавшем с.-х. году, т. к. в 1927/28 при общем засушливом характере сезона весна поначалу все же была сравнительно влажная. Напротив в 1928/29 году. посев приходилось производить при условиях крайне неблагоприятных. (За весь май выпало только 9,8 м/м осадков).

По температурным условиям 1927/28 и 1928/29 годы характеризуются следующими данными:

Таблица № 9

	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Год
1927/28 год . . .	—6,9	—5,9	—9,0	—5,6	9,3	15,9	18,9	27,7	19,2	16,0	7,6	5,2	7,4
1928/29 год . . .	—3,3	—6,7	—16,4	—5,6	5,0	19,2	19,9	23,8	26,8	14,0	12,4	3,6	7,7

По временам года сумма температур распределялась так:

Таблица № 10

	Зима	Весна	Лето	Осень	Год.	Среднее
1927/28 год	—21,8	+19,6	61,8	28,8	(88,4)	7,4
1928/29 год	—26,4	+18,6	70,5	30,0	(92,7)	7,7

По температурным особенностям оба наблюдаемые с.-х. года между собой близки, но температуры зимы и весны много ниже многолетних средних показаний, особенно в декабре месяце, и эти холода сказались в понижении температуры весны на 7,9—8,9°.

Относительная влажность 1927/28 и 1928/29 гг. характеризуется следующими величинами:

Таблица № 11

	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Год
1927/28	90%	89%	86%	82%	65%	62%	67%	56%	59%	61%	78%	91%	72%
1928/29	91%	81%	70%	80%	76%	58%	64%	50%	36%	62%	80%	81%	71%

По временам года:

Таблица № 12

	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
1927 28	88%	70%	59%	70%	72%
1928/29	87%	71%	52%	74%	71%

Оба года также близки к многолетним, но с большею по сравнению с ними степенью засушливости. Особенно засушливым явилось лето 1928/29.

Почвенный покров

Геологические образования, более или менее изученные для района Персиановки, согласно данным исследований В. А. Голубятникова (6) и К. И. Лисицына, начинаются отложениями каменно-угольного периода. Эти отложения наблюдаются несколько севернее описываемого района, в окрестностях г. Александровска-Грушевска, в верховьях р. Грушевки и ее притоков—Аюта, Сусала, Несвитая и др. Эти древние каменно-угольные отложения к югу от Персиановского района (Новочеркасск) прикрыты более молодыми пластами третичного периода.

В районе Персиановки и ее окрестностей наблюдается следующая последовательность указанных геологических напластований (не касаясь более древних отложений):—почвенный слой развивается на лесовидных суглинках, а в местах смыва этих суглинков (по крутым склонам)—на других глубже лежащих породах, здесь обнажающихся; лессовидные суглинки подстилаются тяжелыми и водонепроницаемыми краснобурыми глинами, богатыми углекислыми и сернокислыми солями; еще ниже наблюдается желтый раковистый известняк понтического яруса, свита песков и глубоководная черная глина, подстилаемая песками.

Наблюдаемый в настоящее время рельеф местности сформировался в послетретичную эпоху. В послетретичное время появились современные реки, которые своим течением размывали коренные породы и отлагали материалы разрушения в своих долинах. С понижением базиса эрозии русла рек углублялись в толщу послетретичных и третичных отложений и размывали их также вширь, оставляя на месте своих прежних долин те древние террассы, которыми окаймляются современные долины рек.

По данным исследований академика К. Д. Глинки (8), профессоров И. В. Новопокровского (9), Б. Б. Полынова (10), И. А. Шульги (11), Е. С. Блажного (12) и С. И. Тюремнова (13), почвенный покров плакорных условий местности в районе Персиановки представлен черноземами южного типа, лишь немного видоизмененными в сторону приазовской разности. Для них характерен, во-первых, уровень залегания солевых горизонтов (он несколько ниже, нежели то свойственно типичным южным черноземам, как они описаны у Никифорова) и, во-вторых,—отмечается карбонатная плесень, в иных случаях встречающаяся в виде отдельных тусклых пятен, правда, очень слабо выраженная.

Вся довольно широкая равнинная древняя терраса р. Грушевки в пределах участка, принадлежащего опытно-мелиоративной станции, покрыта почвами солончаковатого типа с карбонатным и сульфатным характером засоления. Описания почвенных разрезов, приведенных в работах академика К. Д. Глинки и проф. И. В. Новопокровского, характеризуют почвы второй террасы р. Грушевки, как солончаковатые с разными степенями засоления и иногда с заметно выраженными признаками начинающегося у них процесса черноземообразования. Однако, общим для этих почв является уже некоторая выщелоченность их верхних горизонтов, о чем свидетельствует и довольно пониженное залегание в них горизонта вскипания и солевых горизонтов.

Ниже приводится описание почвенного разреза, характерного для территории опытного участка станции, где проводились наблюдения над влиянием искусственного орошения.

Разрез в $^1/_2$ клм к юго-западу от главного здания института, на 2-й левобережной равнинной террасе р. Грушевки, в северо-западном углу опытного участка (поле № 41). Поле занято под посев озимой пшеницы. Морфологические данные этого разреза приводятся в нижеследующем описании, сделанном В. Т. Рокачевой (22/X—1929 г.):

Почва имеет вскипание с 56 см от поверхности, довольно сильное. Густая сеть тусклых карбонатных жилок наблюдается с глубины 60 см. Неясные редкие пятна и твердые конкреции углекислых солей появляются на глубине 132 см. С 96 см—беловатый налет солей. Максимум уплотненности наблюдается на глубине 48—72 см. Сухая прослойка (почва незатронутая увлажнением из грунтовых вод снизу и атмосферных осадков сверху)—с 36 см до 100 см. Весь разрез суглинистый.

Горизонт A_1 0—21 (21). Темный, чуть буроватый, влажный, неплотный, перепаханный. Структура мелко-комковато-пылеватая. (Почти бесструктурный). Граница со следующим горизонтом слабо заметна по структуре и плотности. Немного корешков растений.

Горизонт A_2 21—46 (25). В нем можно выделить более темный слой, увлажненный атмосферными осадками, и более светлый ниже 36 см, с заметным буроватым оттенком, сухой. Более плотный в сухой части, нежели в увлажненной. Структура неясно комковато-зернистая. Хорошо распадается на непрочные отдельности, легко растирающиеся в неясно структурную массу. Переход в следующий горизонт постепенный.

Горизонт B_1—46—64 (18). Почти такого же цвета. Сухой. Довольно плотный. Разламывается на широкие в диаметре и непрочные, призмовидные отдельности, хорошо распадающиеся в комковато-ореховатые комочки. С 60 см—довольно густая сеть буроватых тусклых карбонатных жилок. Переход в следующий горизонт постепенный. Граница неровная.

Горизонт B_2 63—130 (66). Желтый, но с заметным буроватым оттенком. Сухой. М нее плотен, чем горизонт B_1. Хорошо распадается на комковато-ореховатые отдельности. Не вполне резко выраженною границей отделяется от следующего горизонта. Довольно много карбонатных, переплетающихся между собой, жилок. Заметны червоточины с капролитами и неясные следы кротовин. На границе со следующим горизонтом, увлажненным грунтовыми водами, на высохших сухих стенах выступают белые мучнисты мажущие налеты солей (м. б. Na_2SO_4).

Горизонт BC 130—170 (40). Буровато-желтый, слегка увлажненный снизу грунтовыми водами. Неплотный. Неясно комковатый, или такой же, как горизонт B_2. Такого же характера карбонатные жилки, которые книзу становятся более крупными. Редко разбросаны неясные и мелкие, мягкие на ощупь пятна и и мелкие известковистые конкреции (камешки).

В таблице дается характерный механический состав этой почвы, определенный по методу Робинзона.

Таблица № 13

Механический состав по Робинзону

(в %% к абсолютно сухой навеске)

№№ по порядку	Культура и № поля	Горизонты в см	Влажность в %	Потери от обработ. в %%	Фракции		
					1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01
1	Неорошаемая озимая пшеница, поле 41; образцы взяты 3/V 1929 г.	0—10	3,45	9,65	4,29	15,15	30,37
2		25—35	2,81	9,71	4,13	13,40	39,44
3		50—60	3,14	9,68	4,88	11,70	30,73
4		80—90	3,00	9,70	4,42	11,28	52,07
5		140—150	2,82	9,71	3,44	9,82	40,13

Продолжение табл. № 13

№№ по порядку	Культура и № поля	Фракции				
		0,01—0,005	0,005—0,001	0,01—0,0005	<0,0005	Концентрация суммы в %%
1	Неорошаемая озимая пшеница, поле 41; образцы взяты 3/V 1929 г.	7,15	10,78	5,39	19,58	4,29
2		12,36	14,62	4,93	4,73	6,47
3		5,37	10,33	7,13	2,37	7,94
4		10,41	9,90	3,50	2,63	5,66
5		16,79	9,27	3,09	1,64	5,84

Анализ характеризует почву, как иловато-пылеватую со слабой примесью мелкого песка.

Валовое содержание отдельных составных химических частей описываемой почвы и их распределение по профилю в достаточной степени указывает на черноземовидный процесс почвообразования.

Таблица № 14

Валовой анализ почвы

(в %% на воздушно-сухую навеску)

№№ по пор.	Название разреза	Глубина взятия образца	Влажность (при 105°)	Потеря в весе от прокаливан.	SiO_2	$Al_2O_3 + P_2O_5$	Fe_2O_3	Mn_3O_4	CaO	MgO
1	Неорошаемая озимая пшеница, поле 41; образцы взяты 22/X—29 г.	0—10	4,29	8,32	69,00	9,56	5,11	0,12	1,52	1,54
2		25—35	3,89	7,65	66,98	11,15	4,67	0,09	1,36	1,51
3		50—60	4,02	6,89	67,44	10,38	4,82	0,10	2,06	1,55
4		80—90	4,13	7,04	64,12	9,12	4,93	0,07	4,52	1,58
5		140—150	3,42	6,92	64,09	11,07	5,09	0,16	4,82	1,74

По таблице мы усматриваем незначительное накопление кремнекислоты в верхнем горизонте и некоторую степень вымывания полуторных окислов в горизонты нижележащие. Отсюда слабо выраженная солонцеватость этой почвы.

По содержанию гумуса почвы 2-й террасы реки Грушевки в пределах опытного участка приближаются к почвам плакорных условий Персиановки, т. е. южного чернозема (Академик К. А. Глинка) (8), с некоторым увеличением в сторону общей гумозности всего почвенного профиля.

Таблица № 15

Количество гумуса по Шмуку

(в %% к воздушно сухой навеске)

№№ по пор.	Название разреза	Глубина в сант.	Гидроскоп. вода	Гумус
1	Неорошаемая озимая пшеница, поле № 41; образцы взяты 22/X 1929 г.	0—10	4,11	4,50
2		25—35	3,90	3,59
3		50—60	4,11	2,59
4		80—90	3,78	1,64
5		140—150	3,70	0,79

При морфологическом описании почвенного профиля было отмечено, что гумусовая окраска по разрезу распространяется довольно значительно вниз (до 170 см. окраска почвы сохраняет темный оттенок). Определение содержания гумуса для этой почвы действительно показывает, что еще на глубине 50—60 см находится большое количество гумуса (около 3%).

Характер водно-растворимых солей для этой почвы виден из следующих данных:

Анализ водной вытяжки Таблица № 16

(в %% на обсолютно-сухую навеску)

№№ п/пор.	Название разреза	Глубина в см	Реакция (pH)	Цвет вытяжки	Прозрачность	Гигроскопич. воды	Сухой остаток	Прокаленный остаток
1	Неорошаемая озимая пшеница, поле № 41; образцы взяты 22/X 1929 г.	0—10	8,45	Слаб. желт.	Опалесцирующая	4,29	0,1050	0,0500
2		25—35	8,48	То же		3,89	0,1272	0,0745
3		50—60	8,62	„		4,02	0,1220	0,0820
4		80—90	8,70	„	Прозрачная	4,13	0,1540	0,1170
5		140—150	8,33	Бесцветн.		3,42	0,2210	0,0455

Продолжение табл. 16

№№ п/пор.	Название разреза	Потеря в весе от прокаливан.	Общая щелочн. в HCO_3	Щелочность Na_2CO_3	Щелочность $NaHCO_3$	Щелочность $Ca(HCO_3)_2$	Cl	SO_3	CaO	MgO
1	Неорошаемая озимая пшеница, поле № 41; образцы взяты 22/X 1929 г.	0,0550	0,0409	—	0,0454	0,0105	0,0038	0,0040	0,0130	0,0020
2		0,0530	0,0336	—	0,0412	0,0049	0,0084	0,0055	0,0170	0,0025
3		0,0400	0,0496	—	0,0530	0,0081	0,0049	0,055	0,0170	0,0025
4		0,0370	0,0397	—	0,0270	0,0267	0,0129	0,0350	0,0390	0,0095
5		0,0455	0,0403	—	0,0261	0,0283	0,0289	0,0905	0,0700	0,0220

Обращает на себя внимание довольно значительная цифра для прокаленного остатка, большая щелочность почвы (в PH и HCO_3). Содержание кальция, магния, хлористых и сернокислых солей в верхних образцах сравнительно невелико, книзу же количество их постепенно увеличивается. Как видно, влияние грунтовых вод в этом разрезе на глубине 100 см сказывается еще слабо и отмечается, главным образом, в увеличении серно-кислых и хлористых солей с глубины 60—80 см, т. е. там, где в описании почвенного разреза отмечалось появление беловатых налетов.

Что касается содержания и характера поглощенных оснований в этой почве, то результаты определения Ca, Mg и Na дают цифры весьма близкие к данным поглощенных оснований в почвах плакорных условий местности этого района (Ахромейко, 14).

Таблица № 17

Анализ почвенного поглащающего комплекса

№№ п/пор.	Название разреза	Глубина в см	Гигр вода в %	Поглощенные основания Ca·· в %%	Ca·· в м/экв.	Mg·· в %%	Mg·· в м/экв	Na· в %%	Na· в м/экв.
1	Неорошаемая озимая пшеница, поле № 41; образцы взяты 22/X 1929 г.	0 –10	4,01	0,6189	30,94	0,0593	4,94	0,0463	2,01
2		25 –35	4,33	0,6031	30,15	0,0533	4,44	—	—
3		50 –60	4,28	0,6699	33,49	0,0751	6,25	0,0348	1,51
4		80 –90	4,01	0,6438	32,19	0,1093	9,10	0,0417	1,81
5		140 –150	3,57	0,4039	20,19	0,0839	6,99	—	—

Эти данные характеризуют описываемую почву, как черноземовидную, с устойчивым характером поглощающего комплекса, насыщенного, главным образом, поглощенным кальцием.

Описанные почвы являются довольно типичными для орошаемых участков в указанном выше районе (12).

Грунтовые воды

В орошаемых местностях очень часто можно наблюдать на поверхности почвы накопление легко растворимых солей; обычно это явление связывается с передвижением грунтовых вод. Грунтовые воды, передвигаясь по капиллярам вверх к поверхности почвы и здесь испаряясь, отлагают эти растворенные в них соли или на самой поверхности почвы или же в слое непосредственно под ней. Это особенно ярко иллюстрируется опытами F. S. Narris'a (15) с почвами засоленными различным количеством NaCl.

Таблица № 18.

Количество растворимых солей на различных глубинах после испарения воды из почвы в течение 27 дней. Почвы увлажнялись снизу.

(в %% на абсолютно сухую навеску)

Глуб. в дюймах	0,0%NaCl	0,5%NaCl	1% NaCl	2% NaCl	3% NaCl	4% NaCl	5% NaCl	6% NaCl
1	0,1730	1,7408	3,0082	7,5223	10,0241	23,3875	21,6886	21,7045
2	0,0716	0,6479	1,2892	2,1332	2,7744	0,8623	6,1921	10,2452
3	0,0727	0,3310	0,6594	1,2224	1,5782	2,4816	2,9070	3,7143
4	0,0492	0,1722	0,3270	0,7956	1,0277	1,4321	1,9778	2,3925
5	0,0388	0,1249	0,3056	0,4327	0,8107	1,3690	1,4601	1,9518
6	0,0424	0,1751	0,2521	0,5114	0,7426	1,2920	1,4708	1,9591

Многие из самых плодородных почв сухих местностей в США и у нас (напр. в Голодной Степи (16) и на Мугани (85), в конце концов были засолены из грунтовых вод так, что самое произрастание культур сделалось невозможным. Но, несмотря на столь большое значение грунтовых вод и их взаимосвязь с орошением, изучались они до последнего времени чрезвычайно слабо. Только в 1929 году появилась обстоятельная работа Б. Конькова и Е. Петрова (16), которая освещает режим грунтовых вод в Голодной Степи (возле совхоза „Пахта—Арал" в Казахстане). Работа охватила и старо-орошаемые участки, и целину, не подвергавшуюся орошению совершенно.

Из этой работы вытекает, что наибольший подъем грунтовых вод происходит в первый год орошения целины. На целине, например, в первый год орошения грунтовая вода поднялась с 8 м глубины до 4—3,5 м, во второй—с 3,5 до 3 м³ в дальнейшем этот подъем из года в год продолжался, покуда не был достигнут известный, более или менее стабильный уровень, колеблющийся только в зависимости от поступления воды, от орошения, от проницаемости грунтов.

На старопахотных землях Голодной Степи также наблюдалась определенная закономерность динамики грунтовых вод; они неизбежно поднимались в период орошения и понижались по окончании его, при чем наибольший подъем доходил до 2,5 метр.

Подъем грунтовых вод на старопахотных землях сопровождался таким же подъемом и на соседних участках неорошаемой целины и на старопашках, окруженных неорошаемой целиной, всегда отличался меньшей интенсивностью по сравнению с такими же старопахотными участками, вблизи которых не было „целинных" полей.

По анализам Б. Конькова и Е. Петрова (16), содержание воднорастворимых солей в грунтовых водах колебалась от 1 до 9 грамм сухого остатка на литр, при колебаниях в содержании хлориона от 0,14 до 1,17 и SO_4 от 0,6 до 4,0 гр. на литр.

Подъем минерализованных грунтовых вод, естественно, сопровождается интенсивным засолением почвы, как это можно видеть из данных той же работы (16).

На полях, где нами проводились работы для наблюдения за грунтовыми водами, были установлены 6 колодцев (из досок) в разных полях севооборота; из этих колодцев периодически брались образцы воды для химическо о анализа и, кроме того, велись наблюдения за уровнем стояния грунтовых вод. Уровень грунтовых вод колебался от 1,5 метра в период орошения до 2—2,5 метров по окончании его. Таким образом, на наблюдаемом

нами участке грунтовые воды были довольно близко от повехности почвы, но не свыше того уровня, при котором засоление верхнего горизонта почвы является возможным. Грунтовые воды опытной станции содержали довольно большое количество растворимых солей, главным образом, сульфатов, карбонатов и хлоридов. В засушливый 1929 год наблюдается сравнительный избыток сульфатов и хлоридов, карбонаты же преобладали в 1928 году. Таблица показывает увеличение количества воднорастворимых солей к осени и это вполне увязывается с большим их содержанием в оросительных водах в это время.

Количество солей в грунтовых водах Таблица № 19.

(в млг на литр)

Дата	Cl'	SO_4''	CO_3''	Ca''	Mg''
		Орошаемый овес			
1928 год					
18/VI	324,18	913,64	154,34	260,40	189,60
12/VII	324,12	986,30	468,67	253,00	168,00
19/VII	328,21	581,47	480,40	260,40	158,40
16/VIII	324,12	380,67		286,40	156,00
7/IX	380,48	1224,90	447,76	312,50	216,00
		Орошаемый кенаф			
1929 год					
23/V	3020,39	1257,39	38,26	310,40	103,20
20/VI	283,60	1173,57	35,62	271,60	122,40
27/VI	283,60	1089 75	40,65	263,80	105,60
11/VII	311,96	1225,95	40,88	260, 0	105,60
25/VII	269,42	743,95	33,24	271,60	112,80
8/VIII	297,78	135,85	23,67	256,10	105,60
22/VIII	609,74	794,58	209,71	263,90	176,20
5/IX	282,40	1659,87	32,04	232,80	105,00
19/IX	264,80	60,48	34,44	209,50	84,00

Чтобы надлежащим образом обработать добытый в работах материал по содержанию солей в исследуемых водах мы воспользовались принципом, предложенным Роджерсом для изучения солей в грунтовых водах. При этом мы руководствовались указаниями Н. Н. Славянова (17) и проф. П. А. Кашинского (18) и выразили полученные дан ые в процентах эквивалентов и по разности анионов и катионов вычислили общее содержание щелочных металлов (главным образом Na). Получились следующие данные:

Количество солей в грунтовых водах Таблица № 20.

(в %% от суммы эквивалентов)

Дата	$NaCl$	Na_2SO_4	$CaCl_2$	$CaSO_4$	$CaCO_3$	$MgSO_4$	$Mg(HCO_3)_2$
1928 год							
18 VI	21,10	12,34	—	30,06	—	1,52	34,96
12/VII	20,16	21,00	—	24,34	3,57	—	30,90
19/VII	25,32	5,04	—	27,10	7,46	—	34,56
16/VIII	2,34	—	30,32	20,84	—	40,98	5,50
7/IX	21,00	13,14	—	30,58	—	6,24	29,00
1929 год							
2 /V	75,62	2,96	—	13,76	—	6,52	1,12
20/VI	23,78	5,48	—	40,38	—	26,82	3,40
27/VI	24,96	6,42	—	41,14	—	23,26	4,18
11/VII	24,64	14,28	—	36,40	—	20,86	3,78
25/VII	4,96	—	26,44	29,68	—	34,34	4,50
22/VII	31,58	—	10,62	21,74	—	18,18	17,14
5/IX	17,84	36,44	—	26,08	—	14,98	2,38

При рассмотрении этой таблицы видно, что преобладающими солями являются сульфаты кальция и магния и хлориды натрия. Как будет видно из дальнейшего, присутствие сульфатов Ca и Mg, несмотря на довольно большое количество NaCl, повидимому, препятствовало вхождению Na в почвенный поглощающий комплекс.

ЦЕЛЬ И ПРОГРАММА ОПЫТОВ

Во всех почвах, хотя бы и окультуренных, но не подвергающихся искусственному орошению, устанавливается определенный характер процессов, которые происходят в их толще в силу климатических условий и в силу свойств самих почв, их особенностей физического, химического, биологического порядка. Орошение является новым, при том извне искусственно добавляемым фактором, который вторгается в этот прежний естественный кругооборот почвенных процессов. Новые добавочные воды нарушают ход физических, химических и биологических процессов, иногда придавая им противоположное направление. Целью нашего опыта и являлось изучение совокупности новых процессов, вызываемых в жизни почвы искусственным орошением. Нами изучались водный режим, питательный режим орошаемых почв, их засоление и солонцеватость—основные факторы урожайности. Изучение этих элементов производилось в девятипольном севообороте, со следующим чередованием полей:

I. Черный пар.
II. Озимое. Озимая пшеница.
III. Пропашное. Кенаф.
IV. Яровое. Овес.
V. Яровое. Яровая пшеница.
VI. Люцерна 1-го года.
VII. Люцерна 2-го года.
VIII. Люцерна 3-го года.
IX. Люцерна 4-го года.

Первые пять полей орошались и на них изучались изменения почвы под действием орошения. На последних четырех полях,—на люцерне,—орошение не должно было производиться: предполагалось проследить влияние люцерны на рассоление и вообще на устранение некоторых отрицательных явлений, вызванных орошением. По первой части работы собран довольно обширный материал, дающий основание для достаточно определенных выводов. Вторую же часть работы, вследствие отъезда автора в Казахстан, выполнить не пришлось.

Полевая методика

Наблюдения велись над каждой культурой севооборота. Одна часть полей севооборота орошалась, другая не орошалась. Размер делянок 1000 кв. метров. Повторность двойная. Оросительные нормы были взяты оптимальные для каждой культуры, установленные гидромодульным отделом станций. Только для черного пара и кенафа нами были взяты еще и другие нормы поливов в целях более полного освещения почвенных процессов при повышенном увлажнении.

Оросительные нормы представлены в таблице № 21.

Все поля, поступившие под опыты, пахались с осени на глубину 25 см. Весной они рыхлились дисковым культиватором и вслед бороновались. Посев производился рядовой сеялкой. Высев семян для злаковых культур 112 клг на га, а для кенафа 75 клг. Пропашные культуры и пар в течение лета обрабатывались конным планетом для уничтожения сорной растительности и для содержания в рыхлом состоянии верхнего слоя почвы. Уборка производилась вручную серпами. Учет производился со всей делянки.

Приводим краткий перечень работ, произведенных на полях с культурами, изучавшимися нами:

I. Пар черный. Поле, находившееся в черном пару в 1928 году, было вспахано осенью—3/X 1927 г., 5/X забороновано, 17/IV—28 г. было пройдено дисковым культиватором, а 18/IV забороновано; 17/V бороновалось после сильного дождя, 29/V было промотыжено для удаления сорняков; 29/VI ввиду сильной засоренности было пройдено 4-х лемешным плугом (без отвалов), с последующим боронованием; 9/VIII—полка конным скребом, с последующим боронованием; 1/IX вспахано и забороновано; 4/IX посев озимой пшеницы.

Таблица № 21

Нормы и сроки поливов

№№ полей	Название культуры	Год набл.	Время поливов	Поливн. норма в м³ н/га	Оросительная норма м³	Оросительная норма м/м	Сроки поливов
42	Пар черный	1928	14/VII	348,0			Календарные
			24/VII	401,0			
			31/VII	306,0			
			10/VIII	402,0			
			21/VIII	602,0			
			28/VIII	503,0	2 562,0	256,20	
52	Пар черный	1929	17/VI	516,0			То же
			26/VI	510,0			
			11/VII	329,1			
			29/VII	385,3			
			5/VIII	325,9			
			10/VIII	312,1			
			14/VIII	258,6			
			19/VIII	300	2 837,0	283,70	
52а	Пар черный	1929	17/VI	478,6			То же
			26/VI	478,6			
			5/VII	456,6			
			11/VII	419,3			
			16 VII	494,2			
			29/VII	456,6			
			2/VIII	422,5			
			5 VIII	422,6			
			10/VIII	494,2			
			14 VIII	422,5			
			19/VIII	422,5			
			27/VIII	475,3	5 443,5	544,35	
52в	Пар черный	1929	17/VI	840,9			Календарные
			26/VI	840,9			
			5/VII	840,9			
			11/VII	763,4			
			16/VII	803,1			
			21/VII	840,9			
			2/VIII	752,3			
			5/VIII	692,0			
			10/VIII	843,1			
			14/VIII	750,0			
			19/VIII	750,6			
			27/VIII	950,6	9 668,7	966,87	
42	Оз. пшеница	1929	25/V	675,1			Вых. в трубку
			29/V	650,7	1 325,3	132,52	
22	Кенаф	1928	13/VII	342,0			Календарные сроки оливов с растяжкой межполивных промежутков к концу поливного периода
			18/VII	300,4			
			24/VII	438,1			
			31/VII	343,7			
			8/VIII	322,3			
			17/VIII	327,5			
			28/VIII	321,2			
			4/IX	319,0	2 714,2	271,42	

Продолжение

№№ полей	Название культуры	Год набл.	Время поливов	Поливн. норма в м н/га	Оросительная норма		Сроки поливов
					м³	м/м	
32	Кенаф	1929	28/VI	337,8			То же
			11/VII	468,0			
			22 VII	276,5			
			24/VII	432,7			
			5/VIII	315,1			
			10/VIII	448,6			
			14/VIII	288,8			
			22/VIII	535,5	3 101,0	310,10	
32а	Кенаф	1929	28/VI	412,4			То же
			6/VII	412,4			
			11/VII	420,4			
			16/VII	412,4			
			22/VII	363,7			
			29/VII	410,2			
			2/VIII	356,5			
			5/VIII	268,0			
			10 VIII	319,1			
			14/VIII	331,4			
			19/VIII	285,0			
			27/VIII	412,4	4 404,9	440,40	
32в	Кенаф	1929	28/VI	505,1			То же
			5/VII	505,1			
			11/VII	523,0			
			16/VII	505,1			
			22/VII	445,8			
			29 VII	451.0			
			2/VIII	498,2			
			5/VIII	363.4			
			10/VIII	498.2			
			14/VIII	430,3			
			19/VIII	414,8			
			27/VIII	505,1	5 645,1	564,51	
32	Овес	1928	19/VI	825,0			Выход в трубку и перед наливом зерна
			10/VII	614,0	1 439,0	143,90	
2[illegible]	Овес	1929	29/V	651,4			
			28/VI	674,6	1 326,0	132,60	То же
52	Яр. пшеница	1928	20/VI	859,0			
			10/VII	692,0	1 551,0	155,10	То же
52	Яр. пшеница	1929	1/VI	663,4			
			26/VI	673,1	1 336,5	133,65	То же

Поле, поступившее под черный пар в 1929 году, было вспахано 31/VIII и вслед забороновано; 30/IV—29 г. было продисковано и забороновано; 17/VI произведена полка мотыгами, 16/VII полка конным планетом, 14/VIII полка вручную мотыгами. 29/VIII вспашка на 25 см. и боронование. 1/IX—посев озимой пшеницы.

II. Озимая пшеница „калифорнийская" 1929 года. Посев был произведен в 1928 году. Пшеница была чиста от сорняков и полка в течение лета не производилась. Перед выходом в трубку 25—29/V был произведен полив. Убрана 11/VII.

III. Кенаф. Поле, находившееся под кенафом в 1928 году, было вспахано 27—28/IX—27 г. 18 IV—было продисковано и забороновано; 11/V забороновано после дождя; 25/V полка мотыгами; 22/V—посев; 23/VI полка планетом, 26/VI первая прорывка; 10, 11, 13/VII вторичная прорывка с полкой трав мотыгами, 14/VIII полка мотыгами. Уборка 20/X.

Поле, находившееся под кенафом в 1929 г., было вспахано на зябь 25/IX—1928 г. 30/IV поле было продисковано и забороновано; 18/V полка мотыгами; 10/V посев. 29/VI—прорывка кенафа и полка мотыгами. Уборка 15/X.

IV. Яровая пшеница T. Melanopus № 69 1928 года. Вспахано под зябь 28/IX—27 г. 18/IV—28 г. продисковано и забороновано; 28/IV было засеяно рядовым посевом. Полив был произведен во время выхода в трубку и перед наливом—20/VI и 10/VII, уборка 29/VII.



Рис. 1. Орошаемый черный пар.

Под пшеницу 1929 года вспашка на зябь была произведена 20/IX—28 года. 30/IV—1929 г. было продисковано и забороновано. 2/V был произведен рядовой посев, 1/VI и 26/VI полив во время выхода в трубку и перед наливом; уборка—20/VII.

V. Овес „Победа". Вспахано на зябь 28/IX—27 г. 18/IV—28 г. было продисковано и забороновано; 28/IV был произведен посев. 29/VI и 10/VII полив во время выхода в трубку и налив. Уборка 31/VII. Поле находившееся под овсом 1929 г., было вспахано на зябь 20/IX—28 г. 30/IV продисковано и забороновано; 2/V посев, полив 29/V и 28/VI. Уборка 24/VII.

Фенологические наблюдения представлены в таблице № 22.

Из этой таблицы видно, что орошаемые культуры развивались несколько медленнее неорошаемых, при чем отставание наблюдалось, главным образом к концу вегетации—к моменту созревания. Разница в созревании между неорошаемыми культурами колебалась от 5—6 дней. Такое отставание незначительно и не может считаться отрицательным явлением для сельского хозяйства.

По высоте орошаемые культуры превышают неорошаемые; высотаозимой пшеницы 69 см., яровой пшеницы 36—38 см., овса 27—52 см., кенаф 15—50 см.

Лабораторная методика

Пробы для анализа выбирались буром Некрасова подекадно. На всех делянках их брали на глубинах до одного метра, через 20 сантиметров. Выбранные пробы поступали немедленно в лабораторию для анализа. Водная вытяжка приготовлялась путем трехминутного взбалтывания на ротаторе с отношением почвы к воде 1: 4.

В водной вытяжке $_{p}$H определялась электрометрическим потенциометром сист. А. В. Трофимова, электролиты—по Kohlrausch'y, нитраты—по Grandval и Lajoux,

Ч6820.

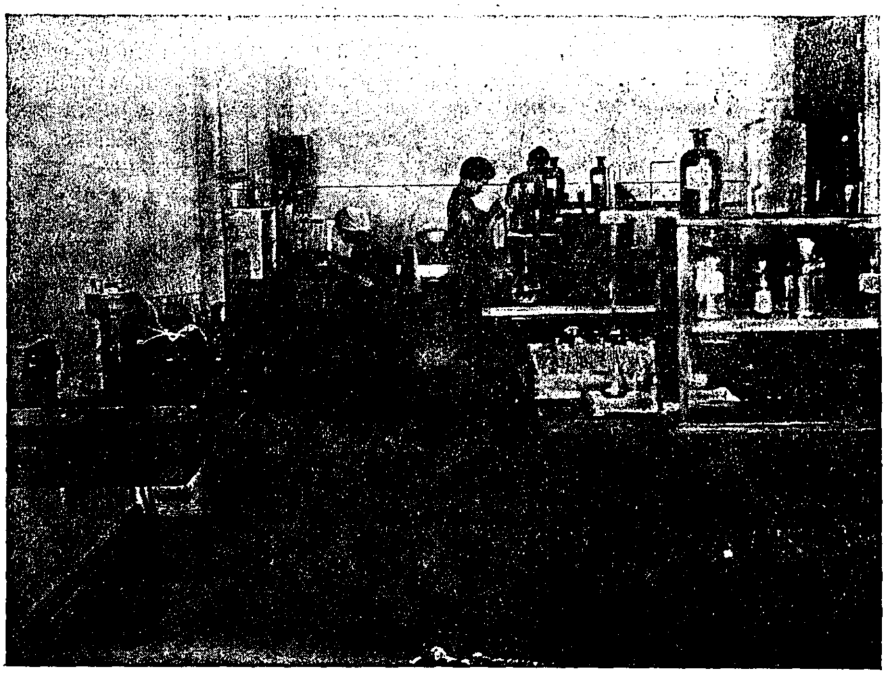
Таблица № 22

Фенологические наблюдения

Фазы развития культуры	Посев	Всходы	Появление 3-го листа	Высота в см.	Кущение 50%	Высота в см.	Выход в трубку	Высота в см.	Колошение 50%	Высота в см.	Цветение 50%	Высота в см.	Молочная спелость	Высота в см.	Восковая спелость	Высота в см.	Полная спелость	Высота в см.	Уборка
1929 г.																			
Озимая пшеница неорошаемая .	4/IX 28 г.					10	21/V	30	2/VI	53	9/VI	57	22/VI	61	8/VII	72	11/VII	73	11/VII
орошаемая . . .	4/IX 28 г.					21	21/V	36	2/VI	81	9/VI	92	22/VI	71	9/VII	92	11/VII	101	11/VII
1928 г.																			
Яровая пшеница неорошаемая .	28/IV	7/V	16/V	10	23/V	17	17/VI	65	25/VI	86	28/VI	88	9/VII	88	20/VII	88	25/VII	88	31/VII
орошаемая . . .	28/IV	7/V	16/V	10	23/V	17	17/VI	76	27/VI	96	30/VI	103	11/VII	120	25/VII	120	31/VII	120	31/VII
1929 г.																			
Яровая пшеница неорошаемая .	3/V	9/V	18/V	17	22/V	17	2/VI	27	20/VI	53	26/VI	60	9/VII	62	21/VII	72	24/VII	75	29/VII
орошаемая . . .	3/V	9/V	18/V	17	22/V	18,5	2/VI	36	22/VI	67	28/VI	88	10/VI	106	24/VII	110	29/VII	113	29/VII
1928 г.																			
Овес неорошаемый .	28/IV	7/V	16/V	10	23/V	17	15/VI	74	23/VI	88	2/VII	93	7/VII	94	23/VII	94	24/VII	94	31/VII
орошаемый .	28/IV	7/V	16/V	10	23/V	17	15/VI	85	24/VI	96	3/VII	108	9/VII	121	24/VII	121	30/VII	121	31/VII
1929 г.																			
Овес неорошаемый .	2/V	7/V	15/V	16	22/V	17,5	2/VI	32	22/VI	60	26/VI	69	7/VII	78	17/VII	83	24/VII	85	24/VII
орошаемый .	2/V	7/V	15/V	16	22/V	19,0	2/VI	32,3	23/VI	72	28/VI	88	9/VII	124	19/VII	135	24/VII	137	24/VII
1928 г.																			
Кенаф неорошаемый	22/V																15/X	153	20/X
орошаемый .	22/V																20/X	205	20/X
1929 г.																			
Кенаф неорошаемый	10/V	21/V									12/VIII	136					10/X	210	15/X
орошаемый . .	10/V	21/V									15/VIII	180					14/X	225	15/X

с осаждением хлора азотнокислым серебром, нитраты—по Griss'y аммиак по Nesslery', фосфорная кислота—нефелометрически по Лебедянцеву, хлор по Mohr'y, серная кислота—весовым методом, воднорастворимый гумус—по Kubel—Tiemann'y, кальций—объемным методом по Гедройцу.

Поглощенный натрий определялся по Гедройцу, поглощенный кальций и магний—по Тюрину.



Рис, 2. Лаборатория по изучению орошения при бывш. Северо-Кавказском отделении Института Агропочвове ения

Количество общего гумуса определялось по Шмуку. Растительный анализ был произведен по руководству академика Н. А. Демьянова.

В виду того что почвы, над которыми производились наблюдения, довольно однородны в пределах метрового слоя, при обработке полученного материала мы пользовались (помимо обыкновенных кривых) методом изокривых, давшим возможность проследить динамику изучаемых процессов в метровом слое.

ВОДНЫЙ РЕЖИМ

Оросительные воды

Оросительные воды применяются, прежде всего для пополнения недостающего количества воды для культуры с.-х. растений. Но попутно они существенно изменяют химические, физические и биологические свойства почв: 1) вода может увеличить или уменьшить в данной почве количество доступных растению веществ без изменения их общего количества; 2) может вымыть из почвы питательные вещества, оставляя ее менее плодородной; 3) может принести в почву и оставить в ней ряд питательных веществ, повышающих ее плодородие, например, фосфор, калий или азот; 4) вода может принести и при известных обстоятельствах отложить в почве такие виды щелочных солей, которые могут понизить ее плодородие.

Определение допустимого содержания солей в ирригационной воде затрудняется колебаниями содержания солей в самой почве. Как сложится взаимодействие воды и почвы, является основным вопросом, подлежащим определению в каждом данном случае; от решения этого вопроса зависит характер мероприятий по повышению урожайности. Вся проблема в целом настолько важна, что заслуживает самого глубокого изучения.

По Hilgard (19, 20, 21,) при хорошем дренаже содержание обычных щелочных солей в оросительной воде допустимо в количестве 685 частей на миллион (0,07%), но природа солей значительно меняет эти границы. В некоторых случаях только 342 части Na_2CO_3 на миллион (0,03%) уже причиняют серьезное повреждение в течение трех или четырех лет, тогда как 2739 частей (0,3%) солей менее ядовитых, как например, $CaSO_4$ $2H_2O$ не оказались вредными.

Maskie (22) сообщает, что если соли будут представлены главным образом бикарбонатами или хлоридами натрия, то оросительная вода, содержащая более 600—700 частей солей на миллион (0,06—0,07%) может применяться только на пористых, хорошо дренированных почвах.

Guthrie (23, 24) считает 500 частей Na_2CO_3 (0,05%) допустимым количеством даже при наличии 1000 частей на миллион (0,015) NaCl.

Forbes (25) считает допустимым, при хорошем дренаже, до 1000 частей на миллион Na_2SO_4 (0,1%).

В практике штата Оклагома (26) в САСШ 1000 частей (0,1%) Na_2SO_4 и 100 частей (0,01%) Na_2CO_3 считается нежелательным количеством для ирригационной воды. Там же, на землях долины Пэкос, опытом земледелия оказано, что 2500/3000 ч. (0,2—0,3%) на миллион, если в них содержится 50% NaCl и Na_2SO_4, уже опасны.

Means (27) сообщает, что арабы в пустыне Сахара получают хорошие урожаи фиников и других фруктов на почвах, содержащих до 5000 ч. на миллион (0,5%) солей, 50% которых в известных случаях было представлено хлористым натром. Такая концентрация допустима только, как исключение, для очень стойких культур на легких песчаных, хорошо дренированных почвах, при непременном условии соответствующей обработки для предупреждения испарения и концентрации солей на поверхности поля.

В другом штате Северной Америки, Юта, были зафиксированы случаи гибели всходов сахарной свеклы от ирригационных вод, содержащих в своем составе при общем количестве солей, равном 4352 ч. на миллион (0,4%), 1628 ч. (0,16%) хлористого натрия и 1600 ч. (0,16%) натрия сернокислого.

Scofield (28) сообщает, что предел солености воды для дикого риса должен быть около 1754 ч. на миллион (0,17%) хлористого натрия. По мнению Fraps'a (29) вода для полива риса отнюдь не должна содержать более 3000 части (0,3%) солей.

Более новые американские работы Harris a и Butt'a (30) показали, что пшеница отнюдь не должна поливаться водой, содержащей 1000 частей Na_2CO_3 на миллион частей воды (0,1%), что даже 500 частей (0,05%) в короткое время способны уменьшить

рост культур. Свыше 1000 частей (0,1%) NaCl и свыше 4000 частей (0,4%) Na_2SO_4 оказались вредными после двух—трех лет орошения. Смесь трех солей—NaCl, Na_2SO_4 и Na_2Co_3 была не так вредна, как отдельные наиболее ядовитые соли. Тем не менее, ее отнюдь нельзя приравнять к солям, действительно безвредным. Вообще, все смешанные соли в количестве 4000 частей на миллион (0,4%) часто оказывались опасными. Разбавление концентраций часто усиливало рост растений. На землях, орошаемых один раз в год, допускались концентрации более сильные, чем указанные выше, но для постоянного орошения можно принять как предел концентрации, содержание в воде не более 500 ч. (0,05%) Na_2CO_3, 1000 ч. (0,1%) NaCl и 4000 ч. (0,4%) Na_2SO_4 или около 4000—0,4% смеси названных солей.

Интересно также отметить, что полив соленой водой по способу затопления был найден более подходящим и удобным, чем полив по бороздам (инфильтрация). Там, где имеется хороший дренаж, этот способ приобретает особенное значение: подача довольно большого количества воды на поля обеспечивает некоторую промывку почвы.

Как видно из приведенного материала, ядовитость щелочных солей в оросительных водах, относительна и зависит от разнообразных причин; поэтому невозможно точно установить обще-применимые нормы безопасного для данной культуры количества солей в оросительной воде. Природа почвы, ее дренаж, род культуры, количество оросительной воды, степень влажности данной почвы, способы обработки и ряд других факторов создают особые условия для каждого отдельного типа почв, определяющих эту норму безопасности. Земли засушливых и пустынных областей никогда не могут быть полностью орошены водой, безусловно годного для орошения качества; между тем, является необходимым пустить в орошение решительно всю наличную воду, которая только может быть получена. А это значит, что необходимо накопить соответствующие опытные материалы и научиться смело пользоваться при орошении засоленной водой. Между тем у нас до сего времени сделано в этой области чрезвычайно мало, даже в районах интенсивного орошения (Закавказье, Средняя Азия, Казахстан). Совершенно отсутствует какой-либо местный опыт орошения засоленными водами как раз там, где обычно только подобными водами и приходится пользоваться.

Из работ в Союзе отметим работу В. И. Лисовского (31) на Северо-Кавказской опытно-мелиоративной станции в районе долины Маныча. Из его наблюдений установлено, что при орошении соленой водой замечается сильное увеличение водно-растворимых соединений и особенно в горизонте А (см. табл. №№ 23 и 24).

Таблица № 23.

Анализ оросительной воды (в граммах на литр)

№№	Сухой остаток	Минерал. остаток	HCO_3'	SO_3	Cl'	Водно-растворимый гумус
1	5,1900	4,4500	0,6020	1,9588	0,6071	6,3
2	7,7020	6,6233	0,5400	1,1595	2,8990	6,3

Таблица № 24.

Увеличение количества легкорастворимых солей в почвах, подвергнутых орошению соленой водой (в %% к абсолютно-сухой почве).

№№	Название места	Горизонт	до орошения	после орошения	до орошения	после орошения	до орошения	после орошения	до орошения	после орошения
			Минер. остаток		HCO_3''		SO_3		Cl'	
1	Почвы х. Веселого	A	0,0360	0,2153	0,0247	0,0350	0,002·	),0720	0,0012	0,0232
		B	0,0340	0,1165	0,0293	0,05·4	0,001·	),0271	0,0014	0,0054
		C	0,0328	0,1556	1,0350	0,0730	0,001(	),0567	0,0010	0,0108
2	Почвы у сел. Ново-Маныч-ского	A	0,0430	0,3920	0,0211	0,026·	0,0026	),1523	0,0107	0,0654
		B	0,0400	0,1680	0,0126	0,0253	0,00·5	0,0559	0,0100	0,0278
		C	0,1260	0,3436	0,0348	0,0256	0,0078	0,1621	0,0158	0,0278

В результате двухлетнего полива этими водами содержание легкорастворимых солей в почве чрезвычайно возросло (против первоначального содержания) от 4 до 5 раз.

Нормальное произрастание с.-х. растений не пострадало от этого избытка солей в течение отчетных лет. Тем не менее, орошение водами подобного состава должно неизбежно привести к засолению почвы выше допустимой нормы. Приведенные данные не оставляют места сомнению в этом отношении.

Работы Е. А. Жорикова и Н. В. Бородиной (80) (на Средне-Азиатской станции удобрений НИХИ) вполне подтверждают факт накопления солей в почве из оросительных вод: содержание некоторых солей, а именно—$CaCO_3$ и $Ca(HCO_3)_2$ удвоилось в течение только одного вегетационного периода. В почве задержалось до 12 центнеров на гектар двууглекислого кальция, а это равносильно повышению общего содержания солей в метровом слое почвы до 0,01%. При многолетнем орошении, таким образом, надо ожидать значительного увеличения содержания в этой почве карбоната кальция.

Для характеристики оросительных вод, применяемых в наших опытах, мы располагаем данными проф. П. А. Кашинского (18) и К. Лазарева (32) по 1929 году.

По данным проф Кашинского—количество минеральных веществ в реке Грушевке, откуда бралась оросительная вода, таково:

Таблица № 25

Результаты анализа образцов воды из реки Грушевки.

Определяемые вещества \ Когда взяты образцы	11/IV	9/VII	23/VII	20/X	11/IV	9/VII	23/VII	20/V
	В граммах на литр				В граммах на 100 гр. минеральных веществ			
Cl'	0,0342	0,2214	0,2586	0,4404	10,52	14,26	14,10	17,14
SO_4''	0,1264	0,6062	0,0696	0,9962	38,88	39,04	37,97	38,76
CO_3''	0,0582	0,2113	0,2732	0,2893	17,90	13,61	14,89	11,26
Mg''	0,0150	0,0695	0,0880	0,1208	4,61	4,48	4,80	4,70
Ca''	0,0522	0,1201	0,1823	0,2081	16,06	7,73	9,94	8,10
Na'	0,0398	0,3240	0,3360	0,5170	12,03	20,87	18,30	20,05
Сумма минеральных веществ	0,325	1,553	1,835	2,572	100	100	100	100

Таблица № 26

Река Грушевка. Результаты анализа в %% эквивалентов.

Определяемые вещества	Когда взят образец воды			
	11/V	9/VII	23/VII	30/X
Cl'	8,53	12,02	11,81	14,51
SO_4''	23,87	24,42	23,46	24,23
CO_3''	17,61	13,57	14,72	11,26
Mg''	11,06	11,05	11,65	11,61
Ca''	23,47	11,63	14,72	12,14
Na'	15,47	27,33	23,62	26,25

К. Лазарев производил изучение оросительных вод реки Грушевки не в самой реке, а в главном канале, в 250 метрах от русла, с подачей воды по чугунным трубам. Пробы брались в начале, средине и конце канала, имеющего длину в 575 метров. Другой ряд проб был взят в распределителе длиною в 315 метров также в начале, средине и конце его протяжения. Третий ряд проб отбирался на одном из поливных участков, с орошением по методу инфильтрации прямо из главного канала. Участок был разбит на 4 равновеликих площади, получивших воду по бороздам последовательно одна за

другой. Кроме того, изучался состав оросительной воды в сбросе. Пробы брались в течение оросительного периода 31 мая—3 сентября. Результаты анализа представлены в таблицах № 27, 28, 29.

Таблица № 27

Содержание солей в воде главного канала (грамм. на литр).

Когда взят образец	Cl'	SO_4''	HCO_3''	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Na^{\cdot}$	Сухой остаток	Сумма минеральных веществ
28/V	0,137	0,478	0,328	—	—	—	—	—
31/V	0.153	0,512	0,347	0,0535	0,139	0,215	1,321	1,243
4/VI .	0,158	0,519	0,349	0,0538	0,152	0,207	1,363	1,261
12/VII	0,243	0,619	0,442	0,0758	0,169	0,283	1,720	1,607
15/VII	0,237	0,639	0,452	0,0736	0,157	0,312	1,744	1,640
19/VII	0,253	0,679	0,458	0,0758	0,176	0,316	1,862	1,725
28/VIII	0,375	0,988	0,499	0,1105	0,200	0,465	—	2,385
3/IX	0,384	1,015	0,507	0,1165	0,201	0,475	—	2,441

Таблица № 28

Содержание солей (вычисленных по Фрезенкусу) в воде главного канала
(грамм. на литр)

Когда взят образец	NaCl	Na_2SO_4	$CaSO_4$	$MgSO_4$	$Ca(HCO_3)_2$	$Mg(HCO_3)_2$
31/V	0,253	0,352	0,388	0,000	0,099	0,327
4/VI	0,260	0,323	0,427	0,000	0,105	0,322
12/VII	0,400	0,389	0,505	0,000	0,083	0,456
15/VII	0,391	0,487	0,439	0,000	0,110	0,442
19/VII	0,417	0,470	0,512	0,000	0,103	0,456
28/VIII	0,619	0,686	0,681	0,055	0,000	0,598
3/IX	0,634	0,698	0,682	0,077	0,000	0,608

Таблица № 29

Образцы воды, взятые в главном канале
(в % % от суммы эквивалентов по Роджерсу)

Определяемое вещество \ Когда взят образец	3/VI	4/VI	12/VII	15/VII	19/VII	28/VIII	3/IX
Cl'	10,46	10,61	12,68	12,20	12,39	13,45	13,46
SO_4''	25,77	25,76	23,90	24,26	24,56	16,15	26,23
HCO_3'	13,77	13,63	13,42	13,56	13,05	10,40	10,32
$Mg^{\cdot\cdot}$	10,65	10,53	11,55	11,04	10,82	11,56	11,89
$Ca^{\cdot\cdot}$	16,75	18,02	15,65	14,25	15,27	12,71	12,44
$Na^{\cdot}$	22.60	21,45	22,80	24,72	23,91	25,73	25,67
NaCl	20,92	21,22	25,36	24,40	24,78	26,90	26,92
Na_2SO_4	24,28	21,68	20,24	25,04	23,04	24,56	24,42
$CaSO_4$	27,26	29,84	27,56	23,48	26,08	25,42	24,88
$MgSO_4$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,32	3,14
$Ca(HCO_3)_2$	6,24	6,20	3,74	5,18	4,46	0,00	0,00
$Mg(HCO_3)_2$	21,30	21,06	23,10	21,90	21,64	20,80	20,64

Из таблиц № 27—29 видно, что более всего в воде находится сульфатов и затем карбонатов и хлоридов. Из металлов больше всего щелочных. К концу оросительного периода содержание минеральных веществ в воде увеличивается: так, количество Cl увеличилось в 2,7 раза, SO_4, Na, Mg—в два раза, HCO_3, Ca в 1,5—раза. Для NaCl,

Na_2SO_4, $CaSO_4$, $Mg(HCO_3)_2$ отмечено постоянное возрастание. Содержание $Ca(HCO_3)_2$ в образцах воды с 31/V по 18/VII колеблется, то увеличиваясь, то уменьшаясь, и к концу наблюдений сходит на нет; зато в образцах появляется $MgSO_4$.

Из таблицы № 28 видно, что процентный состав солей в оросительной воде меняется весьма мало. В августе и сентябре отмечается повышенное содержание SO_4 и Na и, наоборот, убывание HCO_3 и Ca.

Наблюдаемое повышение концентрации солей к концу оросительного периода (см. таблицу № 26) находится в зависимости от испарения воды в р. Грушевке. Изменения в содержании $Ca(HCO_3)_2$ так же, как и появление $MgSO_4$, по мнению проф. П. А. Кашинского, об'ясняется взаимодействием $Mg(HCO_3)_2$ и $CaSO_4$ в присутствии большого количества сульфатов, при чем образующийся $Ca(HCO_3)_2$ вследствие достаточного нагревания разлагается на CO_2 и $CaCO_3$: $Mg(HCO_3)_3 + CaSO_4 = MgSO_4 + Ca(HCO_3)_2 = MgSO_4 + CaCO_3 + H_2O + CO_2$.

По данным К. Лазарева (32) видно также, что состав солей в оросительной воде при прохождении ее по оросительной сети никоим образом не успевает изменяться в пределах того самого промежутка времени, в течение которого производится и завершается операция полива. Это видно из следующих таблиц:

Таблица № 30

Образцы воды, взятые из главного канала 28/V (грамм. на литр.)

Образец взят		Cl'	SO_4''	HCO_3''
Когда	Где			
Начало полива	Пункт 1-й	0,137	0,478	0,327
	Пункт 2-й	0,138	0,478	0,327
	Пункт 3-й	0,138	0,483	0,327
Середина полива	Пункт 1-й	0,137	0,480	0,327
	Пункт 2-й	0,138	0,479	0,327
	Пункт 3-й	0,138	0,476	0,325
Конец полива	Пункт 1-й	0,138	0,478	0,329
	Пункт 2-й	0,139	0,480	0,327
	Пункт 3-й	0,138	0,477	0,325

Таблица № 31

Образцы воды, взятые из главного канала 3/IX (грамм. на литр.)

Образец взят		Cl'	SO_4''	HCO_3'	Mg''	Ca''	Na'	Сухой остаток	Сумма минеральных веществ
Когда	Где								
Начало полива	1 пункт	0,383	1,012	0,502	—	—	—	—	—
	2 пункт	0,389	1,017	0,502	—	—	—	—	—
	3 пункт	0,387	1,016	0,503	—	—	—	—	—
Конец полива	1 пункт	0,384	1,015	0,507	0,117	0,201	0,475	—	2,441
	2 пункт	0,384	1,018	0,505	—	—	—	—	—
	3 пункт	0,385	1,028	0,485	—	—	—	—	—

Также не наблюдается изменения солевого состава оросительной воды и при ее прохождении по распределителю (см. табл. № 32).

Таблица № 32

Анализ образцов воды, взятых из распределителя (грамм. на литр).

	Образец взят		Cl'	SO_4''	HCO_3'	$Mq^{\cdot\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Na^{\cdot}$	Сухой остаток	Сумма ми.ер. веществ
	Когда	Где								
	31 мая									
	Начало полива	1 пункт	0,155	0,516	0,351	—	—	—	—	—
		2 пункт	0,155	0,523	0,345	—	—	—	—	—
		3 пункт	0,153	0,533	0,349	—	—	—	—	—
От начала полива	Через ½ часа	1 пункт	0,153	0,515	0,345	—	—	—	—	—
		2 пункт	0,155	0,514	0,347	—	—	—	—	—
		3 пункт	0,153	0,518	0,347	—	—	—	—	—
	Через 1½ часа	1 пункт	0,154	0,513	0,345	—	—	—	—	—
		2 пункт	0,15	0,514	0,343	—	—	—	—	—
		3 пункт	0,152	0,512	0,345	—	—	—	—	—
	Через 2 часа	1 пункт	0,153	0,512	0,347	0,0535	1,139	0,215	1,321	1,243
		2 пункт	0,151	0,512	0,342	—	—	—	—	—
		3 пункт	0,152	0,515	0,343	—	—	—	—	—
	12 июля									
	Начало полива	1 пункт	0,242	—	0,449	—	—	—	—	—
		2 пункт	0,241	—	0,440	—	—	—	—	—
		3 пункт	0,243	—	0,445	—	—	—	—	—
От начала полива	Через 1½ часа	1 пункт	0,243	—	0,443	—	—	—	—	—
		2 пункт	0,245	—	0,449	—	—	—	—	—
		3 пункт	0,246	—	0,447	—	—	—	—	—
	Через 3 часа	1 пункт	0,243	0,619	0,442	0,0758	0,169	0,283	1,729	1,60
		2 пункт	0,243	0,623	0,442	—	—	—	1,735	—
		3 пункт	0,245	0,632	0,440	—	—	—	1,712	—
	3 сентября									
	Начало полива	1 пункт	0,383	1,012	0,502	—	—	—	—	—
		2 пункт	0,387	1,025	0,492	—	—	—	—	—
		3 пункт	0,387	1,016	0,500	—	—	—	—	—
	Конец	1 пункт	0,384	1,015	0,507	0,117	0,201	0,475	—	2,441
		2 пункт	0,383	1,012	0,469	—	—	—	—	—
		3 пункт	0,383	1,024	0,469	—	—	—	—	—

Только при прохождении воды по оросительным бороздам начинают наблюдаться изменения ее солевого состава, особенно сильные в течение первых полутора часов полива. Наиболее силен процесс обогащения воды сульфатами; заметно и некоторое наростание хлоридов. Содержание карбонатов не претерпевает изменений или же немного повышается. (Табл. № 33).

Как будет видно ниже, по нашим данным при орошении водой, содержащей 0,06% NaCl, 0,07% Na_2SO_4, 0,07% Ca SO_4 и 0,07% $Mg\ (HCO_3)_2$ совершенно не было замечено вредного влияния этих солей на урожайность культур (подробно см. главу об урожаях), но все же замечалось некоторое сульфатно-хлоридное засоление почвы (см. главу о засолении).

Влажность

Наблюдения за изменением почвенной влажности в пару, в зависимости от увлажнения атмосферными осадками и от орошения, производились в течение двух лет 1928—1929 гг. Влажность изучалась до глубины в 1 метр по слоям: 0—20, 20—40, 40—60, 60—80 и 80—100 см.

Таблица № 33

Образцы воды, взятые 15/VII в процессе инфильтрационного полива (грамм. на литр).

Образец взят		Cl'	SO_4''	HCO_3'	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Na^{\cdot}$	Сухой остаток	Сумма минер. веществ
Когда	Где								
Начало полива	Гл. канал	0,237	0,639	0,452	0,0736	0,157	0,312	1,744	1,64
	Первые сбросы с площадок:								
	1-й	0,240	0,704	0,458	—	—	—	1,864	—
	2-й	0, 50	0,735	0,4 0	—	—	—	1,935	—
	3-й	0,257	0,746	0,458	0,0791	0,200	0,317	2,028	1,82
	4-й	0,254	0,700	0,454	—	—	—	1,882	—
Через $1^3/_4$ часа	Гл. канал	0,236	0,635	0,445	—	—	—	1,751	—
	Вторые сбросы с площадок:								
	1-й	0,240	0,640	0,449	—	—	—	1,759	—
	2-й	0,243	0,645	0,454	—	—	—	1,779	—
	3-й	0,24	0,647	0,454	—	—	—	1,796	—
	4-й	0,2 9	0,649	0,454	—	—	—	1.788	—
Через $3^3/_4$ часа	Гл. канал	0,239	0,644	0,445	—	—	—	1,746	—
	Третьи сбросы с площадок:								
	1-й	0,240	0,645	0,452	—	—	—	1,736	—
	2-й	0, 29	0,643	0.432	—	—	—	1,718	—
	3-й	0,239	0,643	0,447	0,0732	0,156	0,314	1,745	1,645
	4-й	0,239	0,645	0,449	—	—	—	1,755	—

Качинский (33, 34) считает, что изучение почвенной влажности должно вестись по генетическим почвенным горизонтам и подгоризонтам, ради того, чтобы выявить картину распределения физиологически полезной, доступной растению воды по почвенному профилю. В нашем случае преследовалась цель изучения динамики почвенной влажности в метровом слое почвы от естественного увлажнения и под влиянием искусственного введения воды путем орошения. Для этой цели сравнительное послойное изучение дает достаточно ясную картину, тем более, что почва опытного участка сформировалась на аллювиальных наносах и по профилю характеризуется большой однородностью (см. главу 1).

Черный пар

Динамику влажности почвы во времени в поле под черным паром, поскольку наблюдения велись параллельно на орошаемой и на неорошаемой делянках, мы рассматриваем за два периода—от весны до начала поливов (1 период) и от первого полива до конца наблюдений (2 период) Целесообразность такого рассмотрения вполне подтверждается характером распределения влажности во времени и пространстве (таблицы №№ 34—37). С начала наблюдения до начала июля месяца в 1928 году отмечается почти полная аналогия показаний для обоих делянок в степени увлажнения во времени на глубину до 80 см, практически одинаковой для орошаемой и для неорошаемой делянок. С глубины примерно 80 см пар поливной в рассматриваемый период имеет заметно меньшую влажность, сравнительно с неполивным. К тому того, на делянке пара неполивного влажность на всю глубину распространяется более или менее равномерно в течение всего промежутка времени, с апреля по июль. С первыми же июльскими дождями влажность пахотного, затем и слоев более глубоких, значительно увеличивается, как на одной, так и на другой делянках. К началу июля промачивание дождями достигает глубины 70 см на делянке неполивной и 58—60 см на поливной делянке.

Таблица № 34

Влажность (в %% к абсолютно сухой почве). Пар черный неполивной.

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.							
23/IV	—	21,88	23,27	21,21	18,40	15,91	20,13
10/V	15,94	24,28	24,10	22,38	21,63	19,77	22,43
24/V	—	20,11	26,12	23,05	21,85	18,55	21,94
8/VI	24,86	27,34	31,21	21,21	23,50	18,00	24,25
21/V	—	25,06	27,32	25.76	25,22	18,68	25,22
2/VII	—	25,47	27,16	18,58	13,41	19.65	20,85
5/VII	—	18,87	24,45	23,00	22,25	18,72	21,46
16/VII	13,65	20,75	24,46	23,85	22,66	20,25	22,39
30/VII	—	21,23	22,81	21,82	21,79	19,63	21,46
16/VIII	—	22,27	20,50	21,42	24,96	25,81	22,99
30/VIII	10,99	20,33	21,57	24,13	20,40	23,06	22,29
7/IX	—	17,40	21,64	21,81	22,62	21,67	21,03
20/IX	4,93	16,42	17,58	21,14	22,35	18,64	19,23

Таблица № 35

Влажность в %% к абсолютно сухой почве). Пар черный поливной. (М = 2562 м³/га)

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.							
23.IV	—	19,83	27,09	23,07	17,88	10,89	17,88
10/V	9,25	24,62	20,16	18,31	14,85	12,11	18,01
24/V	—	22,28	24,47	23,43	20,88	13,98	21,19
8/VI	23,69	26,51	23,73	22,11	18,69	14,24	21,05
21/VI	—	25,47	26,50	25,24	23,34	14,79	23,07
2/VII	—	29,76	25,68	24,20	21,83	17,62	23,82
5/VII	—	20,75	23,79	23,93	20,74	16,82	21,20
16/VII	25,16	25,14	23,24	22,38	22,95	18,78	22,49
30/VII	—	26,38	24,09	22,99	16,64	15,91	21,20
16/VIII	—	27,75	26,75	26,30	22,62	20,76	24,84
30/VIII	32,70	31,16	30,00	30,07	22,93	20,39	26,91
7/IX	—	20,58	25,44	28,42	24,69	22,52	24,13
20/IX	5,66	24,79	23,66	23,59	21,41	21,17	22,72

Влажность черного пара в 1928 году сравнительно высокая и более или менее равномерно распределяется в метровом слое, за исключением лишь слоя 80—100 см орошаемой делянки, где она в начале наблюдений составляла 10,89% и повысилась только до 18,78% после первого полива (16/VII).

Совершенно иную картину распределения почвенной влажности во времени мы видим в 1929 году. Первое весеннее наблюдение 11/IV дает высокий для пахотного горизонта процент влажности на неорошаемой делянке и в то же время в более глубоких слоях влажность значительно ниже, чем в предыдущем наблюдении. Очевидно, это уменьшение связано с продвижением влаги в период с 10/I по 11/IV вглубь за пределы метрового слоя, а увеличение в слое 0—20 см 11/IV надо отнести за счет атмосферных осадков, выпавших в первую пятидневку апреля (20,5 м/м). В пару орошаемом этот срок наблюдений, по каким-то неясным причинам, дает пониженную влажность в пахотном слое и, наоборот, значительное повышение на глубине 20—100 см в сравнении с предыдущими наблюдениями.

Последующие наблюдения до начала поливов (первый полив в 1929 году был дан 17/VI) дают различные картины распределения влажности на делянках орошаемой и неорошаемой. В то время, как на неорошаемой делянке под действием испарения и продвижения в нижние горизонты влажность пахотного слоя с 27,93% падает до 16,1% (25/V), на делянке орошаемой она дает некоторое повышение (с 19,17 до 21,7%). Увеличение влажности на неорошаемой делянке в наблюдении 6/VI зарегистрировано только для пахотного горизонта с 18,8% до 21,8%, т. е. на 3%, и такое же, примерно, для слоя 80—100 см (3,29). Для остальных горизонтов этой делянки и на всю глубину метрового слоя делянки орошаемой влажность понижена в сравнении с предыдущим наблюдением. Это явление стоит в прямой связи с малым количеством атмосферных осадков, выпавших в мае месяце (за месяц выпало всего 9,8 м/м) и с повышением температуры в период с 23/V по 6/VI.

Совершенно отличную картину хода влажности мы наблюдаем во второй период, от начала первого полива до конца наблюдений. Первый полив пара в 1928 году произведен 14/VII, а в 1929 году 17/VI. Всего в течение лета в 1928 году дано 6 поливов (см. таблицу оросительных норм № 21). За все шесть поливов вылито воды на паровое поле из расчета на гектар 2562 куб. метра, что представляет слой воды толщиной 256,25 миллиметра. Последний полив дан 28/VIII. В 1929 году поливов произведено 8, вылито воды из расчета на гектар 2837,2 куб. метра, что представляет слой воды 283,72 миллиметра. Последний полив дан 19/VIII. В 1929 году, как более сухом в сравнении с 1928, первый полив произведен почти на целый месяц раньше и вылито воды больше почти на 300 м³ из расчета на гектар.

Обращаясь к таблицам №№ 34, 35, видим, что в 1928 году влажность поля неорошаемого подвержена колебаниям до самого конца наблюдений. Эти колебания имеют наибольшую амплитуду в двух верхних горизонтах метрового слоя (0—20 см и 20—40 см), особенно в первом. К концу наблюдений влажность сильно понижается и больше всего в этих двух горизонтах. Что касается глубин 40—60 и 60—80 см, то к 20/IX потери влаги здесь совсем не отмечается, а на глубине 80—100 см. она едва достигает 3% в сравнении с предыдущими наблюдениями.

Делянка орошаемая после первого же полива увеличивает влажность с 20 до 25% в пахотном слое и эта влажность неуклонно повышается до конца поливного периода, т. е. до начала сентября месяца, достигая 30 августа предельной величины 31,16%. Увлажнение нижних слоев идет постепенно; так в слое 20—40 см влажность увеличивается только после двух поливов, а более глубокие слои увлажняются лишь к концу поливного периода. Наиболее высокий процент влажности (30%) зарегистрирован 30/VIII для слоев 20—40 и 40—60 см и 7/IX для слоев 60—80 и 80—100 см. К концу поливного периода удалось увлажнить лишь до 24,69% слой 60—80 см и до 22,52% слой 80—100 см (см. диаграмму № 2).

К завершению наблюдений в 1928 году как орошаемая, так и неорошаемая делянки имеют почти один и тот же процент влажности. Некоторый перевес оказался лишь в верхних горизонтах делянки поливного пара.

Таблица № 36

Влажность (в %% от абсолютно сухой почвы).

Пар неорошаемый.

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	20,56	35,09	12,77	12,00	12,32	18,54
6/XII	24,81	22,71	13,24	12,31	—	14,61
1929 г.						
10/I	22,33	25,62	21,39	21,64	14,59	21,11
11/IV	27,93	19,13	15,95	11,17	11,57	17,15
23/V	16,1	24,0	24,1	22,5	12,4	21,22
6/VI	18,8	23,7	23,6	20,1	15,6	20,36
20/VI	21,8	22,0	22,6	27,7	27,4	24.30
27/VI	24,3	22,13	22,4	21,9	21,4	22,42
11/VII	16,5	19,5	21,2	21,4	18,7	19,46
12/VII	26,0	22,6	22,1	21,3	17,2	21,84
25/VII	20,1	20,4	20,5	21,0	20,2	20,44
8/VIII	20,3	20,0	11,8	18,1	16,9	17,42
22/VIII	6,4	10,7	7,8	11,3	13,2	9,88
5/IX	13,5	18,8	18,8	17,7	17,2	17,20
19/IX	15,6	21,1	18,1	20,9	19,4	19,02

Таблица № 37

Влажность (в %% от абсолютно сухой почвы).

Пар орошаемый. (М=2837 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	18,12	15,51	15,57	19,06	21,72	17,99
6/XII	49,03	24,40	19,00	17,60	20,43	26,09
1929 г.						
10/I	40,45	27,92	22,87	17,22	—	21,69
11/IV	19,17	33,80	27,51	21,42	34,41	27,26
23/V	21,7	22,0	23,8	22,8	21,7	22,40
6/VI	20,3	22,7	21,8	17,3	21,3	20.66
20/VI	28,0	25,7	26,7	26,7	25,9	26,60
27/VI	32,4	31,2	29,7	25,2	23,3	28,36
11/VII	22,1	22,0	22,4	24,4	23,9	22,96
12/VII	30,1	29,8	26,0	27,5	33,1	29,30
25/VII	25,1	23,8	25,0	25,2	24.5	24,72
8/VIII	24,4	25,6	25,8	29,1	25,6	26,10
22/VIII	31,5	21,4	24,0	26,9	23,4	25,44
5/IX	25,9	24,6	24,1	23,4	24,3	24,46
19/IX	26,0	26,8	25,9	24,8	24,9	25,68

Переходим к 1929 году. Как указано, по сравнению с 1928 годом он был засушлив и эффект орошения пара в смысле накопления и сохранения влаги ко времени посева озимых и затем в течение всего лета сказался достаточно ярко. В то время, как на делянке неорошаемой влажность всего метрового слоя почвы неуклонно шла вниз до самого выпадения сентябрьских дождей, несколько увлажнивши поле, на орошаемой делянке влажность за весь период не опускалась ниже 24% и к концу-наблюдений, осенью, вся орошаемая делянка в целом была значительно влажнее неорошаемой.

Сопоставляя данные влажности орошаемых делянок 1928 и 1929 годов видим также, что в более сухой 1929 год оросительная вода проникает значительно быстрее в глубину метрового слоя, чем в более влажном 1928 году.

Явления засухи особенно резко проявились в 1929 году на делянке неорошаемой, что

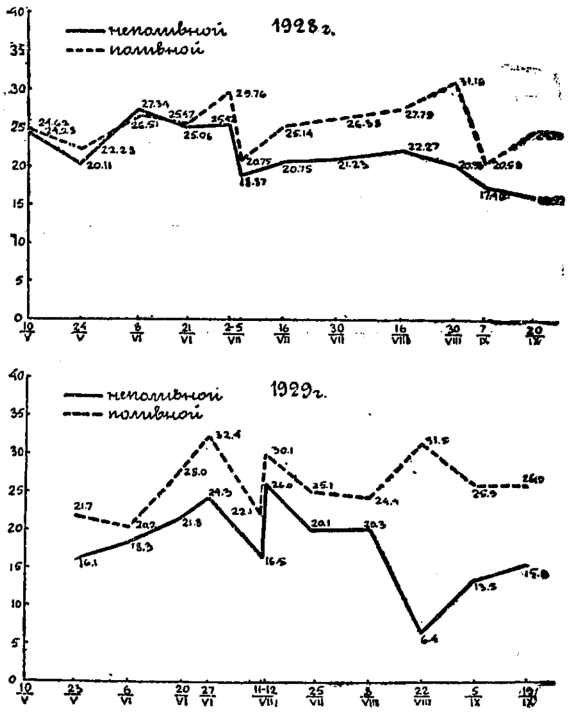


Диаграмма № 1. Динамика влажности в пахотном слое почвы черного пара.

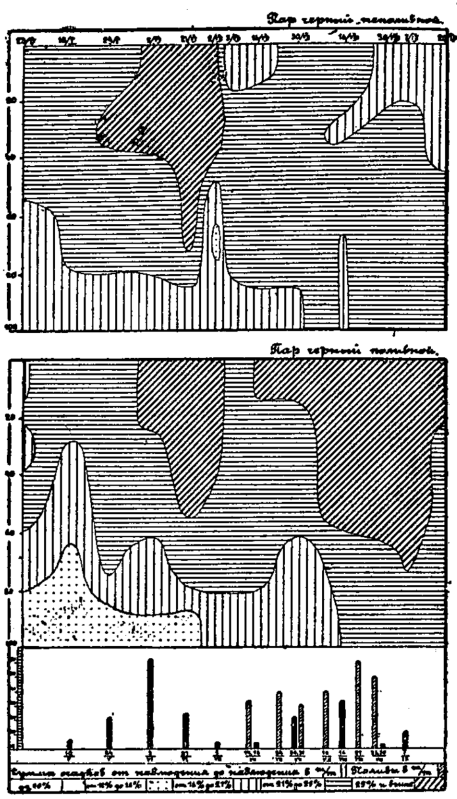


Диаграмма № 2. Динамика влажности в метровом слое почвы на черном пару в 1928 г.

наглядно иллюстрируется диаграммами №№ 1—3. Сильное иссушение почвы началось с третьей десятидневки июля. Оно особенно обострилось в августе месяце, когда влажность всего метрового слоя опустилась ниже 10%. Только сентябрьские дожди несколько смягчили остроту этого явления. На делянке же поливной удалось поддержать влажность порядка 25% на глубине всего метрового слоя.

Аналогичная картина наблюдается и для более влажного 1928 года, но в несколько смягченной форме.

Кроме оптимальной оросительной нормы в 1929 году изучались и повышенные оросительные нормы (5443 и 9668 м³/га).

Как видно из таблицы, поливы производились строго в одно и то же время с той целью, чтобы различные поливные нормы были бы в поливном режиме обоих орошаемых делянок единственною разницей.

Ход влажности в связи с поливами виден из таблиц №№ 38 и 39.

Сопоставляя содержание влаги послойно по обоим полям, видим, что до глубины 80 см запас влаги на делянке с оросительной нормой 5445 м³ больше, а колебания ее

Таблица № 38

Влажность (в % % от абсолютно сухой почвы).

Пар орошаемый (М=5443 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	18,12	15,51	15,57	19,06	21,72	17,99
6/XII	49,03	24,40	19,00	17,60	20,43	26,09
1929 г.						
10/I	40,45	27,92	22,87	17,22	—	21,69
11/IV	19,17	33,80	27,51	21,42	34,41	27,26
23/V	21,7	22,0	23,8	22,8	21,7	22,40
6/VI	20,2	22,7	21,8	17,3	21,3	20,66
20/VI	28,0	25,7	26,7	26,7	25,9	26,60
26/VI	32,4	31,2	29,7	25,2	23,3	28,36
11/VII	24,8	24,4	24,5	24,1	23,3	24,22
1 /VII	29,8	31,4	29,7	30,4	29,5	36,16
25/VII	25,0	25,9	23,3	25,9	25,8	25,18
8/VIII	28,2	27,4	27,0	28,4	26,8	27,56
22/VIII	26,0	25,9	31,6	26,7	26,8	27,44
5/IX	23,2	25,9	26,3	24,4	24,8	24,81
19/IX	27,5	28,5	28,3	27,5	25,4	27,44

Таблица № 39

Влажность (в % % от абсолютно сухой почвы).

Пар орошаемый (М=9668 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	18,12	15,51	15,57	19,06	21,72	17,99
6/XII	49,03	24,40	19,00	17,60	20,43	26,09
1929 г.						
10/I	40,45	27,92	22,87	17,22	—	21,69
11/IV	19,17	33,80	27,51	21,42	34,41	27,26
23/V	21,7	22,0	23,8	22,8	21,7	22,40
6/VI	20,2	22,7	21,8	17,3	21,3	20,66
20/VII	28,0	25,7	26,7	26,7	25,9	26,60
26/V	32,4	31,2	29,7	25,2	23,3	28,36
11/VII	23,2	24,3	23,1	24,2	24,0	23,76
12/VII	16,9	28,9	19,3	28,4	28,2	24,34
25/VII	25,5	26,0	25,4	25,2	24,6	25,34
8/VIII	27,0	26,7	27,0	29,3	24,7	26,94
22/VIII	12,4	23,1	25,6	20,8	20,0	20,38
5/IX	23,4	25,7	27,7	22,4	23,4	24,52
19/IX	26,6	27,2	27,2	26,7	24,9	26,52

за время поливного периода меньше чем на делянке, имеющей оросительную норму 9668 м³. Равным образом и разница в увлажнении слоя 80—100 см. весьма, незначительна и ни в коей мере не соответствует огромной разнице оросительных норм.

Особенное внимание обращает на себя ход влажности в пахотном горизонте паров с различными оросительными нормами (см. диаграмму № 4).

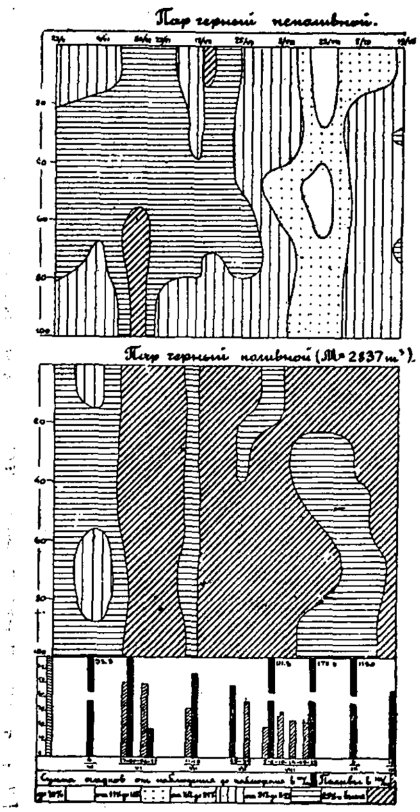


Диаграмма № 3. Динамика влажности в метровом слое на черном пару в 1929 г.

На диаграмме все кривые до августа месяца имеют одно и то же направление, повторяемое каждой кривой (за исключением кривой по максимальной норме). Полив лишь увеличивал крутизну кривой, но не изменял ее направления. Только начиная с августа месяца направления кривых принимают противоположный характер (опять-таки за исключением кривой с максимальной оросительной нормой, которая в этот период принимает направление, аналогичное с неполивной). Отсюда следует, что поливы умеряли засуху, но совершенно ее не исключали; благодаря поливам острота засухи была смягчена, но атмо-

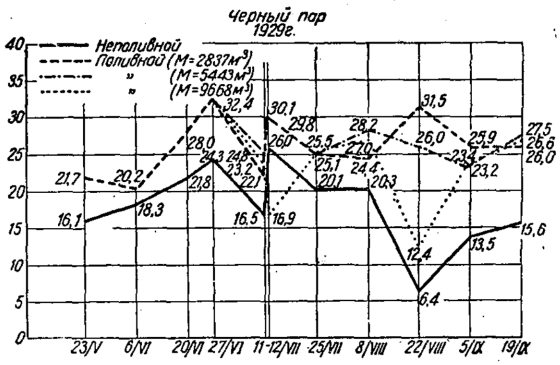


Диаграмма № 4. Динамика влажности в пахотном слое черного пара при разных нормах полива 1929 г.

сферные влияния в одинаковой степени воздействовали на поверхностные слои почвы, различным оказывался лишь результат этих воздействий. При даче явно преувеличенных количеств воды в отдельных случаях получается иссушение почвы с поверхности еще большее, нежели на неполивной делянке, отдача верхним 20 см слоем почвы влаги—значительно интенсивней.

Таким образом положение:—чем больше в почве воды, тем интенсивнее ее испарение,—находит и в нашем случае полное подтверждение.

Существенного влияния в смысле увеличения запасов влаги в почве повышенные нормы не оказывают. По всей вероятности, увеличивая нормы увлажнения мы тем самым усиливаем интенсивность потерь влаги, совершающихся через испарение и путем просачивания вглубь почвы. Оба явления и испарение и просачивание вглубь — представляются процессом нежелательным и даже вредным. Ярко подчеркивается вся важность подыскания в каждом отдельном случае таких поливных норм, которые бы соответствовали влагоемкости данной почвы, во всяком случае отнюдь не превышали

бы ее. В противном случае мы совершаем двойную ошибку: создаем неблагоприятные почвенные условия и непроизводительно тратим труд и воду.

Приведенный фактический материал дает основание для следующих выводов:

1. В 1928 году в общем для черного пара до начала поливов состояние влажности в метровом слое одинаково для обоих делянок; несколько более иссушенным оказался горизонт 80—100 см на орошаемой делянке.

2. С началом поливов, 14/VII, на орошаемой делянке наблюдалось сильное увеличение влажности в пахотном слое. На делянке неполивной продолжается падение влажности против предыдущих определений и отмечается ее выравнивание в нижележащих слоях.

3. В метровом слое по отдельным определениям от начала наблюдений до 21 июня влажность ниже на орошаемой и выше на неорошаемой делянках; с 21 июня и до конца наблюдений — соотношение обратное.

4. Средняя влажность в метровом слое за весь период наблюдений 1928 года на орошаемой делянке несколько выше (22,19%) против неорошаемой (21,97%).

5. В 1929 году в первый период наблюдений влажность делянок как поливной, так и неполивной была приблизительно одинаковой и колебалась в пределах от 16 до 25% для разных сроков наблюдений.

6. Явления засухи сильно сказались на делянке неполивной. Она понизила влажность всего метрового слоя к концу наблюдений до 16% и в нижних горизонтах до 18%. Особенно сказалось засуха в августе месяце. В этот период влажность упала до 6,4% в пахотном и до 7,8% в слое 40—60 см. В 1929 году лишь путем искуственного увлажнения удалось во всем метровом слое удержать влажность порядка 25%, которая сохранилась в почве до самого конца наблюдений.

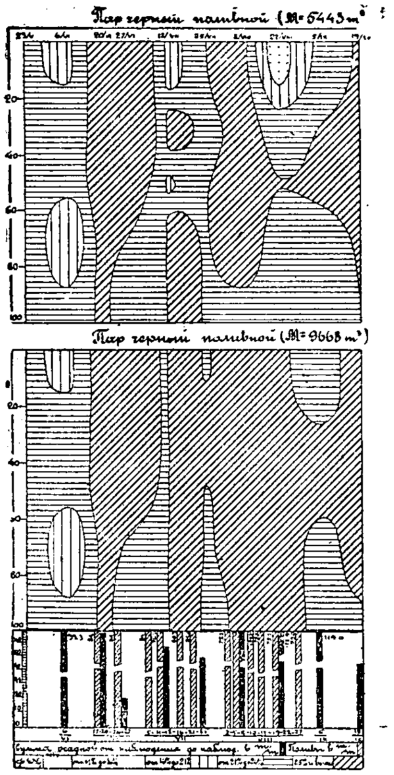


Диаграмма № 5. Динамика влажности в метровом слое на черном пару при разных нормах полива в 1929 г.

Озимая пшеница

В 1928 году поле под озимой пшеницей (таблицы №№ 40, 41), осенью, как на одной, так и на другой делянках имело сравнительно большой запас влаги на глубину всего метрового слоя, причем распределение ее по глубинам было более или менее равномерное (за исключением слоя 80—100 см. делянки с неорошаемой пшеницей, где была зарегистрирована необычная цифра влажности — 47,31%, что нужно считать явлением случайного порядка).

Интенсивное накопление влаги в почве под озимой пшеницей 1929 года имеет место в зимне-весенний период, но с началом наступления весеннего тепла и вегетации пшеницы почва быстро теряет накопленную за зиму влагу. На обоих делянках отмечается резкое уменьшение влаги. За период 11/IV—20/V в верхних горизонтах 0—20 и 20—40 см потеря достигает 50—65%. Влажность убывает и в слое 40—60 см, но с гораздо меньшей интенсивностью. Что же касается слоев почвы, еще ниже лежащих (60—80 и 80—100 см), то здесь наблюдается обратное явление: не убывание, а возрастание влажности. Это явление об'ясняется происшедшим передвижением сюда воды из верхних горизонтов почвы. К моменту следующего наблюдения, т. е. 20/V, более глубокие слои (60—80 и 80—100 см) не были еще затронуты ни сетью корней пшеницы, с одной стороны, ни восходящим капиллярным током влаги, влияние которого достаточно определенно выявляется для глубины 40 см и менее четко для слоя 40—60 см.

Таблица № 40

Влажность (в %% от абсолютно сухой почвы)

Озимая пшеница неорошаемая

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г. 5/XI	21,87	22,54	22,20	23,11	47,31	27,40
6/XII	29,44	27,62	21,69	23,47	16,68	24,38
1929 г. 10/I	38,19	23,90	24,00	22,36	19,54	25,59
11/IV	35,42	37,42	22,59	24,00	21,94	28,27
23/IV	16,5	24,0	24,1	22,5	19,4	21,30
20/V	12,9	16,2	21,7	23,9	22,4	19,42
3/VI	10,0	14,6	14,2	17,0	19,4	15,04
17/VI	10,5	12,3	13,4	14,5	17,1	13,56
24/VI	14,3	13,9	17,7	14,3	17,4	15,52
1/VII	14,5	13,4	13,5	16,9	15,0	14,66
22/VII	11,1	12,9	12,3	13,7	14,2	12,85
5/VIII	6,3	11,6	12,5	8,8	11,8	10,20
2/IX	5,8	10,9	12,3	11,9	13,6	10,90
16/IX	7,9	10,5	11,5	12,8	23,1	13,16

Таблица № 41

Влажность (в %% от абсолютно сухой почвы)

Озимая пшеница орошаемая (М = 1325 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г. 5/XI	25,41	25,56	23,71	23,73	22,66	24,21
6/XII	27,12	—	23,19	26,09	23,21	24,90
1929 г. 10/I	34,62	36,74	25,16	24,31	22,33	28,63
11/IV	33,68	32,04	—	—	18,69	28,13
20/V	14,0	16,5	18,8	19,2	23,0	18,30
3/VI	24,8	20,1	17,5	18,8	21,0	20,44
17/VI	17,5	21,0	13,9	13,9	14,6	16,18
24/VI	17,8	16,0	15,1	16,0	18,3	16,64
8/VII	19,9	13,3	14,3	21,4	15,0	16,78
22/VII	16,3	14,5	13,6	11,6	13,9	13,98
5/VIII	6,7	11,9	13,8	11,2	16,7	12,06
2/IX	9,0	9,5	12,7	10,4	11,0	10,52
16/IX	7,5	10,3	11,8	13,0	12,3	10,98

В связи с сильным иссушением верхних горизонтов был произведен двухкратный полив пшеницы 25/V и 29/V. Всего вылито было воды за два раза 1325,3 м³/га. На одиннадцатый день после полива влажность на орошаемой делянке в пахотном горизонте повысилась до 24,8% против 14% до полива. Слой 20—40 см увлажнился слабо, а глубже 40 см оросительная вода не проникла совсем. Здесь отмечено падение, продолжавшееся до 17/VI. В течение двух недель с 3/VI по 17/VI верхний горизонт потерял 7% воды; в горизонте 20—40 см. еще продолжалось накопление, правда, в весьма ограниченном размере (с 20,1 до 21,0%). Утрата влаги верхним слоем почвы шла по трем путям: испарение поверхностью почвы, отдача растению и продвижение вглубь. Последнее иллюстрируется отчетливо табл. № 41; видно, что 17/VI в верхнем горизонте влажность сильна пала, а в слое 20—40 см она, наоборот, возрасла. Но затем, как показало следующее наблюдение, слой 20—40 см уже не накопляет, а отдает свою воду частично вниз и частично верхнему пахотному слою, в котором влажность поддерживается благодаря этому на прежнем уровне.

На делянке неполивной расходование влаги идет чрезвычайно интенсивно на всю глубину метрового слоя. Наиболее иссушается верхний пахотный слой. Наблюдение 3/VI отмечает, что влажность здесь упала до 10%. Несколько больше ее в нижних горизонтах. Установившееся капиллярное движение влаги снизу вверх поддерживает пахотный горизонт в стабильном состоянии до 17/VI за счет иссушения всего метрового слоя. Прошедшие во второй декаде дожди (20/VI выпало 14,4 мм осадков) несколько увеличивают влажность на неорошаемой делянке до глубины 60 см., и поддерживают влажность на прежнем уровне в верхнем слое делянки орошаемой. Дожди в июле поддерживают состояние влажности от 11,6% до 16,3% на орошаемой делянке и от 11,1% до 14,2% на неорошаемой. Затем, с наступлением августовской засухи, почти без дождей (в июле выпало всего 18,1 и в августе 3,5 м/м. осадков) и с обнажением поверхности почвы после уборки пшеницы происходит быстрая потеря воды верхними горизонтами обоих делянок (см. диаграмму № 6).

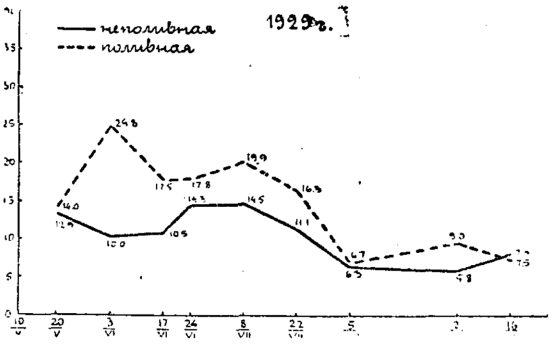


Диаграмма № 6. Динамика влажности в пахотном слое под озимой пшеницей 1929 г.

К концу наблюдений 16/IX, вследствие установившейся засухи, поле из-под пшеницы на обоих делянках вошло в состояние сильного иссушения.

На обоих делянках в горизонте 0—20 см влажность упала до 7,5%. В нижних слоях уровень влажности был 10—13%. Совсем отдельно отмечается слой 80—100 см. неорошаемой делянки; здесь влажность по неизвестной причине возросла с 13,6% до 23,1% (очевидно за счет под'ема из более глубоких слоев). Некоторое увеличение влажности, правда, весьма незначительное наблюдается на орошавшейся делянке в горизонтах 60—80. и 80—100 см.

Кенаф

Весной 1928 года поле под кенафом неорошаемой делянки имело большой запас влаги во всей толще метрового слоя (табл. № 42). Как видно из таблицы, это поле на обоих делянках сразу же после посева быстро теряет влагу во всем изучаемом слое. Наибольшие колебания в увлажнении в течение лета наблюдаются в верхнем пахотном слое. Сначала имеет место падение влажности до 8,34% к 19/VII, затем влажность несколько повышается и к концу вегетации кенафа достигает 10,45%. Дожди, выпавшие в конце мая и начале июня, перед длительной засухой, установившейся до самой средины августа, повышают влажность пахотного горизонта до 29,31%, но затем следует падение и только августовские дожди вновь повышают влажность пахотного горизонта: 16/VIII влажность—15,68%, с последующим медленным падением до конца наблюдений.

Таблица № 42

Влажность (в %% к абсолютно сухой почве)

Кенаф неполивной

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.							
18/IV	—	31,88	30,74	32,27	21,96	20,55	27,48
7/V	52,79	21,51	22,62	22,39	20,20	12,01	19,77
21/V	—	22,56	25,31	24,33	22,87	17,05	22,42
5/VI	29,50	29,31	25,88	24,52	20,57	14,35	22,93
21/VI	—	19,45	26,81	18,71	24,43	17,37	21,35
5/VII	—	16,50	19,86	21,42	20,59	16,76	19,02
16/VII	6,36	14,25	17,30	21,52	21,36	12,08	18,70
19/VII	—	8,34	15,33	19,50	16,60	15,87	15,13
30/VII	—	9,50	13,02	13,14	14,87	22,37	14,58
16/VIII	—	15,68	14,89	14,05	15,14	16,57	15,26
30/VIII	10,74	14,04	18,42	15,01	17,48	18,12	16,61
7/IX	—	12,02	12,62	13,12	13,64	13,20	12,92
20/IX	4,64	11,00	12,10	12,46	12,80	12,54	12,18
27/IX	6,90	10,45	12,70	12,42	13,26	13,26	12,42

Таблица № 43

Влажность (в %% к абсолютно сухой почве)

Кенаф поливной (М = 2 714 м³/га)

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.							
18/IV	—	32,31	31,87	28,70	19,65	17,25	25,95
7/V	8,03	20,08	22,17	18,53	12,00	12,42	17,04
21/V	—	24,43	25,73	23,18	21,27	16,82	22,25
/VI	26,62	27,39	25,85	24,21	18,88	15,13	22,29
21/VI	—	19,82	25,30	12,61	24,14	22,64	20,90
5/VII	—	17,77	20,38	20,12	18,00	14,25	18,10
16/VII	22,00	23,70	21,18	20,50	19,97	15,72	20,21
19/VII	—	24,82	17,68	21,05	20,46	16,30	20,06
30/VII	—	15,34	16,25	15,16	16,25	14,70	15,54
16/VIII	—	27,45	28,22	24,43	22,84	22,72	25,13
30/VIII	14,15	23,63	19,38	15,49	15,96	15,29	17,95
7/IX	—	27,60	25,13	24,03	24,29	23,66	24,94
20/IX	7,66	22,91	13,99	13,99	13,86	14,06	15,76
27/IX	6,12	21,36	19,19	20,38	17,28	18,77	19,39

Несколько более устойчивой оказалась влажность слоя 20—40 см. Он так же, как и верхний, реагировал на атмосферные осадки, но здесь колебания имели меньшую амплитуду. В то время, как верхний слой давал отклонения в пределах 31,88%—8,34%, здесь зарегистрировано падение с 30,74 до 12,10%.

Следующий горизонт 40—60 см—имел характер увлажнения в течение всего лета, примерно, такой же, как и слой 20—40 см. До 26 июня этот слой имел несколько меньшую влажность, нежели залегающий над ним 20—40 см, а с 21 июня и почти до конца наблюдений установилось обратное соотношение.

С самой весны и до 19/VI глубокие слои почвы 60—100 см имели меньший запас влаги, нежели лежащие выше. Начиная со второй половины лета, заметно уменьшается влажность и этих слоев, только колебания здесь более плавные.

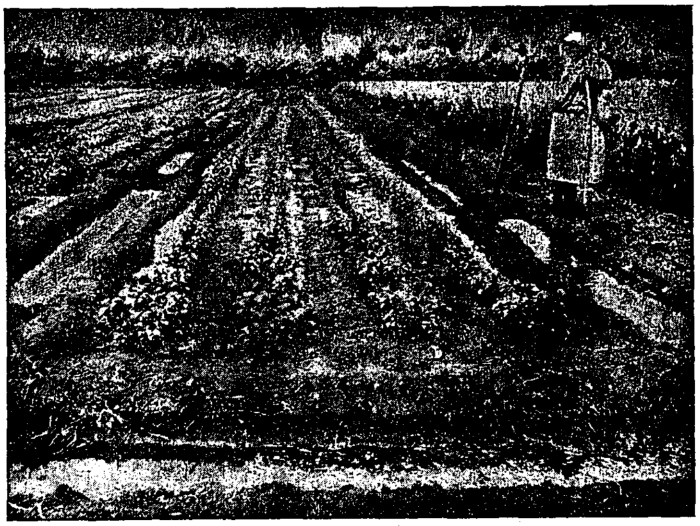


Рис. 3. Первый полив кенафа.

Вполне естественно, что эти слои наименее реагировали на атмосферные осадки, которые вряд-ли и могли проникнуть на такую глубину. Здесь скорее могло происходить увлажнение за счет поднятия воды из нижних горизонтов и за счет образования почвенной росы (Лебедев).

Табл. № 44 выявляет глубокую разницу в состоянии влажности неорошаемой делянки под кенафом в 1929 г., по сравнению с 1928 г.

Осенью 1928 года поле имеет сравнительно низкое увлажнение, особенно на глубине с 20 до 100 см. К моменту посева кенафа (весной 1929 г., т. е. в наблюдение 8 апреля), пахотный горизонт имеет рекордную цифру влажности — 47,32%; до 35,55% поднялась влажность и следующего слоя 20 — 40 см; несколько повысилась влажность слоя 40 — 60 см. В слое 60 — 80 см влажность остается стабильной, а еще глубже — уже падает с 13,35 до 11,74%.

После посева отмечается чрезвычайно интенсивная потеря влаги первыми двумя горизонтами за счет испарения и отдачи растению и затем путем продвижения влажности в нижние слои, где к 20/V—отмечается весьма заметное повышение. На глубине 80—100 см, ровно вдвое—с 11,74% до 22,1%.

До 24/VI перепадавшие время от времени дожди поддерживают увлажнение двух верхних горизонтов почти на одном уровне около 20%, в то время, как слои, лежащие ниже, постепенно теряют влагу и более всех слой 80 — 100 см влажность которого к 24/VI упала до 14,9%.

Затем, до конца наблюдений идет непрерывная отдача почвой влаги, снижающейся в пахотном горизонте до 5,2% к 2/IX, а в слое 20 — 40 см — до 6,8% к 22/VIII. От-

Таблица № 44

Влажность (в %% от абсолютно сухой почвы)

Кенаф неорошаемый

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г. 31/X	20,00	14,16	13,52	12,83	13,35	14,77
3/XII	28,80	28,68	13,66	14,38	13,75	19,85
1929 г. 7/I	43,89	25,18	19,19	3,90	14,82	21,39
8/IV	47,32	35,55	21,90	14,55	11,74	26,21
20/V	20,6	25,0	23,3	23,5	22,1	22,90
3/VI	25,4	23,6	23,2	23,6	23,6	23,88
17/VI	22,7	23,6	22,7	20,5	20,1	21,92
24/VI	22,5	22,1	21,9	20,1	14,9	20,30
8/VII	17,6	19,2	19,8	18,2	14,6	17,88
22/VII	8,4	12,7	13,0	15,1	13,0	12,44
5/VIII	6,4	11,8	12,0	16,2	13,0	11,88
21/VIII	6,0	6,8	10,9	11,2	12,3	9,44
2/IX	5,2	9,8	11,2	9,6	11,8	9,52
16/IX	7,4	11,5	14,1	8,1	13,0	10,82

Таблица № 45

Влажность (в %% от абсолютно сухой почвы)

Кенаф орошаемый (М = 3101 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г. 31/X	24,15	15,64	14,49	14,89	16,49	17,13
3/XII	29,45	28,53	21,14	19,75	20,02	23,77
1929 г. 7/I	35,26	24,97	21,13	17,28	20,35	23,79
8/IV	—	28,65	23,23	14,13	—	22,00
20/V	21,2	26,6	24,5	22,4	21,4	23,22
3/VI	23,2	25,5	27,7	24,3	24,0	24,94
17/VI	19,7	23,7	23,0	22,5	22,2	22,22
24/VI	21,9	20,9	21,9	21,0	20,0	21,14
8/VII	23,7	24,4	24,0	23,4	22,7	23,64
22/VII	16,7	16,0	16,1	19,2	21,4	17,88
5/VIII	40,2	25,5	48,6	1 ,9	19,2	30,28
22/VIII	15,4	16,1	14,2	14,3	14,2	14,84
2/IX	18,1	15,9	13,9	14,5	15,4	15,56
16/IX	13,2	15,5	14,0	14,0	13,7	14,08

дача влаги совершается и более глубокими слоями, но здесь ее содержание остается более высоким, нежели в первых двух горизонтах. К осени поле из под неорошаемого кенафа, как в 1928, так и в 1929 году, выходит сильно иссушенным.

Делянка под кенафом, орошаемая весной 1928 года, имела несколько больший запас влаги, чем неорошаемая, лишь в самом верхнем слое (0—20 см). Остальные глубины все, как на неорошаемой, так и на орошаемой делянке, имели одинаковую степень увлажнения и в первое наблюдение (18/IV) и в последующие до самого момента полива. Лишь с первым поливом, имевшим место 13/VII в количестве 345 м³/га, повышается содержание влаги во всем метровом слое орошаемой делянки, что определенно выявляется уже через три дня после полива (к 16/VII). В последующие наблюдения до конца вегетации кенафа состояние влажности всего метрового слоя на делянке орошаемой совершенно иное, нежели на неорошаемой, что ясно иллюстрируется диаграммой № 7.

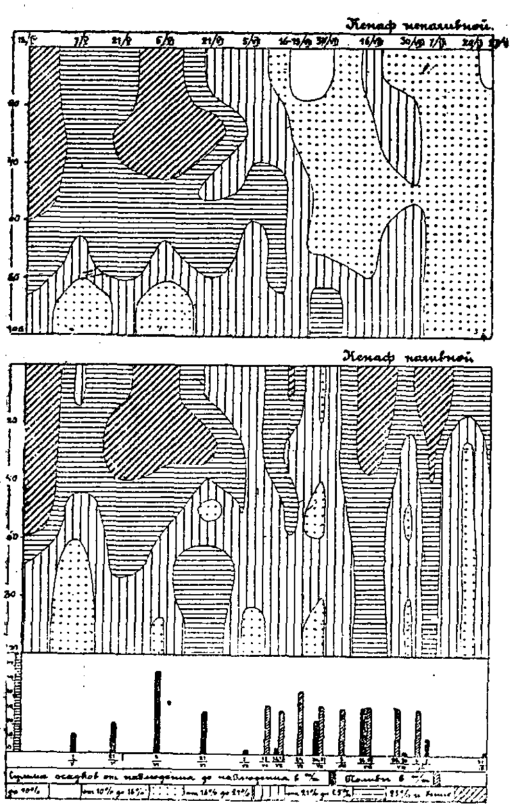


Диаграмма № 7. Динамика влажности в метровом слое под кенафом 1928 г.

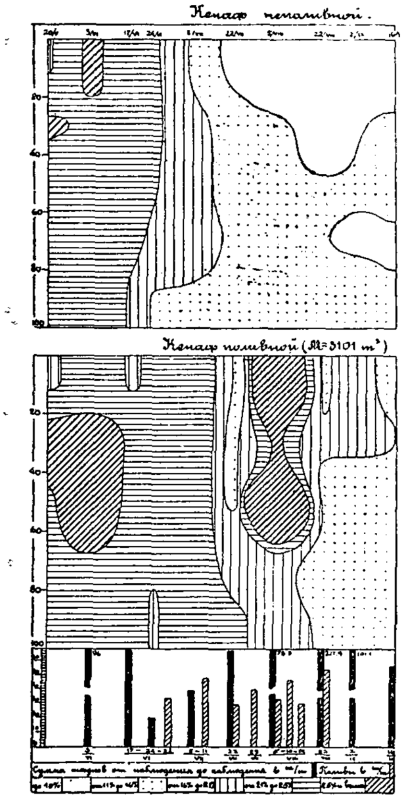


Диаграмма № 8. Динамика влажности в метровом слое под кенафом 1929 г.

Полив кенафа в 1928 г. производился с 13/VII по 4/IX. Всего вылито воды 2 561кб м/га.

Наиболее реагировали на полив первые два слоя и особенно слой 0 — 20 см. (см. диаграмму № 9).

К концу вегетации кенафа орошаемая делянка имеет несравненно больший запас влаги во всем метровом слое, нежели делянка неорошаемая. Отчетливо выявившееся стабильное состояние засухи на неорошаемой делянке во второй половине вегетационного периода на поливной делянке совершенно устранено орошением, что также подтверждается средними данными послойного состояния увлажнения в течение всего периода наблюдении.

В 1929 году орошение кенафа началось значительно раньше, чем в 1928 году. Как отмечалось ранее, 1929 г. был более сухим и в последних числах июня состояние засухи уже вполне определилось. Этим и были вызваны более ранние поливы, нежели в 1928 году.

Всего дано семь поливов с 28/VI по 22/VIII. Вылито воды 3 101,0 м³/га.

Таблица № 46

Влажность (в %% от абсолютно сухой почвы)

Кенаф орошаемый (М = 4404 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г. 31/X	24,15	15,64	14,49	14,89	16,49	17,13
3/XII	29,45	28,53	21,14	19,75	20,02	23,77
1929 г. 7/I	35,26	24,97	21,13	17,28	20,35	23,79
8/IV	—	28,65	23,23	14,13	—	22,00
20/V	21,2	26,6	24,5	22,4	21,4	23,22
3/VI	23,2	25,5	27,7	24,3	24,0	24,94
17/VI	19,7	23,7	23,0	22,5	22,2	22,22
24/VI	21,9	20,9	21,9	21,0	20,0	21,14
8/VII	30,9	29,7	28,1	27,2	26,5	28,48
20/VII	26,7	27,1	25,7	25,0	22,5	25,40
5/VIII	35,9	30,8	28,8	26,2	25,6	29,46
22/VIII	26,0	24,8	24,3	23,1	24,0	24,44
2/IX	19,6	19,5	18,7	18,8	17,2	18,76
16/IX	20,7	20,0	20,3	20,0	19,8	20,16

Таблица № 47

Влажность (в %% от абсолютно сухой почвы)

Кенаф орошаемый (М = 5645 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г. 31/X	24,15	15,64	14,49	14,89	16,49	17,12
3/XII	29,45	28,53	21,14	19,75	20,02	23,77
1929 г. 7/I	35,26	24,97	21,13	17,28	20,35	23,79
8/IV	—	28,65	23,23	14,13	—	21,14
20/V	21,2	26,6	24,5	22,4	21,4	23,22
3/VI	23,2	25,5	27,7	24,3	24,0	24,94
17/VI	19,70	23,7	23,0	22,5	22,2	22,22
24/VI	21,9	20,9	21,9	21,0	20,0	21,14
8/VII	39,5	29,5	28,6	26,2	26,2	30,00
22/VII	27,1	26,7	25,2	24,6	25,2	25,76
5/VIII	35,2	30,7	35,4	25,0	25,1	30,28
22/VIII	22,6	22,5	20,8	21,9	19,3	21,42
2/IX	17,5	16,5	16,5	15,6	13,3	15,88
16/IX	18,0	19,0	19,0	18,3	20,9	19,04

Как видно из таблицы № 45, на 10-й день после первого полива общая влажность повысилась во всем метровом слое, при этом более сильно в трех верхних горизонтах. В них имели место значительные колебания влажности в промежутки между поливами до конца августа. Слои 60 — 100 см., несмотря на внесение оросительной воды, продолжали отдавать влагу до конца наблюдений, совершенно не реагируя на полив. (Не совсем обычное состояние влажности отмечено 5/VIII для глубины 0 — 20 и 40 — 60 см. Здесь она в первом слое с 16,7% поднялась до 40,2%, а в слое 40 — 60 см. — с 16,1% до 48,5%. Очевидно, была взята проба почвы в это наблюдение случайно в прежней скважине или по ходу какого либо землероя).

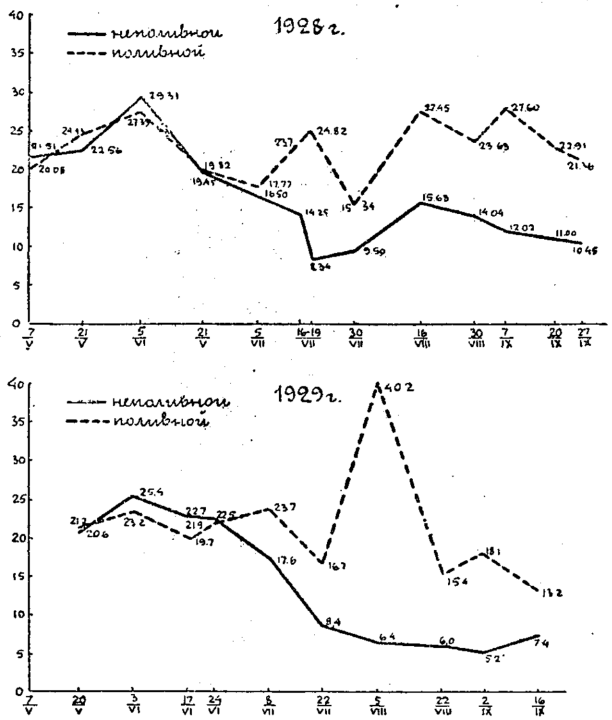


Диаграмма № 9. Динамика влажности в пахотном слое под кенафом.

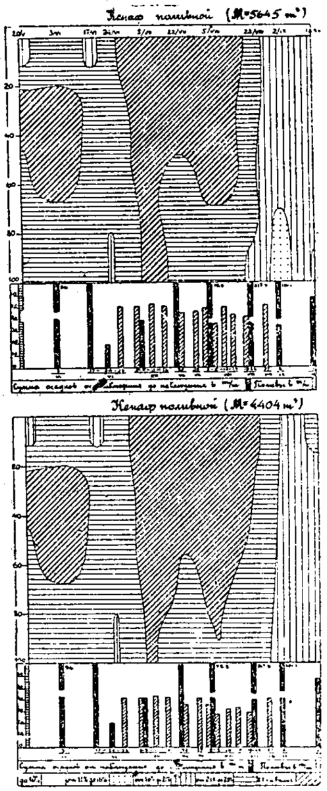


Диаграмма № 10. Динамика влажности в метровом слое под кенафом при разных нормах орошения 1929 г

Сравнивая ход влажности в пахотном горизонте орошаемой и неорошаемой делянок, (см. диаграмму № 9) видим, что по 24/VI (т. е. до момента первого полива) влажность этого горизонта на делянке неорошаемой несколько выше, нежели на поливной.

К концу наблюдений в 1929 г. делянка из под орошаемого кенафа вышла более иссушенной, нежели в 1928 г., но все же более влажной в сравнении с неполивной.

Как видно из диаграммы № 8, существенное влияние искусственного увлажнения поля под кенафом сказалось лишь на горизонтах до глубины 60 см. Здесь более высокое состояние влажности в сравнении с неполивной делянкой зарегистрировано до самого конца наблюдаемого периода. Более же глубокие слои до самого времени уборки кенафа имели одинаковое содержание влаги, не превышавшее 16% на обоих делянках.

С начала поливов кривые влажности пахотного слоя имеют различный ход (диагр. 9); особенный скач к влажности вверх на орошаемой делянке зарегистрирован в пахотном горизонте 5/VIII. Затем, в последующее наблюдение, столь же резкое падение обратно, до состояния влажности 12/VII; к 16/IX кривая этого горизонта продолжает падать. На неорошаемой делянке, начиная с 3/VI и до 2/IX, кривая содержания влаги неуклон-

чно падает. За этот период влажность понизилась с 25,4% до 5,2%. В последнее наблюдение в пахотном горизонте неорошаемой делянки влажность повышается до 7,4%.

Характер кривых хода влажности в верхнем горизонте за все время наблюдений, как на орошаемых, так и на неорошаемых делянках, таким образом, различен для 1928 и 1929 гг. В 1928 году падение влажности продолжалось лишь до 20/VII, затем наступил перелом в состоянии погоды и начавшиеся во второй половине лета дожди препятствовали сильному падению влажности, которая к концу вегетации кенафа снизилась до 10,45% на неорошаемой и 21,36% на орошаемой делянках. В 1929 году на обоих делянках до самого конца наблюдений имело место только падение кривых влажности без временных повышений.

В 1929 г., кроме сравнения орошаемого и неорошаемого полей, были поставлены еще опыты с различными нормами орошения под той же культурой, а именно были взятые дополнительные нормы полива: 4 404 и 5 645 кб м/га. Поливы произведены были на всех делянках в одно и то же время с 28/VI по 27/VIII. Динамика влажности на них в течение года видна из табл. № 46, 47.



Рис. 4. Полив овса.

До начала поливов состояние влажности на обоих делянках было, примерно, одинаковым и более или менее устойчивым во всем метровом слое.

С момента внесения оросительных вод и до последнего полива влажность как на одной, так и на другой делянках уставливается на высоком уровне. По прекращении поливов она падает так же, как и на делянке с нормальной оросительной нормой. Состояние полей под кенафом с увеличенными нормами полива отчетливо иллюстрируется диаграммой № 10.

Из табл. № 46 и 47 и диагр. № 4 отчетливо выявляются два максимума увлажнения пахотного горизонта по каждой делянке. При первом поливе кривая нормы 5 645 м³/га имеет наибольший подъем.

Вторые пункты максимального подъема совпадают на обоих делянках. К концу вегетации все кривые имеют общее падение—отражающее усиление засухи во вторую половину лета 1929 года.

Из таблиц и диаграмм видно, что взятые, явно преувеличенные, оросительные нормы под кенаф действительно создали на период поливов большое увлажнение верхних слоев почвы до глубины 65 — 80 см, но почвенная влажность возрастала далеко не пропорционально увеличению оросительной нормы. Это связано как с физическими свойствами почвы, так и с тем, что при большем водоснабжении кенаф более интенсивно расходовал воду, увеличивая транспирацию, на что есть прямые указания по опытам с другими культурами (Тулайков и др). Увеличивая оросительную норму, мы

тем самым, увеличили так же испарение с поверхности почвы и просачивание влаги под действием силы тяжести за пределы исследуемого слоя, что нашими наблюдениями зарегистрировано для первого периода. И здесь, следовательно, приведенный материал подтверждает, что дача больших количества воды, сверх некоторого оптимума, запасов влаги в почве не увеличивает.

Овес

В 1928 году, ко времени посева овса поле имело достаточно большой запас влаги (см. табл. № 48) во всем метровом слое, но этот запас, в общем, испытывает непрерывное уменьшение. Минимум отмечен 19 июля — поле имело наименьший запас влаги, который для отдельных слоев колебался от 7,81 до 12,95%. Наибольшим колебаниям подвергалась влажность пахотного горизонта, степень увлажнения которого всецело определялась состоянием погоды. Так, например, дожди, выпавшие перед 5/VI и перед 2/VIII — дают заметное повышение влажности пахотного горизонта; в остальные наблюдения неизменно отмечается сильное падение. Как и на делянках под кенафом, остальные горизонты метрового слоя, начиная с горизонта 20 — 40, дают более устойчивую влажность. В середине июня месяца в состоянии влажности метрового слоя происходит перелом в том смысле, что она начинает быстро выравниваться для всех горизонтов. До 13/VI влажность верхних горизонтов до глубины 60 см. значительно больше, нежели в нижележащих слоях. После 2 июля влажность всех горизонтов в метровом слое почти одинакова.

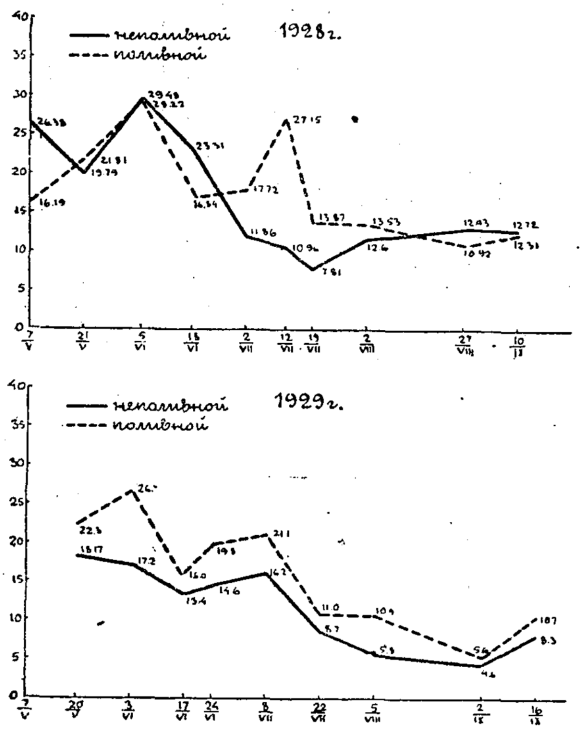


Диаграмма № 11. Динамика влажности в пахотном слое под овсом.

К осени поле из под неорошаемого овса вышло с несколько большим запасом влаги против июльского состояния, отмеченного как минимум.

Поле, занятое овсом, в условиях полива до начала орошения представляет совершенно такую же картину влажности, ее высоты и колебаний, как для овса неорошаемого (табл. 49).

Со времени внесения оросительных вод и до конца орошения в период с 19/VI по 12/VIII, поле имеет по сравнению с неполивной делянкой повышенную влажность на глубину до 80 см. С августа месяца и до конца наблюдений влажность на обоих делянках выравнивается и к осени как одна, так и другая выходят из под овса с одинаковым запасом влаги во всем метровом слое (диаграмма № 12). При сравнении данных влажности орошаемой и неорошаемой делянок во времени наблюдаются интересные явления в период второй половины вегетации овса. В то время, как более иссушенный пахотный горизонт неорошаемой делянки реагировал на июльско-августовские атмосферные осадки и заметно повышал степень увлажнения (с 7,81% до 12,9% к 27/VIII), на делянке орошаемой влажность пахотного горизонта определенно понижалась и ко времени наивысшего подъема влажности на неполивной делянке (12,9% — 27/VIII) делянка орошаемая имеет, напротив, наименьший запас влаги, равный всего 10,92%.

Создается впечатление, что атмосферные осадки за этот период совсем не оказали влияния на увлажнение пахотного горизонта орошаемой делянки.

Таблица № 48

Влажность (в %% от абсолютно сухой почвы)

Овес неполивной

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.							
18/IV		33,30	30,96	27,98	21,22	20,15	26,72
7/V	16,76	26,38	22,59	21,78	16,11	13,14	20,00
21/V		19,79	26,87	21,63	19,70	14,82	20,56
5/VI	31,01	29,48	22,99	21,75	20,06	18,18	22,49
18/VI		23,31	20,11	19,16	17,33	14,89	18,96
2/VII		11,86	12,88	12,80	13,76	14,59	13,18
12/VII	5,57	10,56	11,03	11,78	12,33	13,30	11,80
19/VII		7,81	11,40	11,81	11,76	12,95	11,14
2/VIII		12,60	12,87	11,92	12,35	17,01	13,35
27/VIII	6,53	12,93	12,94	12,44	12,51	12,72	12,71
10/IX	8,38	12,72	12,81	12,69	12,69	13,01	12,74

Таблица № 49

Влажность (в %% от абсолютно сухой почвы)

Овес поливной (М=1 439 м³/га)

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.							
18/IV		32,64	28,01	25,24	23,05	17,08	85,20
7/V		16,19	23,49	24,04	13,35	11,95	17,80
21/V		21,81	24,45	24,07	18,12	14,60	20,61
5/VI	31,61	29,22	26,55	21,79	20,33	16,77	22,93
18/VI		16,84	18,92	18,42	16,24	17,34	17,55
2/VII		17,72	18,59	17,85	19,77	17,49	18,28
12/VII	29,48	27,15	17,40	13,48	18,27	13,52	17,96
19/VII		13,87	13,98	13,90	14,59	16,31	14,53
2/VIII		13,53	13,45	13,50	12,88	13,64	13,40
27/VIII	5,31	10,92	13,42	13,38	13,34	13,02	12,81
10/IX	9,24	12,31	13,95	13,63	13,98	12,94	12,36

Таблица № 50

Влажность (в %% от абсолютно сухой почвы)

Овес неполивной

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г. 31/X	21,95	14,77	13,29	12,90	13,28	15,23
3/XII	28,03	26,83	17,85	14,14	—	21,71
1929 г. 7/I	27,00	26,26	22,10	17,10	15,04	21,50
8/IV	35,39	35,56	21,08	14,56	12,99	23,91
20/V	18,17	23,6	22,7	17,6	22,0	20,81
3/VI	17,2	33,9	21,7	20,7	17,0	22,10
17/VI	13,4	13,6	16,2	16,6	14,4	14,84
24/VI	14,6	13,3	12,7	15,8	14,0	14,08
8/VII	16,2	17,5	15,3	19,0	19,5	17,50
22/VII	8,7	11,3	12,2	13,1	17,5	12,56
5/VIII	5,8	11,0	11,0	11,8	8,7	9,66
2/IX	4,6	9,7	9,1	10,3	9,6	8,66
16/IX	8,3	10,0	12,0	12,3	12,6	11,02

Таблица № 51

Влажность (в %% от абсолютно сухой почвы)

Овес поливной (М = 1326 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20 -40	40—60	60—80	80—100	
1928 г. 31/X	22,75	14,91	13,36	12,99	13,31	15,46
3/XII	29,85	36,63	23,31	15,47	16,13	24,27
1929 г. 7/I	28,54	21,83	21,66	13,04	12,32	19,47
8/IV	36,35	31,10	19,90	14,96	17,23	23,90
20/V	22,3	26,0	25,0	24,3	22,9	24,10
3/VI	26,7	27 6	24,9	24,6	24,5	25,66
17/VI	16,0	16,5	16,9	20,1	21,2	18,14
24/VI	19,8	16,2	17,7	22,3	18,2	18,88
8/VII	21,1	24,1	23,4	23,9	22,7	23,04
22/VII	11,0	13,7	14,0	15,4	13,4	13,50
5/VIII	10,9	13,0	12,6	12,5	12,9	12,38
2/IX	5,6	11,1	12,1	12,7	14,3	11,16
16/IX	10,7	11,3	12,0	12,7	13,2	11,98

В 1929 году динамика влажности почвы поля, занятого овсом как орошаемым, так и неорошаемым, дает примерно аналогичную картину с рассмотренными случаями культуры овса в 1928 году (табл. № 50, 51). Из таблицы видно, что осенью поле имело малый запас влаги, за исключением лишь пахотного горизонта, и в таком состоянии влажности оно ушло на зиму. К весне состояние влажности изменилось лишь на глубину до 60 см. в сторону значительного увлажнения; более же глубокие слои вышли к весне со своими осенними запасами. Затем, после посева овса весною и в течение всего лета, происходит неизменное общее убывание влажности во всем метровом слое с незначительными колебаниями в разные сроки наблюдений в связи с перепадавшими дождями и естественной перегруппировкой влаги по глубинам. После уборки овса (овес убран 24/VII) к началу августа поле достигло наибольшей степени иссушения. К осени сентябрьские дожди несколько повысили влажность почвы этого поля на всю глубину метрового слоя.

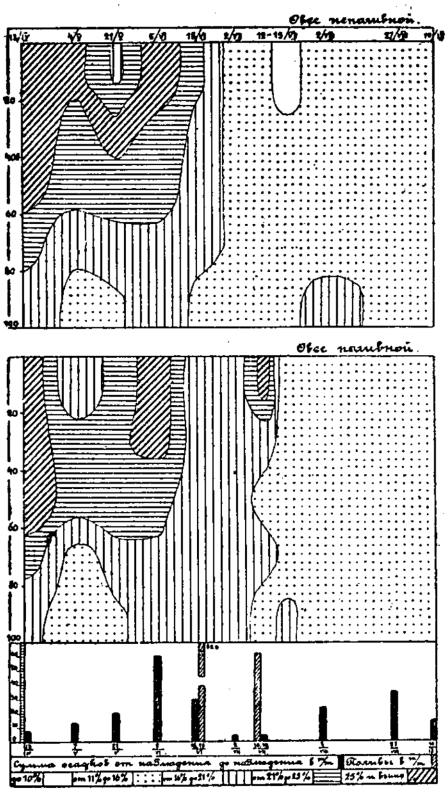


Диаграмма № 12. Динамика влажности в метровом слое почвы под овсом 1928 г.

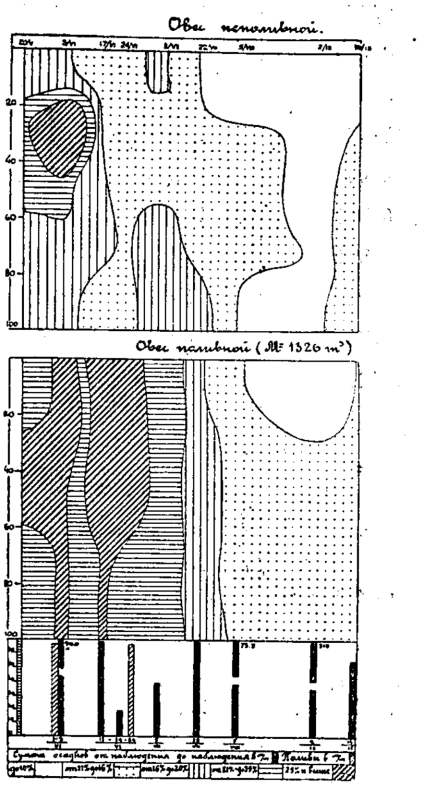


Диаграмма № 13. Динамика влажности в метровом слое почвы под овсом 1929 г.

Аналогичную последовательность дает и влажность под овсом орошаемым (см. табл. № 51). Как видно из таблицы, здесь поливами поддерживалась более повышенная влажность всего метрового слоя в сравнении с делянкой неорошаемой. Сильное иссушение, резко проявившееся на делянке неорошаемой, здесь было смягчено и коснулось только первых двух горизонтов, понизивших содержание влаги до 5,6% и 11.1% и при том лишь ко 2/IX; с первыми же сентябрьскими дождями влажность почвы выравнивается.

Вследствие сильной засухи 1929 года большая потеря влаги почвой под овсом неорошаемым началась с июня месяца, опустившись ниже 10% к двадцатым числам июля. На делянке орошаемой этот период иссушения был оттянут на июль месяц, но не устранен. Засуха проявила себя и здесь, но уже после уборки овса и в более смягченной форме, не повлияв на развитие и урожай овса.

Яровая пшеница

Для 1928 года цифры табл. № 52, характеризующие динамику влажности метрового слоя почвы неорошаемого поля яровой пшеницы, не дают ничего нового в сравнении с рассмотренными ранее случаями состояния влажности под другими культурами.

Состояние влажности почвы поля яровой пшеницы поливной также ничем существенным не отличается в сравнении с другими культурами (табл. № 53).

Влажность метрового слоя пшеницы поливной до полива такова же, как и пшеницы неполивной. Полив, проведенный 20/VI, резко изменяет соотношение делянок в сторону увеличения влажности всего метрового слоя орошаемого поля. Второй полив 10/VII еще больше увеличивает эту разницу, но ввиду того, что больше поливов не производилось, примерно, 2/VIII влажность всего метрового слоя является уже заметно пониженной.

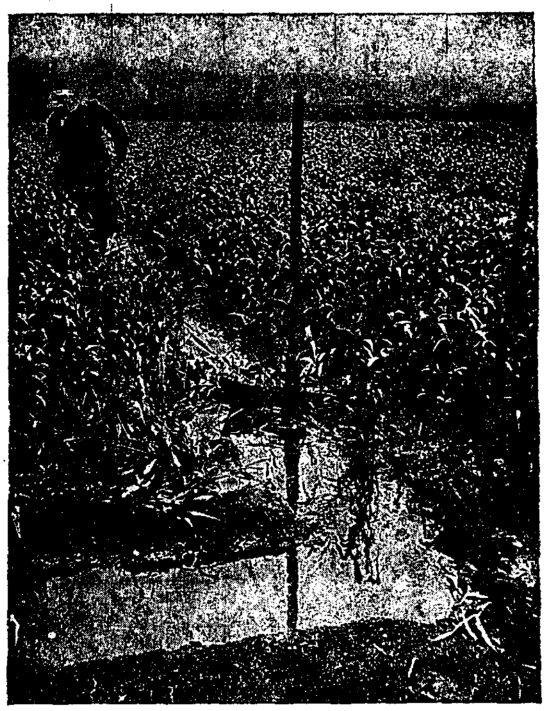


Рис. 5. Полив яровой пшеницы.

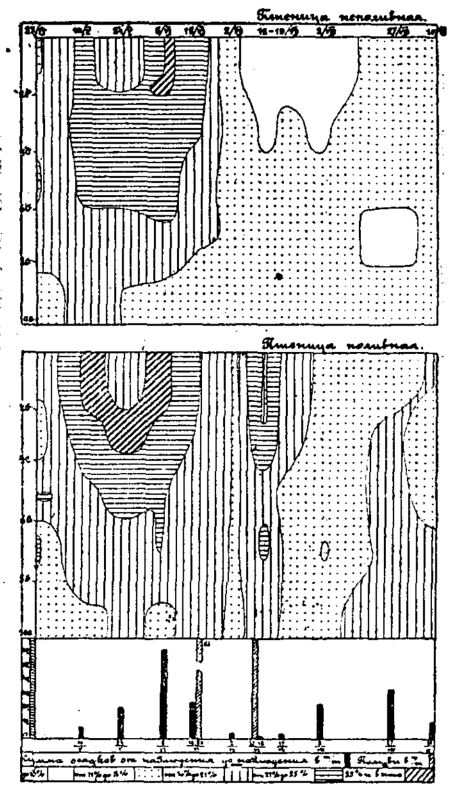


Диаграмма 14. Динамика влажности в метровом слое почвы под яровой пшеницей 1928 г.

Тем не менее поливы достигли цели: было устранено иссушение первых двух горизонтов, наблюдавшееся в период с первых чисел июля до середины августа. В отдельные же периоды полив увеличивал влажность всего метрового слоя.

К осени 1928 года делянка неорошаемая вышла из под пшеницы с меньшим запасом влаги, чем поливная (см. диагр. № 14).

В 1929 году поле под неорошаемой пшеницей имело наибольший запас влаги весной.

Как видно из таблицы № 54, вторые два горизонта (20—40 и 40—60) максимум влаги имели в наблюдение 11/IV, максимум на глубине 60—80 см отмечается несколько позже 23/V. (Сильное падение влаги в пахотном горизонте с 48,32% до 13,52% к 11/IV, очевидно, носит случайный характер).

В период от 8 августа по 5 сентября поле достигает максимального иссушения, особенно в пахотном горизонте. Столь низкое содержание влаги отмечено только под пшеницей. Под другими культурами, а также и под пшеницей в 1928 году не зареги-

Таблица № 52

Влажность (в %% от абсолютно сухой почве)

Пшеница яровая неполивная

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.							
23/IV		15,51	18,47	14,77	17,98	11,94	15,73
1 /V	16,89	22,50	23,85	21,85	19,53	18,55	21,25
24/V		16,19	23,60	22,39	18,56	15,07	19,16
8/VI	19,68	24,99	23,95	21,58	19,75	13,80	20,81
18/VI		23,26	21,52	17,71	15,79	14,08	18,47
2/VII		10,65	12,45	12,79	15,10	15,30	13,26
12/VII	5,13	7,07	10,23	11,39	11,44	13,81	10,79
19/VII		8,83	10,85	11,65	11,29	11,96	10,92
2/VIII		9,26	10,06	10,60	11,43	11,09	10,49
27/VIII	7,23	12,02	12,70	11,67	8,89	12,12	11,88
10/IX	7,01	12,64	12,89	12,00	11,97	11,73	12,24

Таблица № 53

Влажность (в %% от абсолютно сухой почве)

Пшеница яровая поливная (М = 1 551 м³/га)

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.							
23/IV		17,02	12,19	20,68	9,23	13,72	14,57
10/V	13,39	25,54	23,72	18,95	18,70	15,08	26,12
24/V		17,60	24,59	23,43	17,13	15,79	19,71
8/VI	24,05	25,13	24,27	20,30	19,95	14,50	20,83
18/VI		21,09	20,25	19,73	17,99	17,22	19,26
2/VII		15,19	15,48	14,96	15,10	14,72	15,09
12/VII	35,41	30,14	24,31	17,77	21,34	17,45	22,20
19/VII		18,98	18,99	14,21	14,56	14,71	16,29
2/VIII		14,19	12,97	13,10	10,03	14,07	12,87
27/VIII	6,03	10,60	16,98	18,00	17,87	20,46	16,78
10/IX	12,10	15,80	10,75	12,31	18,19	16,83	14,77

Таблица № 54

Влажность (в %% от абсолютно сухой почвы)

Пшеница яровая неорошаемая

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г. 5/XI	18,26	11,48	13,75	13,35	26,53	16,67
6/XII	27,01	25,28	16,10	13,95	12,54	18,96
1929 г. 10/I	48,32	23,98	15,77	15,37	14,70	23,62
11/IV	13,52	38,30	33,62	20,47	17,69	14,72
23/V	21,8	18,5	21,4	25,7	25,4	22,56
6 VI	14,6	20,4	21,1	20,9	19,3	19,26
20/VI	10,2	12,6	17,4	15,8	14,8	14,16
27/VI	14,4	13,9	13,9	13,6	13,3	13,82
11/VII	12,9	13,2	11,4	15,3	16,7	13,90
12/VII	10,7	11,6	11,6	12,4	14,4	12,14
25/VII	10,4	12,3	12,2	11,7	12,0	11,72
8/VIII	3,2	9,6	,5	10,8	10,7	8,76
5/IX	3,2	10,2	5,6	11,5	13,23	8,74
19/IX	9,7	10,4	11,3	11,6	12,7	11,14

Таблица № 55

Влажность (в %% от абсолютно сухой почвы)

Пшеница яровая орошаемая (М = 1336 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г. 5/XI	22,60	18,52	16,63	19,74	22,06	19,91
6/XII	29,42	24,34	21,53	8,40	—	20,92
1929 г. 10/I	38,05	26,63	23,94	24,43	22,56	27,12
11/IV	36,67	25,61	19,28	19,84	21,45	24,57
23/V	19,6	24,1	24,2	23,6	21,5	22,60
6/VI	28,3	26,7	26,4	25,3	26,3	25,60
20/VI	15,0	16,7	17,5	21,2	22,1	18,50
27/VI	31,7	23,6	28,1	27,5	27,3	27,64
11/VII	13,0	11,9	12,1	12,8	13,8	12,72
12/VII	16,2	12,1	12,2	14,1	13,2	13,56
25/VII	10,7	10,0	11,8	11,8	18,4	12,54
8/VIII	10,2	8,3	11,4	12,3	12,2	10,88
5/IX	6,2	11,7	11,7	16,2	15,3	12,25
19/IX	9,7	12,7	12,3	15,9	16,6	13,44

стрировано ни одного случая такой низкой влажности (см. кривую за 1929 год). Самообой напрашивается вывод, что поле из под пшеницы наиболее реагировало на атмосферную засуху в силу каких то специфических особенностей культуры пшеницы.

В почве поля под яровой пшеницей орошаемой повышение влажности во всем метровом слое вслед за поливом улавливается определением влажности на 5-й день после орошения—6/VI (табл. № 55).

Второй полив, произведенный 26 июня, повысил увлажнение метрового слоя еще более, чем первый, но уже к следующему наблюдению 11/VII — почва настолько интенсивно расходует влагу, что отдает не только весь избыток второго полива, но и часть влаги, удержавшейся в почве от первого полива.

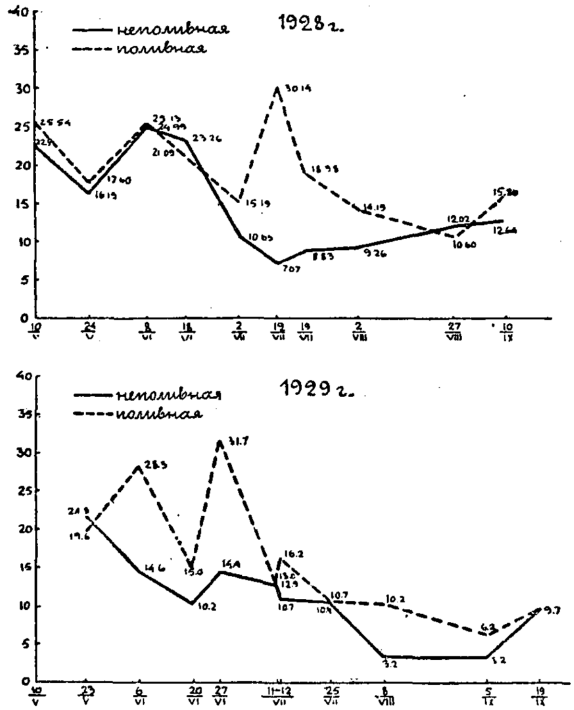


Диаграмма № 15. Динамика влажности в пахотном слое почвы под яровой пшеницей.

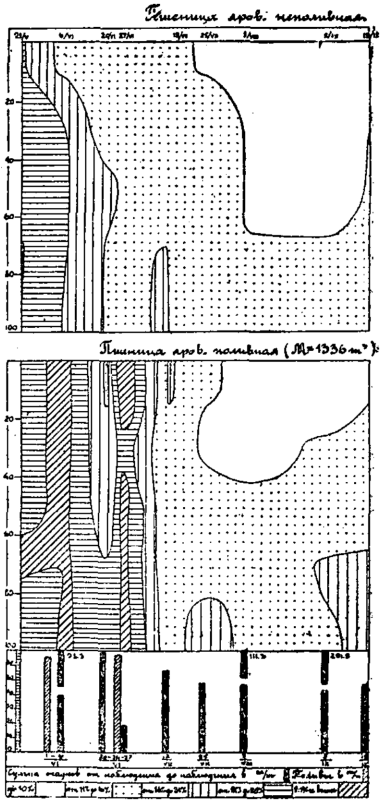


Диаграмма № 16. Динамика влажности в метровом слое под яровой пшеницей 1929 г.

К концу июля влажность делянок выравнивается, а в некоторых слоях она в это время даже несколько ниже на орошаемой делянке. Но все же к осени делянка поливная выходит из под пшеницы с большим запасом влаги, чем неорошавшаяся.

Как видно из диаграммы № 16, засуха периода июль—сентябрь не прошла бесследно для орошавшейся делянки, несмотря на поливы. Разница только в том, что влияние засухи не распространилось глубже 40 см., в то время, как на делянке неполивной иссушением затронуты и более глубокие слои.

Выводы:

Рассмотрим средние показатели влажности по отдельным культурам и слоям и их соотношение. В 1928 году, как это видно из таблицы № 56, отмечается наибольший запас влаги по черному пару, значительно меньший по яровой пшенице, кенафу и овсу.

Таблица № 56

Влажность в %% от абсолютно сухой почвы без искусственного орошения в 1928 году по средним показателям за весь период наблюдений.

Культуры	Глубина в сантиметрах				
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100
Пар черный	21,64	23,94	23,26	22,08	19,95
Кенаф	16,99	19,11	18,92	18,26	16,36
Овес	18,25	17,95	16,89	15,44	14,98
Пшеница яровая	14,81	16,59	15,31	14,70	13,59

Овес в пахотном горизонте имеет больший запас влаги, нежели кенаф и яровая пшеница.

Второй (20—40 см) слой под всеми культурами и в черном пару имеет запас влаги больший в сравнении с пахотным, причем соотношение степеней влажности по отдельным культурам (включая и черный пар), остается таким же, как и в пахотном слое. Запас влаги на глубине 20 — 40 см по сравнению с верхним слоем больше, потому, что он в меньшей степени подвержен иссушающим внешним воздействиям. Колебания влажности в нем в течение лета имели меньший размах, почему и средняя за этот период более высокая. В слое 40—60 см соотношение влажности по культурам несколько меняется. Здесь влага сохраняется больше всего в черном пару, затем в поле под кенафом, под овсом и яровой пшеницей.

В слое 60—80 см имеет место заметное снижение влажности под пшеницей, несколько меньшее под овсом и в пару, а под кенафом влажность остается почти без изменений.

Еще меньший запас влаги имеет слой 80—100 см, но опять-таки соотношение по разным культурам и черному пару остается прежнее, т. е. наибольшим запасом влаги в этом слое обладает паровое поле, затем идет кенаф, овес и на последнем месте стоит поле из под яровой пшеницы.

Переходя к рассмотрению данных 1929 г. видим, что яровая пшеница и в этом году в пахотном слое имеет наименьший запас влаги в сравнении с другими полями.

Таблица № 57

Влажность в %% от абсолютно сухой почвы без искусственного орошения в 1929 году по средним показателям за период наблюдений.

Культуры	Глубина в сантиметрах				
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100
Пар черный	19,66	21,83	18,42	18,73	17,50
Озимая пшеница	16,76	17,98	17,62	17,80	19,91
Кенаф	20,15	19,26	17,17	15,12	15,14
Овес	16,87	19,02	15,94	15,06	13,57
Пшеница яровая	15,59	15,12	15,33	15,15	14,56

Несколько больший, но очень близкий к полю из под яровой пшеницы процент влаги в пахотном слое имеют поля под овсом и озимой пшеницей. Затем идет паровое поле и на первом месте стоит поле под кенафом. Это нелепое на первый взгляд явление об'ясняется тем, что поле под кенафом зимой и весной имело значительно больший запас влаги, нежели паровое (47%), что и исказило, до некоторой степени, стройность средних показателей. В действительности же влажность пахотного слоя в пару была выше, нежели под кенафом и особенно во вторую половину лета.

В слое 20—40 см. влажность заметно повысилась для черного пара, озимой пшеницы, овса и, наоборот, понизилась для яровой пшеницы и кенафа. В слое 40—60 см мы видим значительное снижение влажности по черному пару и овсу, несколько меньшее по кенафу, небольшое по озимой пшенице и не замечаем никаких изменений по яровой пшенице.

Следующий слой 60 - 80 см дает снижение против вышележащего по яровой пшенице, овсу и кенафу и некоторое увеличение по черному пару и озимой пшенице.

Наконец, слой 80—100 см оказывается наиболее влажным под озимой пшеницей (влажность до 20 %), другие же культуры и черный пар дают в этом горизонте снижение по сравнению с влажностью слоя 60—80 см и только влажность под кенафом остается без перемен.

Из рассмотренных средних данных, как за 1928, так и за 1929 год, видно, что наибольшему иссушению на глубину до 1 метра подверглись поля под яровыми зерновыми:—яровой пшеницей и овсом. Наибольший запас влаги имело паровое поле и среднее положение занимают кенаф и озимая пшеница.

В условиях орошения для 1928 года имеем:

Таблица № 58

Влажность в %% от абсолютно сухой почвы при искусственном орошении в 1928 году по средним показателям за период наблюдений.

Культуры	Глубина в сантиметрах				
	0 - 20	20--40	40—60	60—80	80—100
Пар черный	25,00	24,97	24,16	20,01	16,64
Кенаф	23,47	22,31	20,17	18,92	17,12
Овес	19,29	19,29	18,12	16,72	14,99
Пшеница яровая	19,21	18,59	17,58	16,37	15,87

Прежде чем рассматривать цифры этой таблицы, необходимо обратить внимание на то обстоятельство, что оросительные нормы для культур и черного пара были неодинаковы. Так, черный пар и кенаф получили по 2. 600 кб. метров воды, а пшеница и овес около 1 500 кб метров. В зависимости от этой разницы оросительных норм имеем по всем периодам наблюдения несколько повышенную влажность метрового слоя полей более орошенных—парового и кенафного. Это обстоятельство устраняет возможность правильного суждения о том влиянии на влажность почвы, какое имеет каждая отдельная культура сама по себе, в зависимости от исскуственного увлажнения почвы; сопоставление возможно только для культур, получивших одинаковые оросительные нормы. Так, например, сравнивая поле под кенафом с паровым, видим существенную разницу в увлажнении отдельных горизонтов: средний показатель в пахотном слое для черного пара равняется 25,0%, а для кенафа — 23,47 %. На глубине 20—40 см в пару влажность не изменяется, под кенафом она падает до 22,31 %; совсем незначительное уменьшение в степени увлажнения слоя 40—60 см имеет паровое поле, менее 1 % (24,16 %) в то время, как под кенафом влажность падает еще больше, чем в слое 20—40 см; здесь она едва достигает 20,17 %; на глубине 60—80 см черный пар имеет 20 %, кенаф—18,9%

на глубине 80—100 см в черном пару влажность опускается до 16,64 %, а под кенафом до 17,12 %.

Как видим, в течение всего наблюдаемого периода до глубины 80 см., влажность почвы под паром больше, чем под кенафом, и лишь с 80 см. и глубже она выравнивается на обоих полях с некоторым превышением по кенафному полю. Это об'ясняется тем, что поле под кенафом на глубине 80—100 см имело большую влажность в сравнении с паровым весной и в первую половину вегетации кенафа, т. е. до того момента, когда кенаф вполне развился, углубил свою корневую систему. Уже в первых числах июля мы наблюдаем обратное: в черном пару влажность значительно увеличивается, а под кенафом сильно падает. В последующие периоды в кенафном поле в слое 80—100 см. устанавливается как бы равновесие противоположных друг другу воздействий орошения и потребления воды культурой; влажность устанавливается в определенных пределах для различных сроков наблюдений и к концу вегетации кенафа этот слой выходит со сравнительно большим запасом влаги, однако, значительно меньшим, нежели в пару; разница, однако, уменьшается во второй период лета, так что средний показатель влажности этого слоя получается несколько большим для кенафа, нежели для парового поля.

Переходя к рассмотрению другой группы полей, коим были даны одинаковые нормы орошения,—овес, яровая пшеница,—мы видим, что в пахотном слое влажность под культурами совершенно одинаковая; нет особенно большой разницы и в следующих слоях. До глубины 80 см овсяное поле в сравнении с пшеничным имеет несколько большее увлажнение, но с глубины 80 см соотношение обратное—под овсом влажность ниже, чем под яровой пшеницей. Несмотря на отдельные различия, в общем можно принять, как это следует из таблицы, что между овсом и яровой пшеницей в отношении использования влажности метрового слоя за весь наблюдаемый период нет существенной разницы. Следовательно, яровые зерновые культуры совершенно одинаково расходовали влагу как принесенную орошением, так и естественно запасенную почвой до посева, и самые поля, вышедшие из под этих культур осенью совершенно одинаково реагировали на внешние воздействия.

Цифровые показатели влажности, относящиеся к 1929 году, вследствие еще большей разнобойности в оросительных нормах, почти не дают материала для каких-либо сравнительных заключений.

Таблица № 59

Влажность в %% от абсолютно сухой почвы при искусственном орошении в 1929 году по средним показателям за период наблюдений.

Культуры	Глубина в сантиметрах				
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100
Пар черный	27,61	25,14	24,01	23,24	24,89
Озимая пшеница	19,56	18,95	16,96	17,46	17,89
Кенаф	23,24	21,99	21,99	18,54	19,31
Овес	20,12	20,30	18,21	17,30	17,09
Пшеница яровая	20,52	17,70	17,78	18,07	19,44

Мы имеем оросительную норму для черного пара в 2837 м³ для кенафа 3101 м³, для озимой пшеницы 1325 м³, для овса —1155м³, для яровой пшеницы 1336 м³ на гектар. Это обстоятельство делает несравнимыми показатели влажности в полях под отдельными культурами.

Тем не менее интересно отметить, что и в этот год наблюдений кенаф, получивший значительно больше оросительной воды против черного пара, все же имел меньший запас влаги в общей массе метрового слоя. Поле занятое кенафом, благодаря интенсивному по-

треблению воды мощно развитыми растениями в теплый период года расходовало воду значительно сильнее чем черный пар, несмотря на то, что поверхность черного пара подвергалась непосредственному воздействию солнечного тепла и атмосферных агентов.

Сравнивая овес, яровую и озимую пшеницу, не находим для пахотного слоя особо резкой разницы во влажности. Слой 20—40 см дает для поля яровой пшеницы некоторое снижение, для остальных культур это снижение мало заметно, но в следующем—40-60 см слое—под овсом и озимой пшеницей влажность снижается; в слое 60—80 см влажность несколько повышается под пшеницей и падает под овсом.

В общем, можно принять, что колебания влажности всех полей под злаковыми культурами имеют одинаковый характер; изменения аналогичны, вопреки разнице оросительных норм.

Суммируя рассмотренный двухгодичный материал по ходу почвенной влажности полей под различными культрами и черным паром, в условиях как естественного увлажнения, так и при орошении, можно сделать следующие выводы:

В годы недостаточного увлажнения, каким явился, например, 1928 год, накопление влаги в пару можно произвести чисто агротехническими мероприятиями: рациональной обработкой парового поля.

В годы засушливые, подобные рассмотренному нами 1929 году, недостаток влаги в почве слишком велик и не может быть восполнен путем только агротехнических воздействий на почву.

Явления почвенной засухи, в сильной степени проявившиеся в паровом поле, были ликвидированы лишь путем искусственного введения в почву воды в размере 2 837 куб. метров на гектар. Это количество воды устраняет засуху и обеспечивает паровое поле на глубину метра достаточно высокими запасами влаги. Более высокие оросительные нормы нерациональны.

Полив оказался мерой рациональной и для сравнительно влажного 1928 года. Иссушение поверхностных горизонтов, отмеченное в пару неполивном, в указанный год устранялось поливом.

Под культурой пропашной, какой в нашем случае был кенаф, полив как в одном, так и в другом году смягчил остроту почвенной засухи, но совершенно ее не устранил. Орошавшиеся поля из под кенафа вышли значительно более увлажненными, нежели неорошаемые. Большая степень увлажнения на них отмечалась во все время вегетации кенафа.

Средние показатели влажности по паровому полю значительно выше, чем по кенафному, несмотря на то, что кенаф получил большую оросительную норму в сравнении с паровым полем.

Повышенные оросительные нормы увеличили содержание влаги во всем метровом слое под кенафом в сравнении с оптимальной нормой, но с большими напрасными потерями оросительной воды.

Воздействие зерновых культур на запасы влаги в почве во время вегетации и после уборки одинаково на полях орошавшихся и неорошавшихся.

Существенно лишь отличаются орошавшиеся и неорошавшиеся делянки между собой. В последних явления почвенной засухи были зарегистрированы с первых периодов вегетации культур, в то время как поливами этот период перемещен на вторую половину лета.

ДИНАМИКА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВЫ

Почвы орошаемых районов содержат в себе сравнительно небольшие количества органического вещества. Необходимо иметь ясное представление о его динамике в почве под действием искусственного орошения, чтобы не подорвать эти ограниченные запасы тем или иным нерациональным приемом использования.

Запасы органического вещества, которые имеются в почве, образовались путем длительного накопления в результате стройной совокупности почвенных процессов, протекающих в условиях природного увлажнения.

При применении различных обработок и особенно орошения, мы должны ожидать изменения сложившегося естественного режима и тех или других перемен в содержании органического вещества в почве. Имеются определенные указания на то, насколько велики могут быть эти изменения. Так, по данным Ак-Кавакской с.-х. опытной станции (36), на предгорных сероземах близ Ташкента (табл. 60), за три года орошения и обработки почвы, вышедшей из-под удобренного навозом однолетнего клевера, потери органического вещества в горизонте 0—20 см. достигают 18—20%, что составляет 3,5—5 тонн углерода, или 6—9 тонн органического вещества на гектар.

Таблица № 60

Динамика валового углерода в почвах Ак-Кавакской опытной станции за 1929—1931 года (в %% на абсолютно сухую навеску)

Горизонты и годы / Название делянок	0–20 см.			20–40 см.		
	1929 г.	1931 г.	В %% к 1929 г.	1929 г.	1931 г.	В %% к 1929 г.
Пар орошаемый	0,779	0,577	74,6	0,530	0,474	89,4
Хлопчатник орошаемый	0,749	0,613	81,8	0,621	0,571	91,9

А в Голодной Степи, на засоленных сероземах с близкими грунтовыми водами (табл. № 61), за этот же период орошения после вспашки целины потери в пахотном слое достигали 23 тонн (12,9 тонны углерода и 1,1 тонны азота).

Таблица № 61

Влияние культуры хлопчатника на содержание валового азота и углерода в совхозе „Баяут" в Голодной Степи. Горизонт 0—20 см. (в %% на абсолютно сухую навеску)

Элементы / ул [illegible]	C	В %%	N	В %%
Целина	0,781	100	0,097	100
Хлопчатник 1-го года	0,601	76,9	0,086	88,6
„ 2-го „	0,484	61,9	0,076	78,3
„ 3-го „	0,365	46,7	0,059	60,8

В работах C. T. Hirst'a и J. E. Greavs'a (37) на с.-х. опытной станции в штате Юта (Dtah) САСШ (табл. № 62) также отмечается уменьшение органического вещества под влиянием орошения:

Таблица № 62

Влияние орошения на содержание углерода в почве при орошении на с.-х. опытной станции в Юта (в фунтах на акр-фут).

Обработка	1 фут	2 фут	3 фут	Сумма
Без полива	44.640	29.880	23.040	97.560
20 дюймов поливной воды	42.480	38.840 [1])	22.680	99.000
40 дюймов поливной воды	39.960	29.160 [1])	19.800	88.920

По нашим работам видно, что изменения валового содержания органического вещества на черноземах при орошении почти не происходило (табл. № 63):

Таблица № 63

Влияние орошения на содержание валового гумуса на Северо-Кавказской опытной мелиоративной станции.

(в %% на абсолютно сухую навеску).

Культуры \ Глубина в см,	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	Сумма	Среднее
Пар черный неорошаемый	3,19	2,39	1,87	1,04	0,95	9,44	1,89
„ „ орошаемый	3,34	2,98	2,30	1,91	1,17	11,70	2,24
Озимая пшеница неорошаемая	3,95	2,66	2,42	1,75	1,26	12,04	2,41
„ „ орошаемая	3,73	2,60	1,57	1,23	0,77	9,90	1,98
Кенаф неорошаемый	4,28	2,98	2,60	2,11	1,67	13,64	2,73
„ орошаемый	4,42	2,28	3,13	2,35	1,90	14,08	2,82
Овес неорошаемый	4,12	3,33	2,42	1,82	1,45	13,14	2,63
„ орошаемый	—	3,47	2,54	2,15	1,49	—	—
Яровая пшеница неорошаемая	3,76	3,12	2,14	1,41	1,06	11,49	2,30
„ „ орошаемая	4,22	3,50	2,51	1,77	1,23	13,23	2,63

Такой результат об'ясняется особенно благоприятными климатическими условиями местности, где производились опыты. Благоприятные климатические условия явились коррективом неблагоприятных воздействий орошения, определенно снижающего в почве запасы гумуса.

Из всего приведенного материала видно, что как раз на почвах с небольшим количеством гумуса (сероземы) происходит наибольшая потеря его при орошении. Различные составные части гумуса играют неодинаковую роль в почвообразовательном процессе и совсем по-разному воздействуют на плодородие почвы; поэтому, при исследовании вопроса, невозможно обойтись одними данными о динамике общего гумуса; необходимо более дифференцированное освещение вопроса.

Работами Ваксмана (38, 39, 40, 41), проф. И. В. Тюрина и М. М. Кононовой (42, 43), Ф. Ю. Гельцер (36), И. И. Ремизова (44) и проф. А. А. Шмук (45, 46) несколько освещен этот вопрос о свойствах и влиянии отдельных составных частей органического вещества на почвообразовательные процессы. На основании этих исследований органическое вещество почвы следует делить на: 1) воднорастворимые соединения из глюкоз, амино-кислот и простых протеинов, 2) целлюлозы и гемицеллюлозы (полиурониды и полисахариды), 3) лигнины, 4) протеины. Вещества первых двух групп являются энергетическим материалом для микроорганизмов почвы и быстро разрушаются. Лигнин же является соединением более стойким и, поэтому, почти полностью отлагается в почве. Протеины не удерживаются в почве, т. к. благодаря присутствию азота быстро подвергаются разложению.

[1]) По мнению автора — цифры сомнительные

Перейдем к рассмотрению содержания водно-растворимой части гумуса в почвах, подвергнутых орошению.

Работы Ф. Ю. Гельцер (47) указывают на уменьшение количества водно-растворимого гумуса под действием орошения (табл, № 64, 65) как в неудобренных, так и в удобренных парах.

Таблица № 64

Водно-растворимый гумус (в мгр. кислорода на квр абсолютно сухой почвы)

Название делянки	Среднее за месяц			
	Май	Июнь	Июль	Август
Орошаемая	44,4	49,3	50,2	48,2
Неорошаемая	34,4	63,3	58,0	72,6

Таблица № 65

Водно-растворимый гумус (в мгр. на кгр. абсолютно сухой почвы)

Название делянок (пары удобренные)	Среднее за месяц				
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Орошаемая	143,9	121,9	126,6	108,9	96,4
Неорошаемая	159,2	135,6	189,0	159,6	174,4

По данным Уральской с.-х. опытной станции (48) на паровом поле в первый год полива (табл. № 66) замечается снижение водно-растворимого гумуса только в первом горизонте А и увеличение в горизонте В.

Таблица № 66

Среднее содержание водно-растворимого гумуса в пару за два года
(в куб. см. 0,05 N $KMnO_4$ на кгр. абсолютно сухой почвы)

	Без полива	При поливах
1928 г.		
Пар I; А	357—360	318
Пар II; А		331
Пар I; В	199—247	279
Пар II; В		260
1929 г.		
А	330	272
В	264	330
ВС	399	339
С	—	259

На второй год орошения отмечается уменьшение по всем горизонтам паров. Под культурами (пшеница, подсолнечник, горох „Нут“) замечается обеднение верхних горизонтов (А и В) и обогащение глубже лежащих (ВС и С) (48).

Нами были произведены наблюдения над динамикой водно-растворимого гумуса в пару, под озимой пшеницей, кенафом, овсом и яровой пшеницей.

Динамика водно-растворимого гумуса в черном пару.

Содержание водно-растворимого гумуса в метровом слое по отдельным изучаемым горизонтам почвы (табл. № 67—70) колеблется в пределах 40—260 мгр. в зависимости от ряда окружающих условий, но, главным образом, от времени года. При этом, как общее правило, необходимо отметить, что в неорошавшейся делянке черного пара водно-растворимого гумуса обычно больше, нежели в соответствующих горизонтах почвы делянки орошаемой.

Так, в неорошаемой делянке гумус в среднем за 1928 год распределялся по отдельным слоям следующим образом: в горизонте 0 — 20 см — 94,89 мгр, в горизонте 40 — 60 см — 70,58 мгр, и в горизонте 80 — 100 см — 47,46 мгр; в орошаемой—соответственно: 77,03 мгр, 62,18 мгр и 52,02 мгр. В 1929 году в неорошаемом черном пару содержание гумуса в слое 0 — 20 см — 94,42 мгр, 40 — 60 см — 63,88 мгр, 80 — 100 см — 43,74 мгр; в орошаемом—соответственно: 99,54 мгр, 61,50 мгр, 49,94 мгр. Таким образом, по характеру размещения водно-растворимого гумуса в метровом слое почвы оба года близки между собою.

В 1928 году во все сезоны наблюдений (весной, летом и осенью) количество водно-растворимого гумуса в пахотном слое (диаграмма № 17) все время больше на неорошаемой делянке. На делянках того и другого типа наибольшее количество гумуса наблюдается в летние месяцы.

Таблица № 67

Водно-растворимый гумус (в мгр. кислорода на кгр. абсолютно сухой почвы)

Пар черный неполивной

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
24/X	—	62,89	107,72	41,68	33,65	29,24	55,03
5/XII	—	81,51	89,21	75,60	71,42	48,41	73,23
1928 г.							
12/I	—	74,42	102,67	79,30	79,60	73,42	81,88
29/III	—	138,78	191,95	85,60	75,35	65,87	111,51
23/IV	—	96,45	97,40	65,93	62,56	53,75	75,22
10/V	119,68	117,73	93,75	72,80	67,58	55,94	81,56
24/V	—	101,27	110,18	85,98	80,09	57,03	86,91
8/VI	128,71	95,22	77,76	56,60	43,01	50,90	64,69
21/VI	—	97,68	78,02	64,77	56,36	44,32	68,23
2/VII	—	99,97	82,53	85,51	54,14	36,77	71,78
5/VII	—	104,45	71,03	87,68	55,44	49,61	73,64
16/VII	122,18	97,61	98,55	64,84	54,35	40,60	71,19
30/VII	—	98,01	77,37	62,34	46,59	41,18	65,09
16/VIII	—	69,92	81,10	56,58	55,64	41,04	60,85
30/VIII	119,99	119,04	72,48	96,89	45,40	36,51	74,06
7/IX	—	78,92	60,64	46,79	37,80	32,29	51,29
20/IX	—	79,35	39,48	70,95	47,78	50,08	57,52

Таблица № 68

Водно-растворимый гумус (в мгр. кислорода на кгр. абсолютно сухой почвы)

Пар черный поливной (М = 2562 м³/га)

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
24/X	—	44,19	54,77	54,39	42,65	28,21	44,84
5/XI	—	78,24	79,46	79,35	76,28	24,81	67,62
1928 г.							
12/I	—	60,75	57,73	51,87	50,81	53,96	55,02
29/II	—	105,07	107,65	77,75	134,09	83,65	101,64
23/IV	—	83,55	82,84	82,68	80,13	51,03	76,04
10/V	107,03	76,76	75,44	65,55	60,03	52,92	66,14
24/V	—	93,47	97,40	90,96	75,87	99,00	91,34
8/VI	74,11	72,38	77,76	49,65	64,28	86,30	70,07
21/VI	—	83,57	67,33	66,69	78,71	59,70	71,20
2/VII	—	92,11	74,98	58,50	36,92	41,93	60,83
5/VII	—	94,54	77,61	62,14	52,69	43,68	66,13
16/VII	107,94	92,58	88,13	65,71	68,54	50,85	73,16
30/VII	—	64,64	74,19	60,60	43,81	45,31	57,71
16/VIII	—	73,74	55,64	44,77	50,78	48,29	54,64
30/VIII	77,35	73,09	79,67	48,09	55,09	46,56	60,50
7/IX	—	46,47	36,82	37,89	34,41	30,62	37,24
20/IX	100,17	74,40	63,75	60,55	47,40	37,60	56,72

Таблица № 69

Водно-растворимый гумус (в мгр. кислорода на кгр. абсолютно сухой почвы)

Пар черный неполивной.

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	74,10	64,86	47,44	29,69	29,90	49,06
6/XII	81,59	59,15	58,34	43,08	42,15	57,06
1929 г.						
10/I	90,87	95,43	70,17	69,54	41,64	73,43
11/IV	62,09	64,49	65,45	52,86	40,15	57,01
23/V	123,54	68,97	74,09	69,63	50,07	76,06
6/VI	57,72	75,13	58,68	39,27	32,92	52,74
20/VI	82,70	72,65	67,63	38,00	29,63	58,12
27/VI	95,18	84,70	41,74	43,58	38,23	59,67
12/VII	71,15	94,43	54,55	36,89	31,67	57,74
25/VII	91,84	72,90	62,68	55,35	52,15	66,98
8/VIII	89,32	80,00	64,14	50,78	49,28	66,71
22/VIII	148,62	115,83	105,07	110,23	73,95	110,74
5/IX	139,41	103,09	64,40	59,84	52,80	83,91
19/IX	114,26	77,47	59,87	46,74	52,05	70,08

Таблица № 70

Водно-растворимый гумус (в мгр. кислорода на кгр. абсолютно сухой почвы)

Пар черный поливной (М = 2837 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	75,09	63,77	56,55	38,89	36,61	54,18
6/XII	84,05	74,41	57,77	47,42	41,92	61,12
1929 г.						
10/I	265,49	75,72	87,38	75,56	64,18	113,67
11/IV	63,50	64,85	67,90	50,87	50,48	59,52
23/V	119,56	59,35	60,55	57,35	62,82	71,92
6/VI	86,73	70,05	54,18	39,59	—	62,64
20/VI	81,42	51,15	81,75	26,72	98,65	67,93
27/VI	78,41	54,97	48,90	40,86	45,69	53,77
12/VII	74,62	68,06	61,12	57,89	55,10	63,37
25/VII	86,08	68,16	62,12	57,72	41,47	59,11
8/VIII	89,60	79,10	67,65	50,26	48,18	66,98
23/VIII	126,32	65,59	40,38	67,44	53,13	70,55
5/IX	98,65	71,36	69,08	64,31	60,70	72,80
19/IX	64,75	63,76	45,81	69,32	40,87	56,90

В 1929 году содержание водно-растворимого гумуса, как в орошаемом пару, так и в неорошаемом, весной приблизительно одинаково (диаграмма № 17). В пахотном слое неорошаемой делянки — 62,09 мгр, в том же слое орошаемой — 63,50 мгр. Сезонное воз-

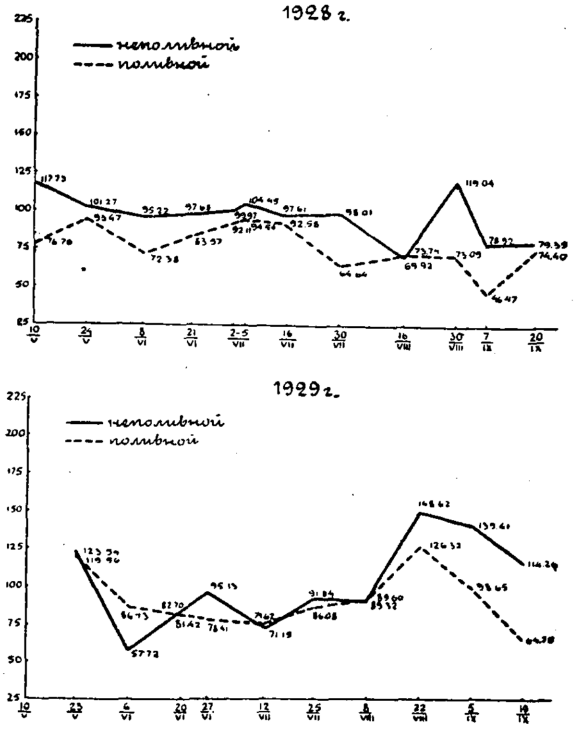


Диаграмма № 17. Динамика водно-растворимого гумуса в пахотном слое почвы черного пара.

растание гумуса к лету примерно одинаково для обоих паров. К осени в этом году замечается не снижение, как в 1928 году, а дальнейшее возрастание содержания гумуса на обоих делянках, заметно более интенсивное в почве без орошения; в пахотном слое неорошаемой делянки содержалось 139,41 мгр, в орошаемой — 98,65. В итоге действие орошения в 1928 году все же сказалось в снижении содержания гумуса (табл. № 71, 72), как в пахотном горизонте, так и во всем метровом слое.

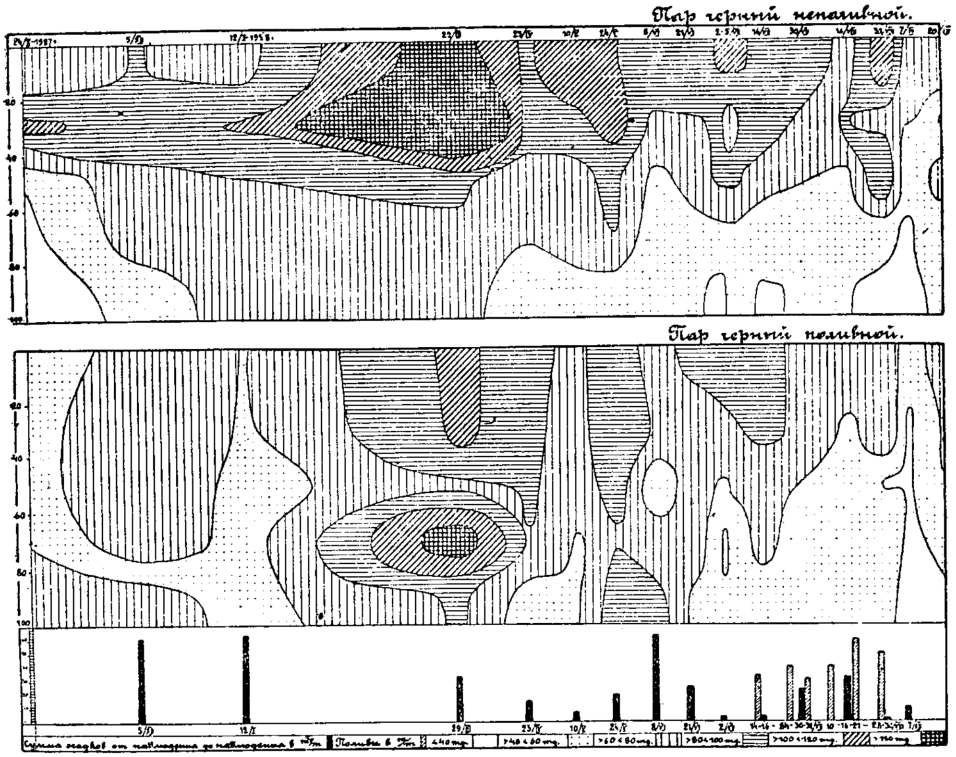


Диаграмма № 18. Динамика водно-растворимого гумуса в метровом слое почвы на черном пару 1927/28 гг.

Из таблицы видно, что при повышенных нормах орошения в 1929 году для пахотного горизонта заметно некоторое накопление.



Диаграмма № 19. Динамика водно-растворимого гумуса в метровом слое почвы черного пара 1928/29 г.

Что же касается верхнего горизонта, то здесь выявляются интересные соотношения. Почва неорошаемой делянки была до времени орошения беднее гумусом по сравнению с почвой другой делянки, подлежащей орошению. А именно: в ней содержалось только 80—100 мгр, в то время как в делянке орошаемой было до 120 мгр. гумуса. Но, с началом поливов, орошаемая делянка беднеет водно-растворимый гумусом, в то время. как делянка без орошения начинает заметно обогащаться и в результате этого двухстороннего процесса после оросительного периода между делянками устанавливается обратное отношение (неорошаемая — 120 мгр, орошаемая—100 мгр).

При применении повышенных оросительных норм, 5443 м³ и 9668 м³, мы не замечаем столь резкой убыли гумуса ни в пахотном горизонте, ни в толще всего метрового слоя (см. таб. № 73,74 и диаграмму № 20.). При норме в 5443 м³/га, как в пахотном гори-

Таблица № 73

Водно-растворимый гумус (в мгр. кислорода на кгр. абсолютно сухой почвы)

Пар черный поливной (М=5443 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	75,09	63,77	56,55	38,89	3[illegible],63	54,18
6/XII	84,05	74,41	57,77	47,43	41,92	61,12
1929 г.						
10/I	265,49	75,72	87,38	75,56	64,18	113,67
11/IV	62,50	64,85	67,90	50,87	50,48	59,52
23/V	119,56	59,35	60,55	57,35	6[illegible],82	71,92
6/VI	86,73	70,05	54,18	39,59	—	62,64
20/VI	81,42	51,15	81,75	26,72	98,65	67,94
27/VI	78,41	54,95	48,90	40,86	45,69	53,77
12/VII	98,93	82,71	68,70	65,99	66,86	76,64
25/VII	99,54	68,54	63,24	56,76	44,5[illegible]	66,53
8/VIII	113,62	78,95	70,71	71,70	71,33	81,26
22/VIII	113,56	82,62	71,77	47,28	54,90	74,03
5/IX	150,59	106,46	78,44	65,69	52,02	90,64
19/IX	87,77	82,02	63,29	52,45	46,61	67,23

Таблица № 74

Водно-растворимый гумус (в млг. кислорода на кгр. абсолютно сухой почвы)

Пар черный поливной (М=9668 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	75,09	63,77	56,55	38,89	26,61	54,18
6/XII	84,05	74,41	5[illegible],77	47,43	41,92	61,12
1929 г.						
10/I	265,49	75,72	87,38	75,56	64,18	113,67
11/IV	63,50	64,[illegible]5	67,90	50,87	50,48	59,52
23/V	119,56	59,25	60,55	57,35	62,82	71,92
6/VI	86,73	70,05	54,17	39,59	—	62,64
20/VI	81,48	51,15	81,75	26,72	98,65	67,98
27/VI	78,41	54,97	48,90	[illegible]0,86	45,69	53,87
12/VII	89,64	79,97	60,44	51,33	46,03	65,48
25/VII	118,93	67,05	54,69	41,63	45,81	65,62
8/VIII	121,61	99,77	71,94	78,04	50,18	84,81
22/VIII	108,31	84,32	83,88	61,06	56,65	78,84
5/IX	118,18	90,22	77,19	59,98	55,83	80,48
19/IX	98,95	85,10	65,14	52,64	50,95	70,55

зонте, так и во всем метровом слое, содержание гумуса в почве осталось практически стабильным (увеличение 0,05—1,12%); при норме 9668 м³ замечается в пахотном слое небольшое увеличение на 3,38%, а во всем метровом слое на 0,95%. Повидимому, при этих нормах уже идет разрушение общего гумуса, в силу чего и повысилось содержание водно-растворимой его части. Распределение водно-растворимого гумуса при этих нормах в метровом слое (диаграмма № 21) близко к оросительной норме в 2834 м³/га.

Динамика водно-растворимого гумуса под озимой пшеницей.

Количество водно-растворимого гумуса в почве под озимой пшеницей в период до орошения характеризуется для делянок обоих типов близкими величинами (табл. № 75, 76).

Таблица № 75

Водно-растворимый гумус (в мгр на кгр обсолютно сухой почвы)

Озимая пшеница неполивная

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	84,64	64,23	61,89	43,40	37,26	58,28
6/XII	90,44	66,44	41,73	40,01	39,79	55,68
1929 г.						
10/I	150,89	113,72	84,79	56,08	45,16	90,13
11/IV	84,44	64,75	73,60	60,60	67,16	70,11
20/V	98,89	59,62	56,13	56,58	36,43	61,53
3/VI	79,12	51,45	49,70	57,49	47,78	57,11
17/VI	79,36	85,69	61,55	60,46	38,00	65,01
24/VI	119,55	85,31	44,27	56,50	34,93	68,11
8/VII	120,78	89,65	71,80	59,76	42,94	76,99
22/VII	117,59	97,01	73,26	65,23	54,95	81,61
5/VIII	98,30	75,30	59,63	44,07	33,16	62,09
2 IX	189,91	105,49	66,59	53,18	43,27	91,69
16/IX	122,90	—	56,40	55,44	46,15	56,18
30/IX	133,64	125,58	93,79	78,74	58,21	97,99

Таблица № 76

Водно-растворимый гумус (в мгр на кгр обсолютно сухой почвы)

Озимая пшеница поливная (М = 1325 м/³га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1923 г.						
31/X	71,44	51,92	49,81	46,26	37,04	51,30
6/XII	102,95	66,44	75,75	39,63	48,68	66,69
1929 г.						
7/I	133,70	121,96	61,70	51,37	56,41	85,08
11/IV	79,21	63,39	62,16	50,09	60,97	63,16
20/V	93,00	57,71	63,80	50,89	32,71	59,62
3/VI	90,58	97,66	49,77	45,50	26,46	62,05
17/VI	78,33	45,22	47,78	39,77	49,98	52,22
24/VI	93,37	49,89	56,38	38,64	46,43	56,94
8 VII	89,94	67,80	51,18	48,72	52,64	62,06
22/VII	74,67	61,84	50,98	57,99	42,60	57,62
5/VIII	78,91	61,56	42,46	46,64	47,48	55,41
2/IX	143,05	66,26	50,22	31,28	36,24	65,41
16/IX	117,10	75,58	59,24	47,52	36,31	67,15
20/IX	61,05	56,83	59,96	68,63	58,54	61,00

Летом начинается возрастание количества гумуса на обоих делянках, но под неорошаемой культурой увеличение более значительно, нежели под орошаемой (8/VII в пахотном слое при орошении—89,94 мгр, без орошения—120 мгр). К осени (2/IX) увеличение продолжается на обоих делянках, сменяясь падением в последние сроки наблюдений.

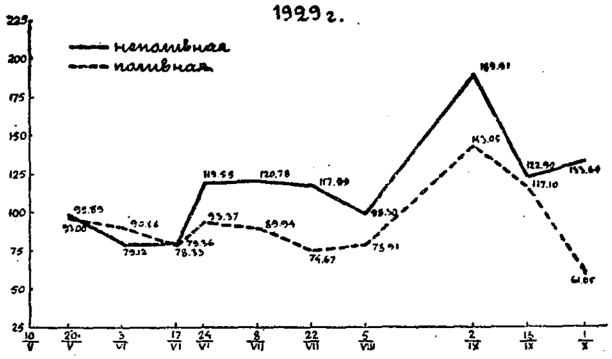


Диаграмма № 22. Динамика водно-растворимого гумуса в пахотном слое почвы под озимой пшеницей.

Менее интесивное накопление водно-растворимого гумуса во время орошения можно объяснить замедлением разложения органического вещества под действием оросительной воды. Во все сроки наблюдений, сопровождавших полив, отмечается снижение количества водно-растворимого гумуса как в пахотном слое, (табл. № 77, — наибольшее снижение 22 июля, перед уборкой—36,50%), так и во всем метровом слое, но только колебания здесь менее интенсивны (наибольшая отмеченная убыль—29,40%, табл. 78).

Таблица № 77

Водно-растворимый гумус в пахотном слое почвы (0—20 см) под озимой пшеницей после орошения (в мгр кислорода на кгр абсолютно сухой почвы)

Культура \ Дата наблюдений	3/VI	17/VI	24/VI	8/VII	22/VII	Сумма	Средняя
1929 год							
Озимая пшеница неорошаемая	79,12	79,36	119,55	120,78	177,59	516,40	103,28
„ „ орошаемая	90,88	78,33	93,37	89,94	74,67	427,19	85,44
Убыло в мгр	+11,76	1,03	26,18	30,84	42,92	89,21	17,84
„ в %%	+14,86	1,30	22,74	25,53	36,50	—	17,72

Таблица № 78

Среднее содержание водно-растворимого гумуса в метровом слое почвы под озимой пшеницей после орошения (в мгр кислорода на кгр абсолютно сухой почвы)

Культура \ Дата наблюдений	3/VI	17/VI	24/VI	8/VII	20/VII	Средняя
1929 год						
Озимая пшеница неорошаемая	57,11	65,01	68,11	76,99	81,61	69,76
„ „ орошаемая	62,05	52,22	56,94	62,06	57,62	58,18
Убыло в мгр	+4,94	12,79	11,17	14,93	23,99	11,58
„ в %%	+8,66	19,68	16,40	19,39	29,44	16,61

Самой характерной особенностью распределения гумуса в метровом слое является снижение его количества в двух верхних горизонтах поливной делянки (0—20,20—40) после периода орошения. Увеличение водно-растворимого гумуса во второй половине лета на поливной делянке менее интенсивно, чем на неполивной и в сентябре оно сменяется резким уменьшением в верхних горизонтах поливной делянки. В неорошаемой делянке заметно увеличивается водно-растворимый гумус в слое до 80 см.

Динамика водно-растворимого гумуса под кенафом.

Поле, поступившее под культуру кенафа осенью 1927 года, содержало в обоих делянках небольшое количество (40—60 мгр) водно-растворимого гумуса (табл. № 79,80), с некоторым перевесом содержания в слое 20—40 см. делянки, предназначенной к орошению. Зимой 1928 года отмечалось значительное увеличение содержания гумуса по обоим делянкам: и орошаемой (103,65), и неорошаемой (120,23). К весне имел место обратный процесс—убыль гумуса, приблизительно одинаковая на обеих делянках: в пахотном слое

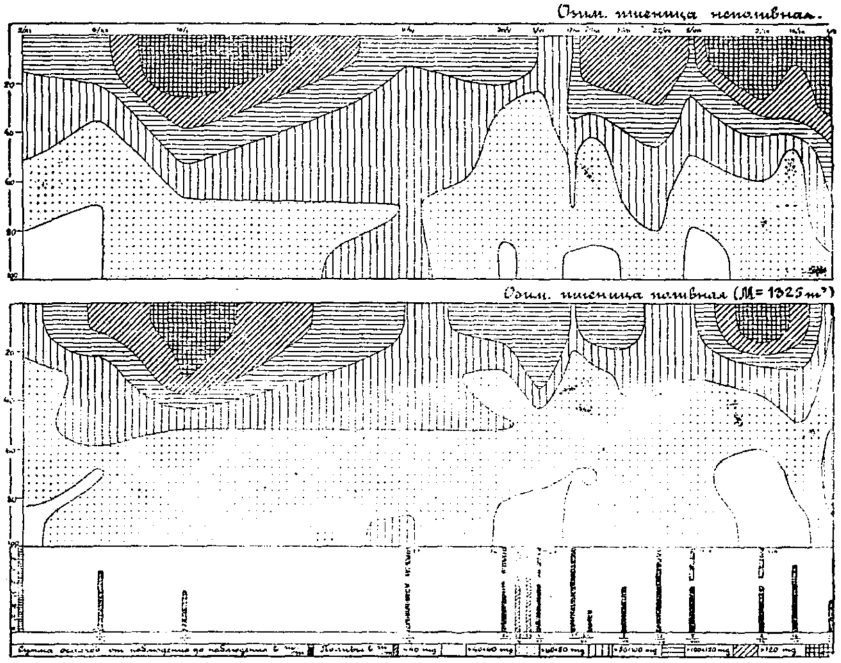


Диаграмма № 23. Динамика водно-растворимого гумуса в метровом слое почвы под озимой пшеницей 1928/29 гг.

неорошаемой делянки содержалось 85,85 мгр, в орошаемой— 91,51 мгр, среднее содержание в метровом слое неполивной делянки—76,78 мгр, поливной—75,94 мгр К лету количество гумуса в пахотном слое обеих делянок изменилось мало, замечается небольшое увеличение на неполивной делянке (98,41 мгр), на поливной же остается почти прежнее количество (89,61 мгр). К осени — небольшое уменьшение в пахотном слое неполивной делянки 71,41 мгр) и увеличение на поливной (94,55 мгр).

Рассматривая данные водно-растворимого гумуса в пахотном слое (табл. № 81), видим, что количество его убывает неизменно в течение оросительного периода с самыми разнообразными колебаниями от 1,30% (после первого полива 13/VII) до 39,13% (после максимального полива 24/VII в 438 м³). Сразу же после прекращения поливов 4/IX отмечено увеличение количества водно-растворимого гумуса до 32,91%. Средняя величина снижения гумуса в пахотном слое за период орошения выразилась в 8,5% (диаграмма № 24).

В основном такая же, но более плавная картина изменений наблюдается и в метровом слое.

Таблица № 79

Водно-растворимый гумус (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф неполивной

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
22/X		63,71	57,90	65,36	30,21	65,42	56,52
1/XII		89,57	75,86	107,12	121,33	83,87	95,55
1928 г.							
9/I		103,65	93,45	116,16	83,07	71,88	93,64
14/II		75,87	163,14	101,01	126,98	106,06	114,61
27/III		146,43	154,67	88,07	114,78	53,20	111,43
18/IV		85,85	103,80	65,34	67,23	61,69	76,78
7/V		114,26	105,47	87,51	80,48	36,40	84,82
21/V		99,40	115,51	91,82	68,35	50,05	85,03
5/VI	115,00	98,50	90,91	79,04	73,80	66,05	81,66
21/VI		83,33	78,27	67,33	61,80	46,16	67,38
5/VII		86,06	74,45	67,33	60,68	43,77	66,46
16/VII	129,95	98,41	73,07	64,55	53,28	45,37	66,94
19/VII		109,20	112,34	60,90	53,74	46,46	76,53
30/VII		82,23	77,78	106,80	45,60	46,07	71,69
16/VIII		82,25	71,68	58,03	41,06	40,22	58,65
30/VIII	129,14	101,25	88,54	62,97	49,50	61,45	72,74
7/IX		71,14	61,79	49,77	52,45	39,66	54,96
20/IX	92,69	150,37	60,73	48,51	36,32	27,04	64,59
27/IX	65,21	76,23	55,26	51,76	48,60	45,65	55,59

Таблица № 80

Водно-растворимый гумус (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф поливной (М = 2714 м³ га)

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
22/X		51,88	65,79	49,63	34,15	46,83	49,65
1/XII		90,18	79,04	81 12	63,63	37,52	70,18
1928 г.							
9/I		120,23	147,76	103,41	66,12	94,75	106,45
14/II		112,72	87,81	115,73	73,96	144,43	106,93
27/III		137,49	257,47	148,30	90,82	72,61	141,34
18/IV		91,51	92,05	68,94	68,92	58,27	75,94
7/V	141,52	104,17	106,70	96,03	82,54	75,89	93,04
21/V		100,60	110,18	88,70	79,51	64,42	88,68
5/VI	101,08	101,71	88,99	82,68	79,04	49,40	80,36
21/VI		89,50	79,72	65,98	53,87	53,86	68,58
5/VII		80,98	77,29	64,80	59,38	45,77	65,64
16/VII	119,44	97,13	80,32	59,32	50,79	55,13	68,54
19/VII		89,61	95,15	72,17	71,58	69,18	79,54
30/VII		50,05	103,14	36,99	57,00	37,44	56,92
16/VIII		80,34	75,34	54,06	31,65	39,66	56,21
30/VIII	84,89	83,06	68,82	59,01	55,27	46,64	62,56
7/IX		94,55	69,96	53,04	47,55	41,46	61,31
20/IX	93,02	57,57	57,06	61,27	71,30	46,26	58,69
27/IX	98,13	69,78	72,12	54,10	37,51	33,93	53,49

Таблица № 81

Водно-растворимый гумус в пахотном слое (0—20 см) под кенафом в период орошения (в млг. кислорода на кгр абсолютно сухой почвы)

Культура \ Дата наблюдения	16/VII	19/VII	30/VII	16/VIII	30/VIII	7/IX	Среднее
1928 год							
Кенаф неорошаемый . . .	98,41	109,20	82,23	82,25	101,25	71,14	90,75
„ орошаемый	97,13	89,61	50,05	80,34	83,06	94,55	82,46
Убыло в мгр.	1,28	19,59	32,18	1,91	18,19	+23,41	8,29
Убыло в %%	1,30	17,94	39,13	2,32	17,97	+32,91	8,50
1929 год	8/VII	22/VII	5/VIII	22/VIII	2/IX		
I кенаф неорошаемый . .	96,64	100,59	76,79	144,89	144,22		112,62
II „ орош. 3101 м³ . . .	101,24	105,92	86,45	106,16	81,39		96,23
IV орош. 5645 м³	98,37	97,34	81,80	124,42	80,89		96,56
III орош. 4404 м³	75,75	105,62	114,79	118,75	51,92		93,36
Убыло в мгр. I—II . . .	+4,60	+5,33	+ 9,66	38,73	62,83		16,39
„ „ % I—II	+4,76	+5,30	+12,58	26,73	25,73		14,56
„ „ мгр. I—III . . .	20,89	+5,03	+38,00	26,14	92,30		19,26
„ „ % I—III	21,62	+5,00	+42,49	18,04	64,00		17,72
„ „ мгр. I—IV . . .	+1,73	3,25	+ 5,01	20,47	63,33		16,06
„ „ % I—IV	+1,79	3,23	+ 6,52	14,13	43,91		14,26

Таблица № 82

Среднее содержание водно-растворимого гумуса в метровом слое почвы под кенафом в период орошения (в мгр. кислорода на кгр абсолютно сухой почвы)

Культура \ Дата наблюдения	16/VII	19/VII	30/VII	16/VIII	30/VIII	7/IX	Среднее
1928 год							
Кенаф неорошаемый . . .	66,94	76,53	71,61	58,65	72,74	54,96	66,92
„ орошаемый	63,54	79,54	56,92	56,21	62,56	61,31	64,18
Убыло в мгр.	+1,01	+3,01	14,77	2,44	10,18	+6,35	2,74
Убыло в %%	+2,39	+3,93	20,60	4,16	14,00	+11,55	4,09

Мы не замечаем увеличения сразу же после первых поливов. После прекращения поливов увеличение есть, но значительно меньшее, чем для пахотного слоя (11,55%). Среднее снижение для метрового слоя выразилось в 4,09%.

Диаграмма № 25 хорошо отражает соотношения в содержании водно-растворимого гумуса в метровом слое почвы на орошаемой и на неорошаемой делянках. Основными показателями являются тождественность до наступления поливного периода и снижение содержания гумуса под воздействием орошения, особенно в пахотном слое с 80—100 мгр. до 40—100 мгр.

В опытах с кенафом в 1929 году отмечается наибольшее количество (табл. 83,84) водно-растворимого гумуса почвы в зимний период — 156—163 мгр. Весной идет убыль

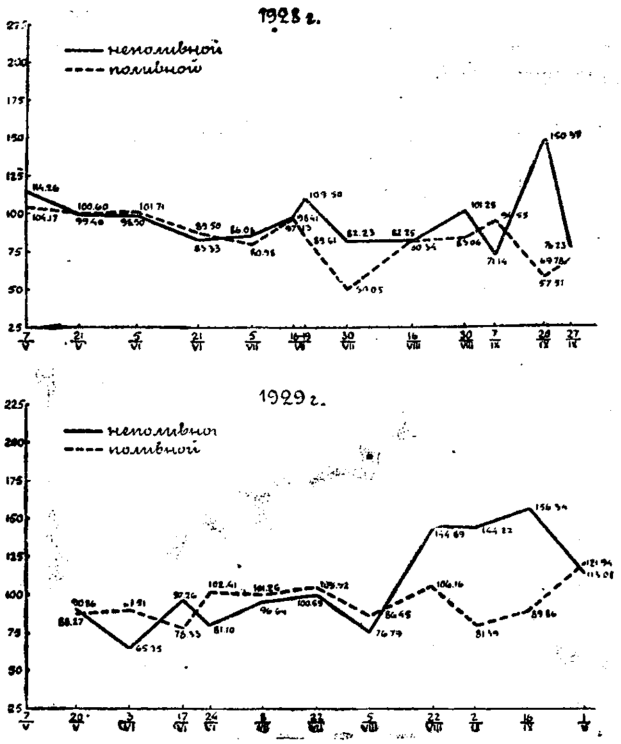


Диаграмма № 24. Динамика водно-растворимого гумуса в пахотном слое почвы под кенафом.

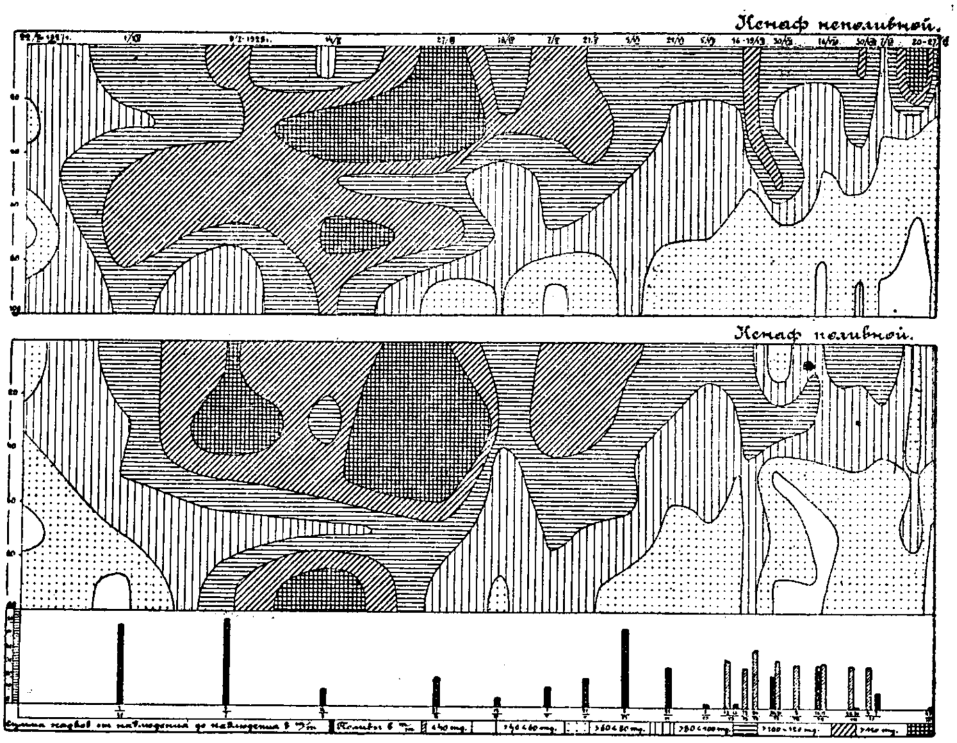


Диаграмма № 25. Динамика водно-растворимого гумуса в метровом слое почвы под кенафом 1927/28 гг.

Таблица № 83

Водно-растворимый гумус (в мгр. на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф неполивной

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0 - 20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	109,91	96,05	79,97	73,60	40,95	80,10
1929 г.						
5/XII	191,55	108,99	85,99	61,21	62,76	87,70
7/I	156,52	83,39	67,54	59,07	42,94	81,99
8/IV	93,36	93,61	73,98	64,60	54,90	76,09
20/V	90,86	85,52	68,20	58,73	51,66	70,99
3/VI	65,35	84,85	69,88	54,72	43,18	63,60
17/VI	97,26	62,24	63,33	54,13	43,36	64,06
24/VI	81,10	70,68	52,16	39,77	38,53	56,45
8/VII	96,64	76,02	67,88	42,52	57,45	68,10
22/VII	100,59	91,10	66,69	65,90	62,47	70,35
5/VIII	76,79	67,27	58,99	44,07	47,35	58,89
22/VIII	144,89	141,74	96,52	75,29	74,56	106,60
2/IX	144,22	90,51	74,10	58,60	52,30	83,95
16/IX	156,34	83,11	65,99	67,82	55,16	85,28
20/IX	113,08	103,52	70,82	72,63	58,18	83,65

Таблица № 84

Водно-растворимый гумус (в мгр. на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф поливной (М = 3101 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	67,96	87,66	58,62	226,01	49,58	97,97
5/XII	163,55	98,42	68,47	54,64	44,29	85,87
1929 г.						
7/I	99,25	87,81	79,05	43,43	43,11	70,53
8/IV	136,78	71,69	65,00	71,44	60,28	81,04
20/V	88,27	78,50	66,57	47,15	44,09	64,92
3/VI	89,51	72,81	56,22	39,32	32,70	58,11
17/VI	78,33	71,98	46,61	31,16	54,65	56,55
24/VI	102,41	71,14	40,29	38,00	31,45	56,66
8/VII	101,24	69,06	49,08	60,01	41,55	64,19
22/VII	105,92	113,30	63,79	67,84	62,80	82,73
5/VIII	86,45	73,64	65,97	55,79	39,11	64,19
22/VIII	106,16	92,02	71,32	48,28	43,45	72,25
2/IX	81,39	50,54	66,48	49,19	43,24	58,17
16/IX	89,86	77,31	88,63	52,09	45,40	70,66
30/IX	121,94	106,81	137,57	57,72	48,12	94,42

гумуса в пахотном слое неполивной делянки со 156,52 до 93,36 мгр. и накопление на поливной с 99,25 мгр. до 136,78 мгр. Такое изменение характерно только для пахотного горизонта, так как в нижележащих горизонтах содержание гумуса подверга-

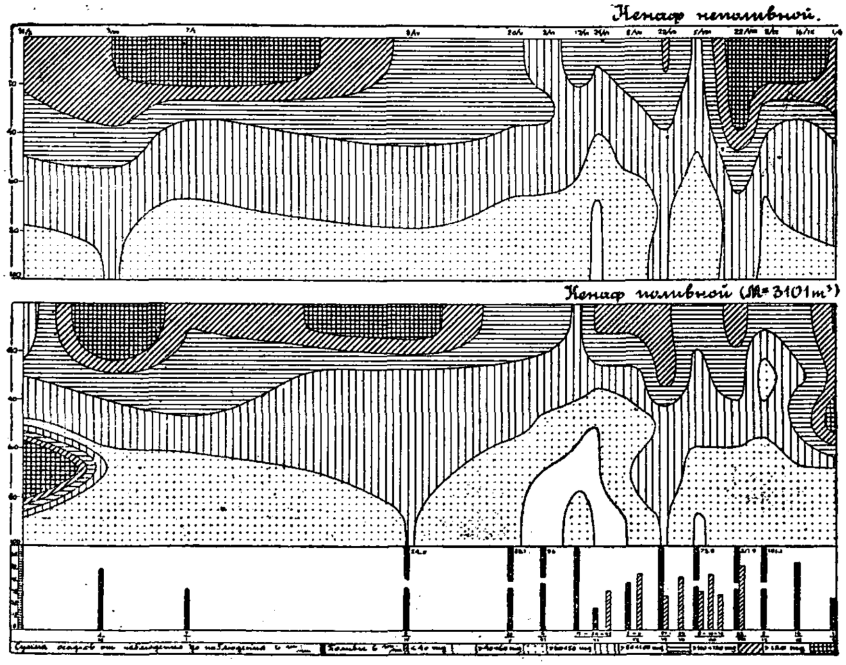


Диаграмма № 26. Динамика водно-растворимого гумуса в метровом слое почвы под кенафом 1928/29 гг.

лось лишь небольшим изменениям, что видно из средних данных по всему метровому слою: для неорошаемой — 76,09 мгр, для орошаемой — 81,04 мгр. К лету количество водно-растворимого гумуса увеличилось на неполивной делянке в пахотном слое до 96,64 мгр. и на поливной—до 105,92. Вследствие поливов, которые для кенафа продолжаются до самой осени 2/IX в пахотном слое поливной делянки отмечено только 81,39 мгр. гумуса. В то же самое время продолжалось накопление водно-растворимого гумуса в почве делянки без орошения и осенью здесь отмечается уже 144,22 мгр.

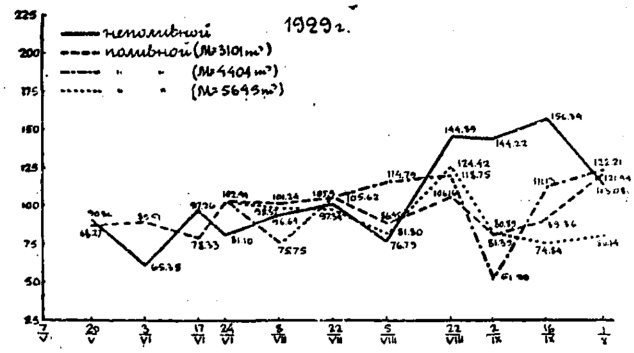


Диаграмма № 27. Динамика воднораств римого гумуса в пахотном слое почвы при разпых нормах орошения.

В пахотном слое почвы в период первых поливов (таб. 81) количество водно-растворимого гумуса падает на обеих делянках, но на поливной держится все же выше на 12,58% и только после пятого полива замечается снижение против неполивной, доходящее максимально до 26,73%. Среднее за весь оросительный период снижение на 14,56%.

Из таблицы № 82 видно, что такие же различия наблюдаются и в метровом слое почвы между поливной и неполивной делянками: в период засухи (август) неполивная делянка содержит большое количество водно-растворимого гумуса. В зависимости от величины оросительных норм в среднем для поливной гумуса меньше: для нормы 3101 м³ на 13,52%, для нормы 4404 м³ на 10,26% и нормы 5646 м³ на 16,69%, чем на неполивной делянке (табл. 85 и 86 и диагр. № 28).

Таблица № 85

Водно-растворимый гумус (в мгр. на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф поливной (М = 4404 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	67,96	87,66	58,62	226,01	49,53	97,97
3/XII	163,56	98,42	68,47	54,64	44,29	85,87
1929 г.						
7/I	99,25	87,81	79,05	43,43	43,11	70,53
8/IV	136,78	71,69	65,00	71,44	60,28	81,04
20/V	88,27	78,50	66,57	47,15	44,09	64,92
3/VI	89,51	72,81	56,23	39,32	32,70	58,11
17/VI	78,33	71,98	46,61	31,16	54,65	56,55
24/VI	102,41	71,14	40,29	38,00	31,45	56,66
8/VII	75,75	59,99	59,43	45,09	38,67	55,19
22/VII	105,62	79,59	92,05	76,15	63,66	83,41
5/VIII	114,79	96,72	70,14	62,55	62,08	83,06
22/VIII	118,75	85,29	60,36	55,62	53,40	74,68
2/IX	51,92	68,02	60,09	56,80	53,32	58,03
16/IX	111,13	84,35	50,40	44,06	46,99	67,39
1/X	122,21	102,50	71,47	55,05	43,55	78,96

Таблица № 86

Водно-растворимый гумус (в мгр. на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф поливной (М = 5645 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	67,96	87,66	58,62	226,01	49,58	97,97
3/XII	163,55	98,42	68,47	54,64	44,29	85,87
1929 г.						
7/I	99,25	87,81	79,05	43,43	43,11	70,53
8/IV	136,78	71,69	65,00	71,44	60,28	81,04
20/V	88,27	78,50	66,57	47,15	44,09	64,92
3/VI	89,51	72,81	56,23	39,32	32,70	58,11
17/VI	78,33	71,98	46,61	31,16	54,65	56,55
24/VI	102,41	71,14	40,29	38,00	31,45	56,66
8/VII	98,37	78,90	66,26	53,85	49,85	69,45
22/VII	97,34	79,60	71,90	53,00	51,36	70,64
5/VIII	81,80	68,78	60,99	45,60	47,45	60,92
22/VIII	124,42	59,06	53,42	37,35	44,01	63,65
2/IX	80,89	63,93	75,32	59,24	42,27	64,33
16/IX	74,84	68,01	49,70	47,63	57,37	59,51
1/X	80,14	97,54	64,64	52,55	39,36	66,85

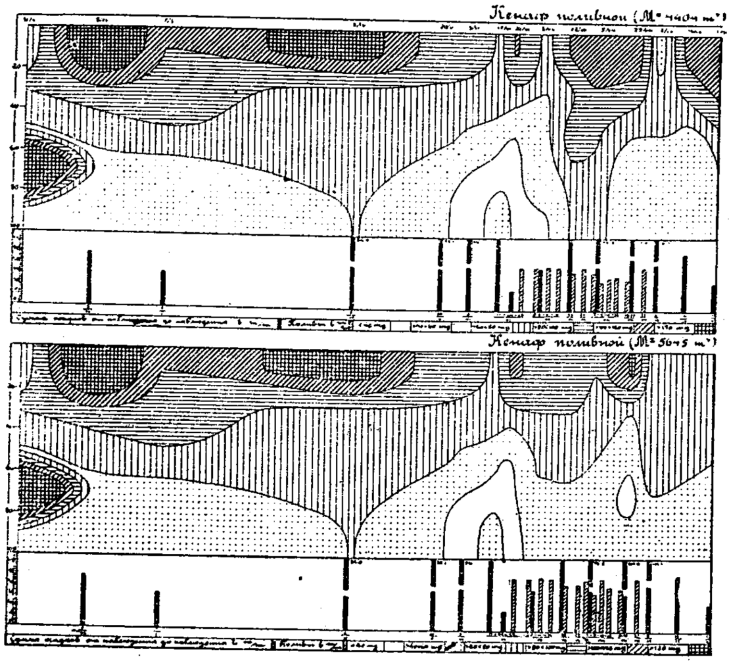


Диаграмма № 28. Динамика водно-растворимого гумуса в метровом слое почвы под кенафом при разных нормах орошения

Динамика водно-растворимого гумуса под овсом.

По содержанию гумуса в почве под овсом с искусственным орошением и без него опыты обеих годов и 1928, и 1929, — установили отсутствие заметной разницы между

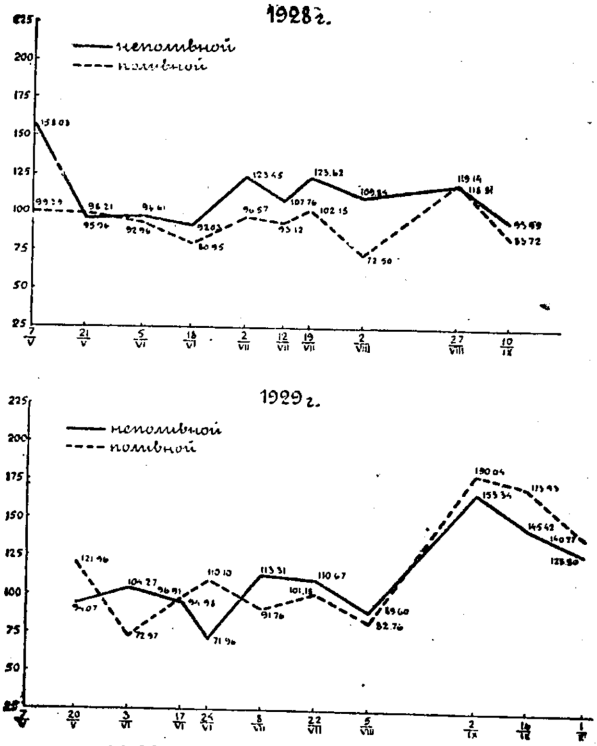


Диаграмма № 29. Динамика водно-растворимого гумуса в пахотном слое почвы под овсом.

Таблица № 87

Водно-растворимый гумус (в мгр. на кгр абсолютно сухой почвы)

Овес неполивной

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
24/X	—	48,35	48,60	50,37	50,16	38,76	47,27
1923 г.							
12/I	—	93,44	103,75	68,10	102,60	61,82	85,94
29/III	—	242,64	195,85	158,08	152,65	146,06	179,05
18/IV	—	95,66	102,53	100,05	67,54	72,91	87,74
7/V	126,72	158,03	102,02	82,88	81,27	62,01	98,64
21/V	—	95,96	90,58	85,48	54,98	53,34	76,09
5/VI	85,52	96,61	97,42	75,44	72,95	56,06	79,69
18/VI	—	92,03	93,90	52,74	38,40	44,96	64,40
2/VII	—	123,45	131,62	103,38	60,09	69,58	97,62
12/VII	139,30	107,76	93,27	74,50	40,66	41,27	71,49
19/VII	—	123,62	94,53	68,88	72,07	49,83	81,78
2/VIII	—	109,84	116,04	76,54	53,87	45,63	80,38
27/VIII	106,21	118,81	118,43	74,84	48,43	45,65	81,23
10/IX	87,84	93,95	63,89	44,56	68,89	44,44	62,74

Таблица № 88

Водно-растворимый гумус (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Овес *поливной* ($M = 1439$ м³/га)

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
24/X	—	70,54	44,05	53,87	38,00	33,65	48,02
5/XII	—	84,15	82,18	66,00	54,53	54,41	68,25
1928 г.							
12/I	—	74,75	62,98	43,26	63,61	50,48	59,01
29/III	—	112,43	291,49	115,35	91,39	74,03	136,94
18/IV	—	87,91	90,14	87,51	75,36	60,75	80,33
7/V	128,80	99,39	102,61	89,06	73,27	62,55	85,37
21/V	—	98,21	95,40	73,55	64,46	59,39	78,20
5/VI	93,92	92,96	90,82	80,95	71,71	57,40	78,77
18/VI	—	80,95	97,02	79,67	50,99	44,54	70,63
2/VII	—	96,57	83,44	66,37	51,96	49,40	69,55
2/VII	100,10	93,12	82,94	62,95	52,11	39,01	66,02
9/VII	—	102,15	85,29	74,72	59,53	41,45	74,22
2/VIII	—	72,50	78,75	72,01	55,56	39,60	63,68
27/VIII	226,72	119,14	79,01	77,47	76,30	50,68	80,52
10/IX	115,86	83,72	80,11	67,98	49,25	34,27	63,06

Таблица № 89

Водно-растворимый гумус (в мгр. на кгр абсолютно сухой почвы)

Овес неполивной

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0–20	20–40	40–60	60–80	80–100	
1928 г.						
31/X	83,35	73,57	51,62	56,09	36,05	60,14
3/VII	82,48	66,59	89,33	50,93	40,79	66,02
1929 г.						
7/I	121,39	71,61	67,33	83,84	38,44	76,48
8/III	83,90	70,31	61,76	45,21	48,38	61,91
20/V	94,07	67,26	67,68	58,75	44,20	66,41
3/VI	104,27	94,52	83,95	74,65	101,70	91,82
17/VI	94,68	77,73	59,24	49,17	37,90	63,80
24/VI	71,96	63,04	50,00	44,13	36,24	53,07
8/VII	113,31	87,31	76,34	55,47	47,66	76,06
22/VII	110,67	81,75	72,43	38,53	43,18	69,31
5/VIII	89,60	69,58	67,56	42,18	33,57	60,50
2/IX	153,34	78,28	49,25	45,60	42,18	73,72
16/IX	145,42	85,01	53,75	46,11	44,62	74,99
30/IX	128,80	96,28	69,71	53,64	47,71	79,23

Таблица № 90

Водно-растворимый гумус (в мгр. на кгр абсолютно сухой почвы)

Овес поливной (М = 1326 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0–20	40–40	40–60	60–80	80–100	
1928 г.						
31/X	72,39	60,17	50,34	41,12	42,69	53,34
5/XII	183,24	74,41	55,16	41,99	46,95	80,35
1929 г.						
7/I	165,66	57,75	55,67	54,80	36,58	74,09
8/III	76,38	76,55	65,89	51,77	57,62	65,64
20/V	121,96	72,30	62,47	55,01	46,98	71,74
3/VI	72,97	131,30	71,61	69,66	66,05	82,32
17/VI	96,91	81,14	45,72	41,50	49,24	62,90
24/VI	110,10	65,42	52,60	42,45	30,64	60,24
8/VII	91,76	49,95	45,27	37,05	36,81	52,17
22/VII	101,18	102,11	73,69	48,27	51,73	75,40
5/VIII	82,76	64,91	53,07	32,05	34,97	53,55
2/IX	180,04	60,79	46,70	35,93	32,87	71,47
16/IX	173,93	94,44	62,82	48,87	41,07	84,23
30/IX	140,77	56,09	106,26	56,45	49,40	81,70

полями до начала оросительного периода. Сезонная динамика каждого из наблюдаемых годов имеет свои индивидуальные особенности. В 1928 г. мы замечаем увеличение содержания гумуса к летним месяцам и уменьшение к осени, в 1929 году непрерыв-

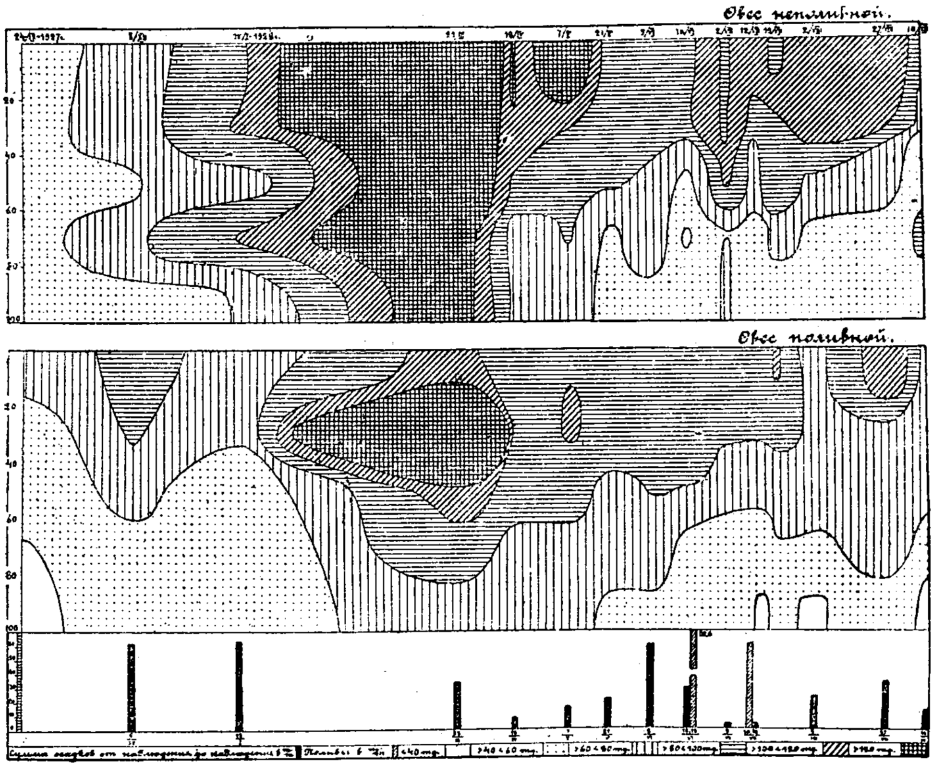


Диаграмма № 30. Динамика водно-растворимого гумуса в почве под овсом 1927/28 гг.

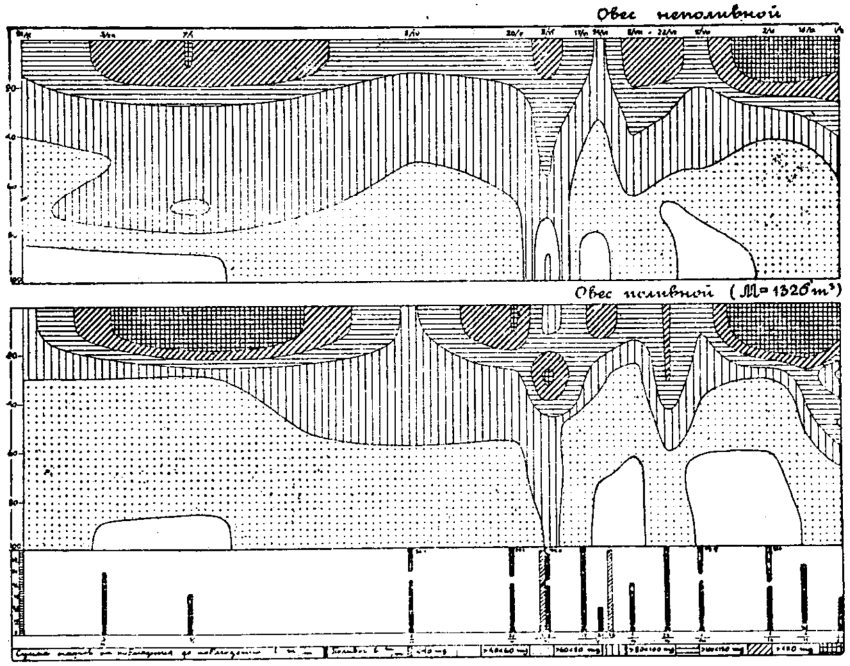


Диаграмма № 31. Динамика водно растворимого гумуса в метровом слое почвы под овсом 1928/29 гг.

ное увеличение до самого конца наблюдений. Для 1928 года определенно выявляется убыль гумуса под влиянием орошения, как в пахотном, так и метровом слое. Максимальное снижение отмечено 2-го июля — 21,77% в пахотном и 28,76% в метровом слое. Среднее снижение за период наблюдения для пахотного слоя — 16,83%, а для метрового — 8,21% (таб. 91,92).

Таблица № 91

Водно-растворимый гумус в пахотном слое почвы (0—20 см) под овсом в период орошения

(в мгр. кислорода на кгр абсолютно сухой почвы)

Дата наблюдения. Культура	7/V	21/V	5/VI	18/VI	2/VII	12/VII	19/VII	Средн.
1928 г.								
Овес неорошаемый . .	158,03	95,96	96,61	92,03	123,45	107,76	123,62	93,11
„ орошаемый . . .	99,39	98,21	92,96	80,05	96,57	93,12	102,15	94,76
Убыло в мгр.	58,64	+ 2,25	3,65	11,08	26,88	14,64	21,47	19,17
„ в %%	37,11	+ 2,34	3,78	12,03	21,77	13,59	17,37	16,83
1929 г.	3/VI	17/VI	24/VI	8/VII	22/VII			
Овес неорошаемый . .	104,27	94,98	71,76	113,31	110,67			99,03
„ орошаемый . . .	72,97	96,91	110,10	91,76	101,18			94,58
Убыло в мгр.	31,30	+ 1,93	+ 38,14	21,55	9,49			4,45
„ в %%	30,02	+ 2,03	+ 56	19,02	8,58			4,49

Таблица № 92

Среднее содержание водно-растворимого гумуса в метровом слое почвы под овсом в период орошения

(в мгр. кислорода на кгр абсолютно сухой почвы)

Дата наблюдения. Культура	7/V	21/V	5/VI	18/VI	2/VII	12/VII	19/VII	Среднее
1928 г.								
Овес неорошаемый . .	98,64	76,09	79,69	64,40	97,62	71,49	81,78	81,39
„ орошаемый . . .	85,37	78,20	78,77	70,63	69,55	66,02	74,22	74,68
Убыло в мгр.	13,27	+ 2,11	0,92	+ 6,23	28,07	5,47	7,56	6,71
„ в %%	13,45	+ 2,78	1,16	+ 9,98	28,76	7,65	9,24	8,25
1929 г.	3/VI	17/VI	24/VI	8/VII	22/VII			
Овес неорошаемый . .	91,82	63,82	53,07	76,06	69,31		—	70,81
„ орошаемый . . .	82,32	67,90	60,24	52,17	75,40		—	66,61
Убыло в мгр.	9,50	0,90	+ 7,17	23,89	+ 6,09		—	4,20
„ в %%	10,35	1,41	+ 13,51	31,41	+ 8,77		—	5,95

В 1929 году четкой картины убыли гумуса ни в пахотном, ни в метровом слое не наблюдалось: здесь наряду с показателями значительной убыли (31,41% в наблю-

дении 8/VII) отмечаются и увеличения. Необходимо только иметь в виду, что эти увеличения приходятся на межполивные периоды. В сроки же непосредственно после поливов всегда заметна убыль. Средние показатели также дают убыль под влиянием орошения (для пахотного слоя 4,49%, а для метрового — 5,95%),

В динамике водно-растворимого гумуса в метровом слое за 1928 год (диаграмма № 30) необходимо отметить уменьшение в горизонтах 0—40 см после орошения. По неорошаемой делянке в те же сроки и на той же глубине отмечается увеличение (100—120 мгр против 80—100 мгр). Что касается динамики гумуса в метровом слое почвы за 1929 год, то здесь различий между поливной и неполивной делянками почти незамечается.

Динамика водно-растворимого гумуса под яровой пшеницей.

Осенью 1927 года, в начале опыта, в пахотном слое неполивной делянки гумуса содержалось 44,40 мгр, в метровом слое — 41,35 мгр. На поливной соответственно — 48,70 мгр и 58,54 мгр. (табл. 93,94). Зимой замечается увеличение на обеих делянках и весной мы наблюдаем в пахотном слое на поливной делянке — 104,28 мгр и неорошаемой — 81,75 мгр. (диаграмма № 32). К лету количество водно-растворимого гумуса почти не изменилось, к осени в небольшой степени снизилось на обеих делянках. Колебания гумуса в 1929 году весьма напоминают предшествующий 1928 год (табл 95, 96). В начале наблюдения в пахотном слое почвы неполивной культуры содержалось 85,66 мгр, в метровом слое — 55,61 мгр, в поливной соответственно — 79,26 мгр и 65,19 мгр. Зимой тоже отмечается некоторое увеличение как на поливной, так и на неполивной делянках. К весне количество гумуса уменьшается, причем в почве неполивной делянки опять таки содержится меньше, чем на поливной (79,42 мгр и 92,36 мгр). (Диаграмма № 32). В летние месяцы гумуса в почве содержалось приблизительно поровну на обеих делянках и при том больше чем весной; осенью, количество гумуса еще более увеличилось без существенной разницы между делянками (102,65 мгр в неполивной, 103,33 мгр — в поливной). Таким образом при сезонном рассмотрении не замечается больших отклонений в содержании гумуса под поливными культурами в сравнении с неполивными.

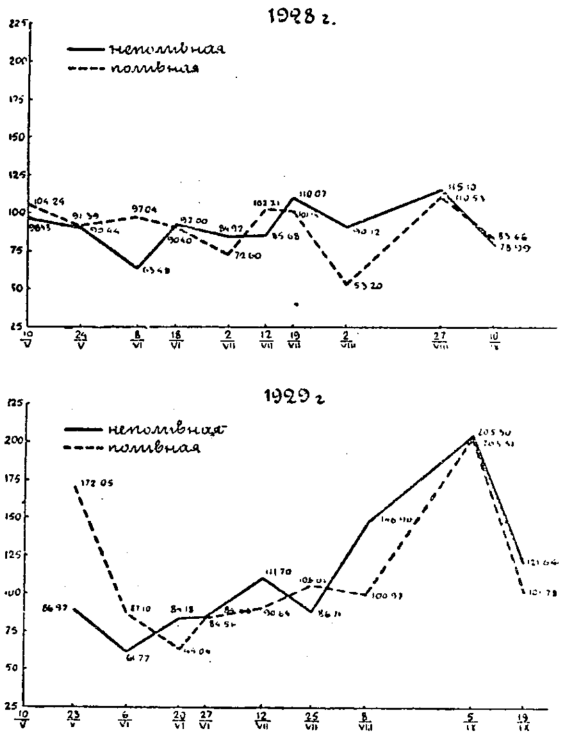


Диаграмма № 32. Динамика водно-растворимого гумуса в пахотном слое почвы под яровой пшеницей.

Для более детального выявления этой особенности в поведении водно-растворимого гумуса в почве под яровой пшеницей сравним поливные делянки с неполивными в период орошения (табл. № 97, 98). В 1928 году в пахотном слое, под влиянием первого полива, замечается снижение гумуса на 14,51% по сравнению с неполивной, а после второго, наоборот, имеет место увеличение на 19,30%. В среднем за оросительный сезон снижение на 1,69%. В метровом слое в период орошения неизменно отмечается увеличение водно-растворимого гумуса от 3,55% до 10,74%; средняя да т увеличение на 6,78% (по сравнению с неполивной).

В 1929 г. в пахотном слое после первого полива замечается, в противоположность предшествующему году, увеличение на 41,01%, повидимому, вследствие сухой весны этого

Таблица № 93

Водно-растворимый гумус (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Пшеница яровая неполивная

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
26/X	—	44,40	51,41	74,82	33,98	32,13	41,35
7/XII	—	80,42	77,33	90,58	57,07	74,24	75,93
1928 г.							
16/I	—	126,37	88,64	86,52	93,10	112,43	101,41
2/IV	—	98,15	107,43	70,57	60,39	32,34	73,77
23/IV	—	81,75	84,00	71,97	41,04	40,44	63,84
10/V	93,09	96,43	125,09	69,27	71,42	53,75	83,19
24/V	—	90,44	88,65	76,98	70,82	45,86	74,55
8/VI	71,13	63,48	65,27	41,86	45,73	40,78	51,42
18/VI	—	92,00	73,53	54,13	40,58	39,19	59,88
2/VII	—	84,92	74,42	51,41	49,21	35,64	59,12
12/VII	97,70	85,68	66,68	66,83	59,49	48,57	65,45
19/VII	—	110,07	89,48	57,38	39,14	36,96	66,60
2/VIII	—	90,12	66,96	65,23	50,29	46,80	63,88
27/VIII	113,00	115,10	98,19	57,73	46,00	38,90	71,18
20/IX	86,12	78,99	60,75	49,78	48,52	27,91	53,18

Таблица № 94

Водно-растворимый гумус (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Пшеница яровая поливная (М = 1551 м³/га)

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
26/X	—	48,70	58,84	55,13	83 14	46,92	58,54
7/XII	—	114,30	85,20	60,72	79,26	62,81	80,46
1928 г.							
16/I	—	125,71	147,71	112,97	90,39	118,38	119,03
2/IV	—	78,35	102,90	70,77	71,13	38,43	72.31
23/IV	—	104,28	89,88	65,35	93,12	38,52	78.23
10/V	146,88	104,24	85,65	69,12	57,41	59.75	75,23
24/V	—	91,39	82,43	75,41	64,73	56,80	74,15
8/VI	73,91	97,04	66,87	67,13	60.36	52,55	68,79
18/VI	—	90,40	80,32	62,95	43,56	47,90	65,02
2/VII	—	72,60	81,79	64,46	56,28	52,22	65,47
12/VII	111,13	102,21	87,86	71,28	51,88	35,25	69,69
19/VII	—	101,14	97,12	62,36	45,31	38,94	68,97
2/VIII	—	53,20	71,27	68,01	48,78	42,32	56,71
27/VIII	122,25	110,53	66,64	50,99	57,51	39,03	64,94
10/IX	114,64	84,66	69,25	68.33	46,68	36.61	60,90

Таблица № 95

Водно-растворимый гумус (в млг. на кгр абсолютно сухой почвы)

Яровая пшеница неполивная.

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0–20	20—40	40—60	60–80	80—100	
1928 г. 5/XI	85,66	47,49	60,91	44,09	39,42	55,51
6/XII	79,42	74,29	66,99	52,73	44,45	63,58
1929 г. 10/I	106,49	88,77	96,98	72,49	49,84	82,91
11/IV	80,01	69,81	63,59	41,51	67,11	64,41
23/V	86,97	86,21	65.08	50,98	29,45	63,74
6/VI	61,77	55.96	45,27	38,78	35,36	47,43
20/VI	84,18	71,13	40,74	73,62	36,16	61,16
27/VI	84,63	75,01	30,87	48,05	52,73	52,25
12/VII	111,70	81,75	61,28	63,45	44,92	68,62
25/VII	86,71	85,84	70,69	44,36	41,97	65,91
8/VIII	146,90	103,24	88,21	60,11	49,23	89,54
5/IX	205,30	107,02	81,25	66,15	53,51	102,65
19/IX	121,64	85,19	67,50	58,52	44,87	75,54

Таблица № 96

Водно-растворимый гумус (в мгр. на кгр абсолютно сухой почвы.

Яровая пшеница поливная (М=1 335 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60–80	80—109	
1928 г. 5/XI	79,26	78,96	71,20	48,70	47,85	65,19
6/XII	99,54	68,86	78,52	45,02	46,88	67,76
1929 г. 10/I	164,83	54,39	100,18	60,35	60,83	88,12
11/IV	92,36	37,54	58,96	62,00	48,50	69,87
23/V	172,05	124,76	66,17	67,42	52,56	96,59
6/VI	87,10	74,39	68,85	47,15	42,81	64,06
20/VI	64,04	39,54	40,34	32,00	26,40	40,46
27/VI	84,56	80,50	55,06	45,71	36,61	60,49
12/VII	90,64	96,37	64,32	52,14	46,94	70,08
25/VII	106,02	106,54	89,72	46,40	51,62	80,06
8/VIII	100,97	68,56	71,63	74.75	58,01	74,78
5/IX	203,31	95,36	87,55	68,54	61,87	103,33
19/IX	101,78	92,89	81,25	71,54	45,18	78,61

Таблица № 97

Водно-растворимый гумус в пахотном слое почвы (0—20 см) под яровой пшеницей в период орошения (в мгр. кислорода на кгр абс. сухой почвы).

Культура \ Дата наблюдений.	2/VII	21/VII	19/VII			Средн.
1928 год						
Яровая пшеница неорошаемая .	84,92	85,69	110,07	—	—	93,56
„ „ орошаемая	72,60	102,21	101,14	—	—	91,96
Убыло в мгр.	12,32	+ 16,53	8,93	—	—	1,58
„ „ %%	14,51	+ 19,30	+ 8,12	—	—	1,69
1929 год	6/VI	20/VI	27/VI	12/VII	25/VII	—
Яровая пшеница неорошаемая .	61,77	84,18	84,65	117,70	86,71	85,80
„ „ орошаемая	87,10	64,04	84,56	90,64	106,02	83,47
Убыло в мгр.	+ 25,33	20,14	0,07	21,06	+ 19,31	0,67
„ „ %%	+ 41,01	23,92	0,08	18,85	+ 22,27	0,78

Таблица № 98

Среднее содержание водно-растворимого гумуса в метровом слое почвы под яровой пшеницей в период орошения (в мгр. кислорода на кгр абс. сухой почвы).

Культура \ Дата наблюдений.	2/VII	12/VII	19/VII			Средн.
1928 год						
Яровая пшеница неорошаемая .	59,12	65,45	66,60	—	—	63,72
„ „ орошаемая . .	65,47	69,69	68,97	—	—	68,04
Убыло в мгр.	+ 6,35	+ 4,24	+ 2,37	—	—	+ 4,32
„ в %%	+ 10,74	+ 6,87	+ 3,55	—	—	+ 6,78
1929 год	6/VI	20/VI	27/VI	12/VII	25/VII	—
Яровая пшеница неорошаемая .	47,43	61,16	58,25	68,62	65,91	60,27
„ „ орошаемая . .	64,06	40,46	60,49	70,08	80,06	63,03
Убыло в мгр.	+ 16,63	20,70	+ 2,24	+ 1,46	+ 14,15	+ 2,76
„ в %%	+ 36,07	+ 33,84	+ 3,83	+ 2,13	+ 21,46	+ 4,59

года. В среднем количество водно-растворимого гумуса в 1929 году в пахотном слое не изменилось; в метровом слое отмечается увеличение на 4,38%.

Все вышеизложенное можно проследить на диаграммах № 33 и № 34 по динамике водно-растворимого гумуса в метровом слое.

Приведенные материалы по динамике водно-растворимого гумуса выдвигают совершенно определенную агротехническую проблему.

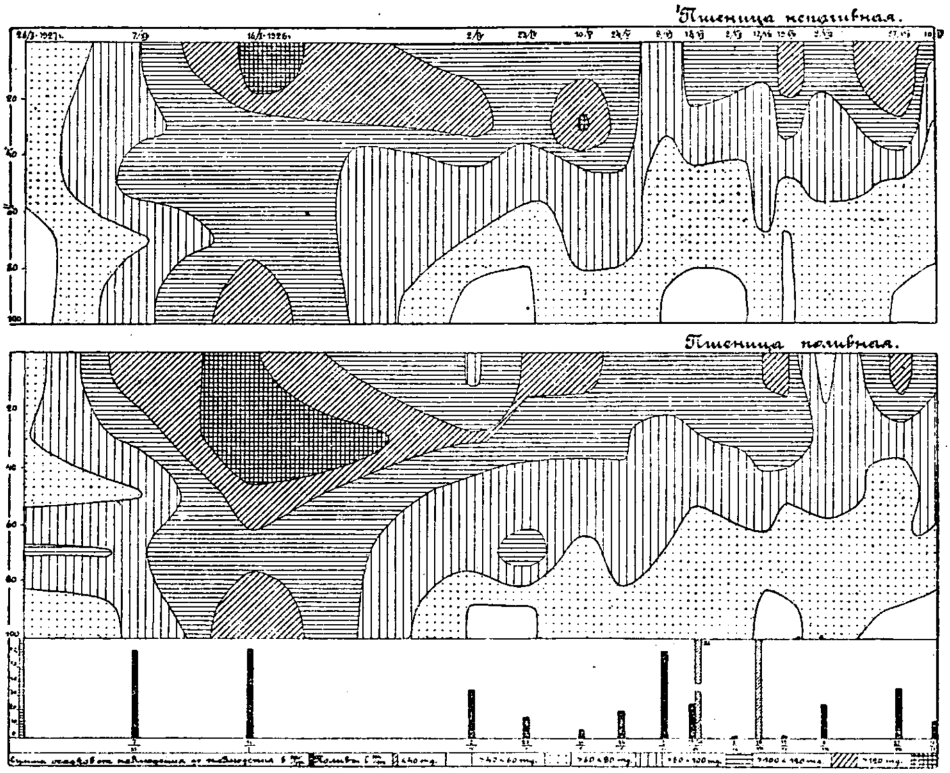


Диаграмма № 33. Динамика водно-растворимого гумуса в метровом слое почвы под яровой пшеницей в 1927/28 гг.

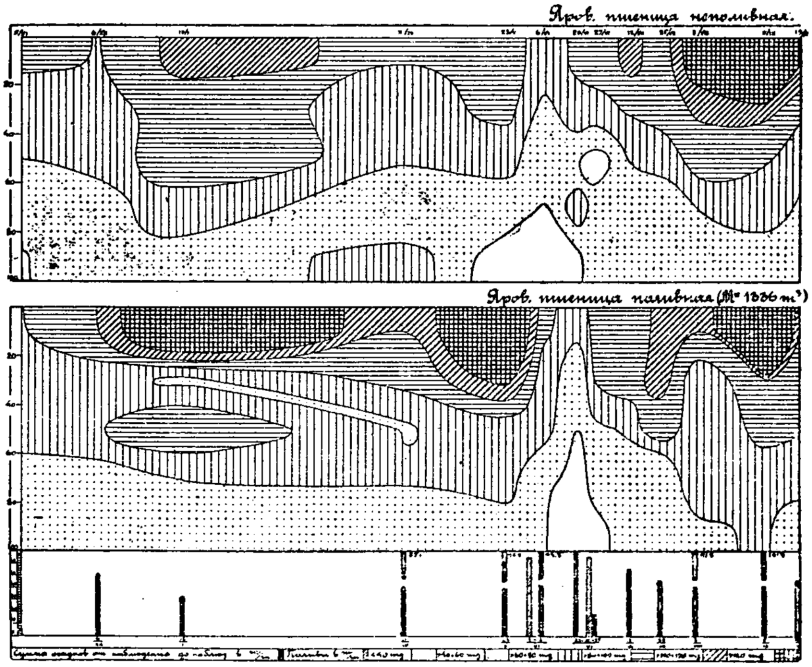


Диаграмма № 34. Динамика водно-растворимого гумуса в метровом слое почвы под яровой пшеницей 1928/29 гг.

Справедливо отмечено Ф. Ю. Гельцер, что „сложность проблемы органического вещества почвы заключается в противоречивости предъявляемых к нему требований". С одной стороны нужно стремиться с помощью целого ряда агротехнических приемов обеспечить оптимальные условия для минерализации, с целью освободить связанные элементы зольного и азотистого питания растений, с другой стороны, для создания благоприятных физических условий почвы важно сохранять и накапливать до известного предела нетронутой массу органического вещества почвы.

Задача может быть разрешена, как показали работы Ак-Каванской опытной станции, путем внесения минеральных удобрений, навоза и введением в севооборот кормовых трав. Так, при посеве люцерны на 1 год увеличивается содержание в почве органического вещества на 4%; при посеве люцерны + житняк — на 18%, и люцерны + тефф — на 24%; при этом отмечалось и улучшение структуры почвы. Увеличение органического вещества шло за счет гемицеллюлозы + целлюлозы (табл. № 99).

Таблица № 99.

Влияние кормовых трав на соотношение гемицеллюлозы+целлюлозы и лигнина в почве
(в %% к хлопковому полю).

Образцы почвы с полей:	Гемицеллюлоза + целлюлоза	Лигнин
Хлопчатника	100,0	100,0
Люцерны	114,7	111,8
Люцерны + житняка	125,0	115,0
Люцерны + тефф	125,5	116,0

Таблица № 100.

Влияние трехлетней культуры люцерны на формы органического вещества почвы.
(в %% к пару).

Образцы почвы с полей:	Гемицеллюлоза + целлюлоза	Лигнин
3-го летнего орошаемого пара	100	100
3-х летней орошаемой люцерны	136	126

В другом опыте при сравнении 3-х летней орошаемой люцерны с трехлетним орошаемым паром (табл. 100) видно, что под люцерной количество органического вещества увеличилось за счет гемицеллюлозы и целлюлозы на 36% и лигнина — на 26%. При сравнении семилетней культуры хлопчатника без удобрений с культурами ежегодно удобряемыми навозом и полными минеральными удобрениями (табл. № 101), видим, что накопление органического вещества почвы на делянке с навозом шло за счет лигнина и целлюлозы.

Таблица № 101

Влияние навоза и минеральных удобрений на формы органического вещества почвы при бессменной культуре хлопчатника.
(в %% к неудобренному полю).

Образцы почвы	Гемицеллюлоза	Целлюлоза	Лигнин
Без удобрения	100	100	100
Полное минеральное удобрение	88	102	100
Навоз	130	139	139

Выводы

Из всего материала можно констатировать:

1. Валовое содержание органического вещества в черноземе, как в отдельных горизонтах, так и в метровом слое, при орошении в течение года не изменилось, за исключением поля, занятого озимой пшеницей, в метровом слое которого убыль при орошении в среднем составляет 17,33% по сравнению с неорошаемым полем.

2. В годы влажные (1928 г.) в черном пару наибольшее количество водно-растворимого гумуса наблюдается летом. К осени количество его убывает, причем более интенсивно на делянке орошаемой. Наоборот, в годы сухие (1929) г.) количество водно-растворимого гумуса возрастает к осени.

3. При орошении количество водно-растворимого гумуса в почве парового поля убывает в сравнении с неорошаемым паром, причем более интенсивно убыль происходит в годы влажные, нежели в сухие, и больше в верхних горизонтах. Возможно, что, при орошении водно-растворимый гумус вымывается из верхних горизонтов почвы в нижние (и в грунтовые воды).

4. При заведомо преувеличенных оросительных нормах количество водно-растворимого гумуса в почве парового поля не изменилось, а в отдельных случаях даже увеличилось.

5. Под озимой пшеницей количество водно-растворимого гумуса к весне убывает, затем, идет увеличение его до самой осени. При орошении темп нарастания замедляется.

6. Под кенафом при орошении отмечается интенсивная убыль водно-растворимого гумуса; с прекращением орошения процесс меняет направление—количество гумуса в почве увеличивается. В почве неорошаемой количество водно-растворимого гумуса к осени увеличивается.

При увеличенных оросительных нормах (4 404 и 5 645 м³/га) динамика водно-растворимого гумуса существенно не изменяется по сравнению с динамикой его при оптимальной оросительной норме.

7. Под овсом и яровой пшеницей при орошении убыль водно-растворимого гумуса происходит значительно меньше, чем в черном пару и под кенафом, что, повидимому, связано с различными оросительными нормами под этими культурами и с меньшим числом поливов.

НИТРИФИКАЦИЯ

Изучению процессов нитрификации уделялось довольно большое внимание нашими научно-исследовательскими учреждениями, однако многие стороны этого процесса не освещены в достаточной степени и по настоящее время. Особенно много неясного в том, как протекают процессы нитрификации при применении искусственного орошения, когда нарушается естественный ход почвенных процессов.

Вопросами нитрификации при применении искусственного орошения занимались Ак-Кавакская и Голодно-Степская опытно-оросительные станции, Средне-Азиатская станция удобрений и Западно-Казахстанская с.-х. опытная станция в Казахстане. Работы также велись на станциях Северо-Кавказского института гидротехники и мелиорации. Что касается зарубежных работ, то в этой области определенно выдвигается Америка; особенно большое развитие получили работы на опытных станциях в штате Юга (Utah).

При освещении вопросов нитрификации в пределах поставленной перед нами темы мы будем обращать особенное внимание на процессы увлажнения, как на основной; наряду с аэрацией, фактор. Задолго до того, как стало известно, что нитрификация происходит, благодаря деятельности микроорганизмов, во Франции, Германии и Швеции опытом было установлено, что для получения максимального количества нитратов в почве необходимо наличие определенной влажности. Уже в 1887 г. г. Dehérain (50, 51) установлено, что между нитрификацией и влажностью почвы под паром имеется известное соотношение, причем содержание нитратов возрастает с повышением влажности.

Boussingault (53) указывал, что почвы с 60% влажности теряют большую часть нитратов, в них содержавшихся.

Dehérain и Demoussy (54) нашли, что работа бактерий в богатой почве достигает своего максимума при 17% содержания влаги, и что эта деятельность уменьшается, когда количество влаги в почве падает до 10% или поднимается до 25%. В почвах, менее богатых гумусом, необходимо было несколько большее количество воды, чтобы замедлить процесс нитрификации. Оптимальное содержание влаги, для нитрификации, по мнению Deherain'a равно 25%.

Schloesing (55) нашел, что деятельность бактерий в почвах мелкозернистого типа менее интенсивна по сравнению с более легкими грубозернистыми почвами. Для того, чтобы нитрификация протекала с одинаковой интенсивностью как в легких, так и в тяжелых почвах, в последних должен быть более высокий процент влаги, чем в первых. Разницы содержания влаги в почве в 1% по мнению Dafert'a и Bollinger'a (58) уже будет достаточно чтобы произвести изменения в процессах нитрификации. Fraps (56) нашел, что количество нитрифицирующих организмов в почве находится в зависимости от ее влажности. Позже он открыл, что нитрификация достигает своего высшего развития в почве увлажненной до 55,6% от полной влагоемкости. Чрезмерные количества воды почти приостанавливали процесс, и в общем, были значительно вреднее, нежели известный недостаток влаги. Работы Goleman'a (57) с почвами глинистого типа показали, что образование нитратов шло всего сильнее при содержании влаги в почве около 16% и сильно замедлялось, когда содержание влаги уменьшалось до 10% или увеличивалось до 26%.

Работа Petterson'a и Scott'a (58) интересна в том отношении, что по их данным, при возрастающей влажности песчаных и глинистых почв, нитрификация в них понижается, если содержание влаги приблизительно утраивается сравнительно с воздушно-сухой почвой. При низкой влажности нитрификация в песчанных почвах начинается при меньшем количестве воды, чем в глинистых; при более высокой приостанавливается в песчаных почвах на меньшем уровне влажности, чем в глинистых. Оптимальное количество воды, различно для каждой почвы; оно выше для глинистой, но все таки для

обеих почв лежит в пределах от 14% до 18%. Превышение этого оптимального количества влаги вреднее, чем равное уменьшение ниже оптимума.

Работами Stevart'a и Greavs'a (59) на опытной станции в Юта (Utah) установлено, что орошение производит определенно благоприятный эффект на нитрификацию, которая достигает наибольшей величины при применении 15 дюймов воды, когда содержание азота нитратов определилось в 28,5 фунтов на акр-фут почвы. Наибольшая прибыль на дюйм воды была получена при применении только 7,5 дюймов воды; в результате этого образовалось 3,8 фунта азота нитратов на дюйм воды, в то время как при применении 15 дюймов воды было получено 1,1 фунт на дюйм прибавленной воды, а при применении 25 дюймов количество образовавшегося азота нитратов достигало только 0,7 фунта.

Sharp (60) обнаружил, что максимальная нитрификация происходила при содержании влаги в почве в 19%: при увеличении ее количества до 25% степень нитрификации уменьшалась до 50% от максимума.

Из приведенной иностранной литературы можно видеть, что деятельность бактерий в почве, ее нитрификационная способность зависят от влажности, но что требуемый оптимум влажности неодинаков для разных почв.

В работах опытного поля Тимирязевской сельско-хозяйственной Академии (61) также установлено, что процесс нитрификации стоит в прямой зависимости от степени влажности и при высоких влажностях, равных полной влагоемкости и выше, процесс нитрификации совершенно замирает. Степенью влажности почвы, наиболее благоприятною для накопления азота нитратов, является 60—80% от полной влагоемкости. При более низких степенях—20, 30, 40%—процесс, как указано, затухает, но в большинстве случаев не прекращается совершенно. Отмечается также, что увеличение влажности губительнее действует на деятельность бактерий нежели уменьшение, и это является косвенным доказательством большой потребности нитрифицирующих бактерий в кислороде.

По работам П. Гирно (62) влажность в 60% является наиболее благоприятной. При 80% нитрификации идет уже слабее. Что же касается влияния температуры, то по данным А. А. Кудрявцевой (61), 25 — 38° являются оптимальными пределами при оптимальной влажности. Высокие температуры порядка 45°—60° подавляют образование нитратов и влекут за собой энергичное об разование аммиака; низкие температуры задерживают процесс.

Таким образом и по работам наших научно-исследовательских учреждений, проведенных в лабораторной обстановке, видно, что влажность и температура являются основными факторами нитрификации.

Перейдем теперь к рассмотрению процесса нитрификации в связи с орошением,

По Средней Азии необходимо отметить работы: Е. А. Жорикова (63) на Средне-Азиатской станции удобрений, Ф. Ю. Гельцер (64) на Ак-Кавакской опытной станции и С. А. Кудрина (65) на Голодно-Степской с.-х. опытной станции. Указанные станции находятся все вблизи г. Ташкента, расположены на карбонатных сероземах, причем почвы Голодно-Степской с.-х. станции засолены.

Количество атмосферных осадков в районе указанных станций за год равно, примерно, 250—300 м/м. Наибольшее выпадение осадков приходится на период ноябрь—февраль.

Летний период, май—сентябрь, является в общем сухим. Средняя годовая температура равна 11—14°, средняя месячная наиболее холодного месяца — января 3,3 — 4,8 ниже нуля. Самый теплый месяц—июль (26—28°). Все станции входят в район поливного земледелия.

По наблюдениям Е. А. Жорикова (63) влияние оросительной воды под культурой хлопчатника сказалось на передвижении нитратов из верхних горизонтов вниз до глубины метра. Причем более резко такое передвижение происходило в июне и июле месяцах—в момент наибольшего содержания нитратов в почве.

При более позднем поливе—в августе—передвижение нитратов вглубь наблюдается в значительно меньшей степени, повидимому вследствие незначительного количества их в этот период. Через пять—шесть дней после полива наблюдается обратное движение нитратов опять вверх и в верхних горизонтах происходит не только восстановле-

ние прежнего запаса, но довольно часто и значительное его увеличение, вследствие усиления процесса образования нитратов после увлажнения.

По мнению Е. А. Жорикова (63) кратковременные депрессии после поливов не отражаются непосредственно на питательном режиме растений.

Благоприятное влияние орошения на режим нитратов ясно усматривается (63), из сравнения динамики нитратов в почве неорошаемой целины с их динамикой в почвах хлопковых полей в условиях регулярного орошения (хотя этими наблюдениями приходится пользоваться с большой поправкой на окультуренность почвы см. табл. 102 103, цитируемые по названной работе Е. А. Жорикова).

Таблица № 102.

Режим нитратов в почве целины, по данным водных вытяжек 1929 г.

Горизонты	Мгр. NO_3 на кгр. почвы					
	8/IV	10/V	26/VI	15/VII	23/VIII	22/IX
0—3	—	6,7	10,91	нет	26,05	нет
3—25	3,6	2,6	следы	2,04	6,90	„
25—50	2,34	2,1	„	2,17	нет	„
50—75	7,23	3,3	„	0,93	„	„
75—100	18,73	9,1	8,11	17,12	„	2,23
Сред.	7,86	4,39	2,35	5,50	2,29	0,56

Таблица № 103.

Режим нитратов в 150 и 200 см. слое почвы хлопкового поля по средним данным из 6 делянок за 1929 г.

	Горизонты	Мгр. NO_3 на кгр. почвы									
		5/IV	27/IV	8/V	24/V	22/VI	18/VII	27/VII	16/VIII	30/VIII	13/IX
Средн. из 4 делянок.	0—3	—	—	—	232,80	209,27	232,88	119,62	142,56	—	5,54
	3—25	—	—	—	11,94	31,52	4.52	6,11	2,53	—	3,47
	0—25	5,61	26,00	—	38,45	52,85	31,93	19,73	19,34	—	3,71
	25—50	3,03	7,18	—	3,57	2,69	сл.	сл.	сл.	—	сл.
	50—75	3,50	7,16	—	2,32	2,46	6,11	„	„	—	2,83
	75—100	9,41	6,80	—	3,49	2,49	2,86	„	„	—	сл.
	100—125	6,86	2,33	—	6,35	2,07	3,68	„	2,76	—	4,20
	125—150	1,96	2,95	—	7,23	2,26	16,32	„	2.14	—	10,62
	0—150	5,06	8,73	—	10,23	10,78	10,15	3,28	4,04	—	3,56
Средн. из 2 делянок.	0—3	—	—	48,9	—	60,10	203,89	—	—	сл.	42,35
	3—25	—	—	18,10	—	25,53	1,51	—	—	„	нет
	0—25	2,83	—	21,80	—	29,68	25,80	—	—	„	5,08
	25—50	сл.	—	сл.	—	5.78	7,41	—	—	„	нет
	50—75	4,55	—	„	—	сл.	8,22	—	—	„	„
	75—100	4,14	—	„	—	„	7,69	—	—	„	„
	100—125	3,07	—	„	—	„	13,59	—	—	нет	„
	125—150	2,12	—	„	—	2,34	6,97	—	—	сл.	„
	150—175	—	—	„	—	1,76	4,87	—	—	нет	„
	175—200	—	—	„	—	сл.	3,07	—	—	нет	„
	0—200	2,78	—	2,72	—	5,65	5,70	—	—	сл.	0,63

В то время, как на орошаемом хлопчатнике нитратов было до 209,2 мгр. (в слое 0—3 см.), на целине количество их в это время достигает лишь 10,9 мм. На неорошаемой целине режим нитратов всецело зависит от метеорологических условий года. Типичные для станции условия:—низкое содержание влаги в почве и высокая температура,—

дают в результате на неорошаемой почве целины лишь незначительные количества нитратов и это количество возростает в течение весеннего периода лишь во влажные годы.

С. А. Кудрин (65) подверг наблюдению ход нитрификации под культурой хлопчатника, орошаемого методом затопления. (См. табл. № 104).

Таблица № 104

Нитратный азот (в мгр на кгр почвы)

Слои в см.	Сроки наблюдений					
	До полива 4/VII	После полива 9/VII	12/VII	До полива 1/VIII	После полива 5/VIII	8/VIII
0—3	12,8	11,0	58,0	27,3	1,2	22,0
3—25	33,4	6,8	11,6	1,1	2,5	3,9
25—50	0,70	9,0	3,3	0,5	0,9	следы
50—75	следы	5,2	1,2	0,5	следы	„
75—100	нет	1,3	следы	0,1	„	„

В течение второй половины вегетации, в период июль—сентябрь, почва под хлопчатником подвергалась режиму периодических поливов и обильное увлажнение обычно чередовалось с состоянием иссушения. Верхние слои лишались того запаса нитратов, который был до полива, вследствие вымывания их в более глубокие слои. Поливы уплотняли почву и тем увеличивали ее капиллярную деятельность, так что нитраты постепенно концентрировались в слое до 10 см., почти совершенно исчезая из более глубоких горизонтов.

В работе Ф. Ю. Гельцер (64), таблицы которой мы проводим ниже, изучалась нитрификация при двух способах полива—инфильтрацией и затоплением. Было установлено огромное влияние физического состояния почвы на процесс нитрификации. Оказалось, что нитрификация не претерпевает тех депрессий, которые отмечались Жориковым и Кудриным, в тех случаях, когда при поливах имеет место капиллярное смачивание почвы. При инфильтрационном способе полива лишь незначительная часть почвы входит при поливе в непосредственное соприкосновение с капельно-жидкой водой, большая же часть смачивается постепенно в силу последующего процесса капиллярного увлажнения. При поливе инфильтрацией, по наблюдениям Г. П. Павлова (66), скважность почвы почти не изменяется, в то время как при затоплении общая скважность снижается на 6—9% от каждого полива.

Таблица № 105

Влияние способа полива на нитратный N; горизонт 0—20 см.

(в мгр. на кгр сухой почвы)

Способ полива	Инфильтрация							Затопление							
До полива . . .	19,0	13,8	6,2	10,7	24,7	34,9	36,1	12,2	22,3	11,4	4,4	9,5	11,6	6,4	2,5
На 3-й день после полива	41,6	12,8	10,4	12,9	53,1	24,2	32,3	12,1	10,7	4,2	3,9	4,3	2,9	3,0	2,6

Таблица № 106

Влияние способов полива на нитратный N; горизонт 20—100 см.

(в мгр на кгр. сухой почвы)

Время определения	Способ полива															
	Инфильтрация								Затопление							
До полива	7,3	8,1	6,4	2,8	3,4	4,7	9,6	3,7	5,9	8,4	5,4	2,1	5,7	3,3	4,4	2,9
На 3-й день после полива	7,4	17,3	9,1	6,8	4,9	21,2	8,7	7,7	6,2	5,9	3,7	3,0	4,3	13,1	5,8	5,0

В силу этого получается, что после полива хлопчатника инфильтрацией количество нитратного азота в пахотном горизонте значительно возрастает, а при затоплении, наоборот, резко снижается(см. табл. 105). В более глубоких горизонтах при инфильтрации наблюдается также увеличение количества нитратов во всем метровом слое, в то время как при затоплении в первые дни после полива наблюдается их определенное убывание (см. табл. 106).

Таблица № 107

Влияние инфильтрационного полива на нитратный азот парового поля.

(в мгр на кгр сухой почвы)

Время опред.	Горизонт													
	0—20 см							20—100 см						
До полива	43,2	34,9	114,6	11,0	13,0	36,7	30,1	4,0	3,7	2,9	4,4	6,1	3,5	5,8
На 3-й день после полива	59,5	170,2	18,6	34,7	85,9	41,9	77,1	12,6	6,0	2,3	3,6	4,3	8,5	1,9

Приблизительно такой же порядок явлений наблюдался и в паровом поле. При отсутствии в почве растений весь процесс протекает еще отчетливее (см. табл. 107). Помимо показаний полевой работы Ф. Ю. Гельцер воспроизвела процессы нитрификации в лабораторной обстановке. Почва размещалась по сосудам (размер 40×30 см.) и подвергалась увлажнению до 60% полной влагоемкости. Один сосуд орошался затоплением, другой — по бороздам возле краев сосуда, представляя орошение инфильтрацией.

Таблица № 108

Опыт 1

Обработки / Сроки / Способ орошения	До рыхления			После рыхления			Общее количество за опыт
	До полива	После полива 1-й день	3-й	6-й	8-й	11-й	
Инфильтрация . . .	30,6	8,2	92,1	110,2	44,4	42,9	297,8
Затопление	34,2	22,9	27,0	44,6	44,4	41,5	180,4

Таблица № 109

Опыт 2

Обработки / Сроки / Способ орошения	До рыхления			После рыхления			Общее количество за опыт
	До полива	После полива 1-й день	3-й	11-й	15-й	17-й	
Инфильтрация . . .	61,8	22,4	144,1	125,0	55,6	94,4	444,5
Затопление	62,2	32,6	68,3	60,5	61,7	83,1	306,2

Получилась возможность проследить поведение нитратного азота в зависимости от полива с точностью, недоступной при полевом наблюдении. Эти опыты полностью подтвердили ту разницу между инфильтрацией и затоплением, какая и наблюдалась в поле (см. табл. 108 и 109).

Уменьшение количества нитратов при затоплении об'ясняется не только вымыванием их за пределы метрового слоя, но и обеднением почвы кислородом, вследствие ее затопления и уплотнения, и вообще временным ухудшением физических свойств почвы

пахотного горизонта с возникновением анаэробных процессов, сопровождаемых денитрификацией (Гельцер Ф. Ю. и М. Кононова).

В Казахстане подобные работы были проведены Н. В. Орловским на Западно-Казахстанской с.-х. опытной станции. Станция расположена на светлокаштановых глинистых почвах (Ларин И. В., и Тихомиров Т. Ф. (67), Орловский Н. В (48), проф. Л. И. Иозефович, С. П. Матусевич и И. А. Бесполуденов (70) и отчет Уральской с. х. опытной станции за 1928 г. (68).

Наблюдения были проведены в чистом пару и под пшеницей, подсолнечником и горохом „Нут"в 1928 и 1929 годах.

Таблица № 110

Нитраты в поливных парах (в мгр. на кгр. абсолютно сухой почвы).

Срок	1928 год						1929 год				
	Пар I (оросит. норма 3430 м³)			Пар II (оросит. норма 2311,8 м³)			Пар I (оросит. норма 3059 м³)				
	A	B	BC	A	B	BC	A	B	BC	C	Сроки
5/VI	15,79	6,42	—	5,15	3,58	—	21,58	20,27	13,67	2,86	15/V
							56,77	17,11	9,14	нет	31/V
Полив											полив
19/VI	13,02	4,03	3,47	15,77	5,62	3,99	25,89	14,21	21,36	6,42	17/VI
полив											полив
6/VII	5,52	2,57	—	6,98	5,88	4,28	11,60	7,81	6,69	6,59	3/VII
21/VII	8,67	0,74	2,12	11,11	4,86	2,89	9,91	5,54	7,03	5,43	16/VII
7/VIII	19,03	2,27	3,34	12,87	3,03	2,81	15,99	9,46	9,32	4,35	1/VIII
18/VIII	4,77	3,98	2,94	7,99	9,75	5,23	22,85	5,70	4,63	2,98	14/VIII
7/IX	33,59	5,95	5,58	34,58	4,48	4,41	11,27	7,77	8,34	6,75	29/VIII
21/IX	25,77	8,03	4,92	20,73	6,47	5,26	17,59	5,03	6,04	5,26	2/X
22/X	23,82	5,06	3,03	2,75	6,35	3,35	—	—	—	—	—
12/XI	21,72	4,73	2,17	15,84	3,80	2,38	28,46	12,16	9,94	4,07	4/XI
Средн.	17,17	4,38	3,44	13,38	5,61	3,84	22,19	10,50	9,62	4,47	средн.

Количество нитратов в чистом пару в верхних горизонтах „А" и „ В" снижалось после каждого полива и восстанавливалось к моменту следующего. Замечено вымывание нитратов в горизонты ВС и С.

В почвах под культурами наблюдается более резкое воздействие поливов на жизнь почвы: процесс нитрификации под культурами настолько приостанавливается, что даже осенью после уборки культур восстановления запаса еще не бывает заметно.

Таблица № 111

Уменьшение количества нитратов под влиянием поливов.

	1 полив	2 полив	3 полив
Пшеница	— 3,3	— 4,7	—
Горох „Нут"	— 0,8	— 10,2	—
Подсолнечник	—	— 14,3	— 6,0

Перейдем к рассмотрению имеющихся у нас данных по Северному Кавказу. Мы уже останавливались на описании условий, в которых производились нами работы. Отличительной особенностью этих работ является то, что во время их выполнения все время выпадало довольно много осадков; таким образом к действию орошения присоединялось и действие осадков. В этом отношении наши работы подходят ближе к работам Западно-Казахстанской с.-х. опытной станции.

Нитрификация на черном пару

Для того, чтобы выявить точно и в отдельности влияние атмосферых осадков, мы проследили в наших опытах их действие на неорошаемых полях. Наблюдения над динамикой нитратов в зависимости от влияния атмосферных осадков в черном пару за 1928 год систематизированы в таблице № 112.

Осадки, выпавшие перед наблюдением 24/V, сопровождались повышением количества нитратов во всем метровом слое. Воздействие их на количество нитратов по отдельным горизонтам почвы неодинаково. Осадки перед наблюдением 21/VI дали увеличение количества нитратов в первых трех горизонтах (до 60 см. глубины) и уменьшение в двух нижних горизонтах (60—100 см.). Подобным же образом осадки, выпавшие перед 30/VII, вызвали увеличение количества нитратов в двух верхних горизонтах, до глубины 40 см., и уменьшение в горизонтах, лежащих ниже. Осадки перед 16/VIII сопровождаются прерывистым действием по отдельным горизонтам. И, наконец, наблюдение 7/IX, которому также предшествовали атмосферные ос дки, сопровождается определенным уменьшением количества нитратов во всей толще метрового слоя.

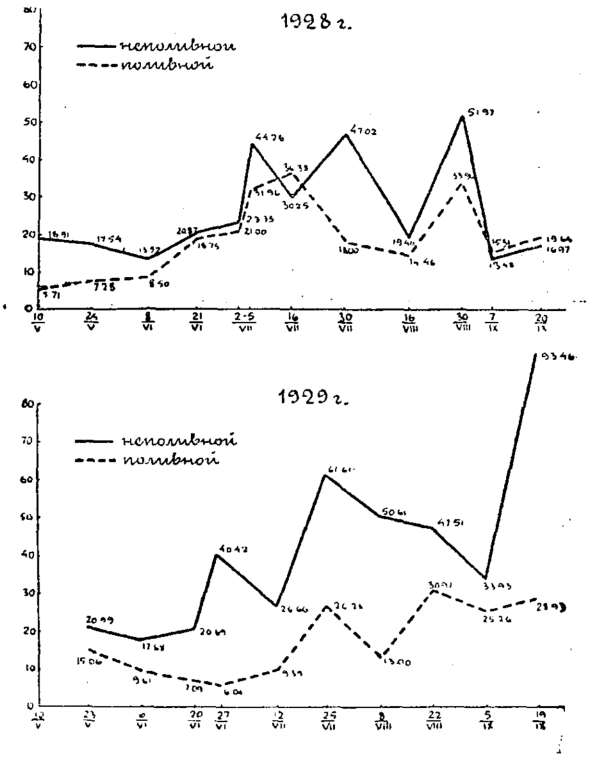


Диаграмма № 35. Динамика нитратов в пахотном слое почвы в пару.

В 1929 году (табл. № 114,115) осадки перед наблюдением 20/VI сопровождались повышением нитратов только в пахотном слое (0—20 см.), во всех же остальных горизонтах под влиянием этого дождя количество азота нитратов понизилось; так, в горизонте 20—40 см. усматриваем уменьшение с 10,96 мгр. до 4,65 мгр. Под влиянием дождя, выпавшего перед наблюдением 27/VI, количество нитратов возросло во всем метровом слое.

Действие дождей перед наблюдением 12/VII выразилось в убывании нитратов в пахотном горизонте и увеличении их во всех остальных горизонтах метрового слоя. Атмосферные осадки, выпавшие перед 19 IX, дают определенное повышение для всего метрового слоя почвы. Таким образом, на поле неорошаемого черного пара в преобладающем большинстве случаев выпадение атмосферных осадков сопровождается накоплением нитратов в пахотном горизонте почвы (0—20 см.).

Теперь перейдем к явлениям воздействия искусственного орошения на динамику нитратов. Начнем с черного пара в 1928 году (таблица № 113). Первый полив, произведенный перед наблюдением 16/VII, дает сразу обогащение нитратами всего метрового слоя: в пахотном слое вместо 31,96 мгр их оказалось 36,38, в горизонте 20—40 см. вместо 9,56 мгр.—27,13, в горизонте 60—80 см. вместо 1,80 мгр—21,16 мгр, в горизонте 80—100 отмечены до 3,64 мгр. В пахотном горизонте нитратов оказалось больше, чем в том же горизонте неорошаемого черного пара правда, отмеченная разница 6,1 мгр—очень незначительна (36,38—30,28).

Следующий полив был произведен перед наблюдением 30/VII. Наблюдение дает ряд цифр с чрезвычайно характерным почти без отклонений падением показаний, по мере, углубления, но в самом глубоком горизонте 80—100 см. это падение сменяется подъемом, притом очень значительным (слои 0—20, 20—40, 40—60, 60—80 соответственно с

Таблица № 112

Азот нитратов (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Пар черный неполивной.

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0-20	20—40	40—60	60-80	80—100	
1927 г.							
5/X	—	4.77	сл.	сл.	н.	н.	0.95
24/X	—	6.35	4.76	„	„	сл.	2.22
5/XII	—	6.88	23.52	6.83	2.24	н.	7.89
1928 г.							
12/I	—	5.05	9.76	3.00	2.78	сл.	4.12
29/III	—	сл.	5.89	1.80	н	н.	1.54
23/IV	—	3.39	3.86	3.29	11.70	сл.	4.45
10/V	22.47	18.91	6.04	2.26	0.65	„	5.57
24/V	—	17.54	13.08	16.27	5.49	2.12	10 90
8/VI	11.00	13.52	15.85	10.52	3.63	3.75	9.45
21/VI	—	20.87	18.21	11.61	3.75	сл.	10.89
2/VII	—	23.35	13.66	10.70	3.08	„	10.16
5/VII	—	44.26	7.78	7.01	2.13	„	12.23
16/VII	42.83	30.25	23.05	15.83	5.93	2.21	15.45
30/VII	—	47.02	28.16	10.23	3.07	2.63	18.22
16/VIII	—	19.46	39.60	10.58	6.30	2.43	15.67
30/VIII	67.42	51.97	28.42	9.86	3.63	18.81	22.54
7/IX	—	13.48	сл.	5.61	3.38	сл.	4.49
20/IX	—	16.97	1.25	12.18	0.59	„	6.20

Таблица № 113

Азот нитратов (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Пар черный поливной (М = 2562 м/га)

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60-80	80—100	
1927 г.							
5/X	—	2.74	сл.	сл.	сл.	сл.	0.55
24/X	—	4.04	4.31	3.07	„	„	2.28
5/XII	—	11.61	7.87	3.55	н.	н.	4.00
1928 г.							
12/I	—	4.27	6.50	2.80		сл.	2.71
29/III	—	2.05	2.73	2.96		н.	1.55
23/IV	—	2.74	1.60	2.83	сл.	сл.	1.43
10/V	30.44	5.71	6.99	1.09	„	„	2.76
24/V	—	7.28	16.95	6.85	4.00	„	7.01
8/VI	6.03	8.50	7.95	8.29	2.55	0.93	5.64
21/VI	—	18.75	17.12	10.13	3.52	сл.	9.90
2/VII	—	21.00	6.98	8.85	2 22	„	7.81
5/VII	—	31.96	9.56	4.73	1.80	„	9.61
16/VII	30.69	36.38	27.13	15.37	21.16	3.64	20.73
30 VII	—	18.00	29.94	11.69	8.20	20.47	17.66
16/VIII	—	14.46	18.55	20.51	7.13	2.72	12.67
30/VIII	42.17	33.96	33.21	16.90	5.71	2.30	18.41
7/IX	—	15.31	12.87	9.66	7.22	3.54	9.72
20/IX	1.96	19.65	20.10	17.15	11.62	6.78	15.06

Таблица № 114

Азот нитратов (в мгр. на кгр абсолютно сухой почвы)

Черный пар неполивной.

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	10.13	5.74	3.48	1.77	следы	4.22
6/XII	2.02	13.94	18.26	3.97	1.99	6.95
1929 г.						
11/IV	следы	15.12	14.78	4.57	следы	6.89
23/V	20.99	5.32	13.67	11.66	3.77	11.08
6/V	17.68	10.96	16.89	7.29	следы	10.56
20/5	20.69	4.65	4.24	следы	"	5.91
27/VI	40.42	21.23	16.56	20.31	9.47	21.59
12/VII	26.66	28.45	25.48	26.11	15.88	24.51
25/VII	61.61	58.03	47.65	33.54	35.55	47.27
8/VIII	50.61	34.27	26.74	19.42	8.79	27.96
22/VIII	47.51	52.14	55.23	68.49	33.42	52.35
5/IX	32.93	24.56	24.86	12.13	8.66	20.82
19/IX	93.46	46.06	34.83	30.48	7.81	42.52

Таблица № 115

Азот нитратов (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Пар черный полив ной (М 2837 м³/га).

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	16.08	7.99	3.25	2.35	2.06	6.34
6/XII	4.52	17.14	62.21	4.68	2.89	18.28
1929 г.						
11/IV	следы	следы	8.19	следы	следы	1.62
23/V	15.06	11.03	8.91	3.17	2.02	8.08
6/VI	9.61	12.40	7.75	следы	следы	5.95
20/VI	7.09	7.48	7.98	8.38	6.51	7.48
27/VI	6.04	7.17	6.93	следы	следы	4.02
12/VII	9.39	11.39	11.33	8.79	8.58	9.89
25/VII	26.26	19.54	14.81	15.72	17.97	18.86
8/VIII	13.00	12.29	9.01	10.48	4.20	9.79
22/VIII	30.97	25.63	18.23	19.68	8.55	20.61
5/IX	25.26	21.56	15.91	11.80	10.87	17.08
19/IX	28.93	26.07	18.52	15.28	14.81	20.72

36,38 до 18,00; с 27,13 до 29,94; с 15,37 до 11,69; с 20,16 до 20 и 80—100 с 3,64 до 20,48). До следующего наблюдения 10/VIII имели место два полива и один дождь и отмечается то же самое явление убывания нитратов в метровой толще почвы.

воздействие дальнейших двух поливов не вплеталось влияние осадков, так как дождей не было: в верхних двух горизонтах отмечается не убывание, а увеличение количества нитратов, убывание имеет место только в нижних горизонтах 40—100 см.

Таким образом, динамика нитратов в орошаемом пару по опытам 1928 г. не обнаруживает твердой зависимости между отдельными поливами и процессом нитрификации, но если орошаемый пар сравнить с неорошаемым, то понижающее действие орошение на количество нитратов выявляется определенно.

Таблица № 116 дает показатели этой потери в верхнем пахотном слое почвы (0—20 см.) под воздействием искусственного орошения за весь оросительный период, начиная с первого полива.

Таблица № 116

Убыль нитратов от орошения на черном пару в 1928 г. в пахотном слое (в мгр на кгр почвы

Сроки наблюдений / культура	5/VII	16/VII	30/VII	16/VIII	30/VIII	Среднее
Пар неорошаемый	44,26	30,25	47,02	19,46	51,97	38,59
Пар орошаемый	31,96	36,38	18,00	14,46	33,96	26,95
Потеря в мгр.	12,30	+ 6,13	19,02	5,00	18,01	11,64
„ в %%	27,79	+20,26	40,45	25,69	34,65	21,66

Относительное уменьшение количества нитратов под влиянием орошения доходило до 40,45% (30/VII), а в среднем снижение выразилось в 21,66%. Диаграммы №№ 36, 37

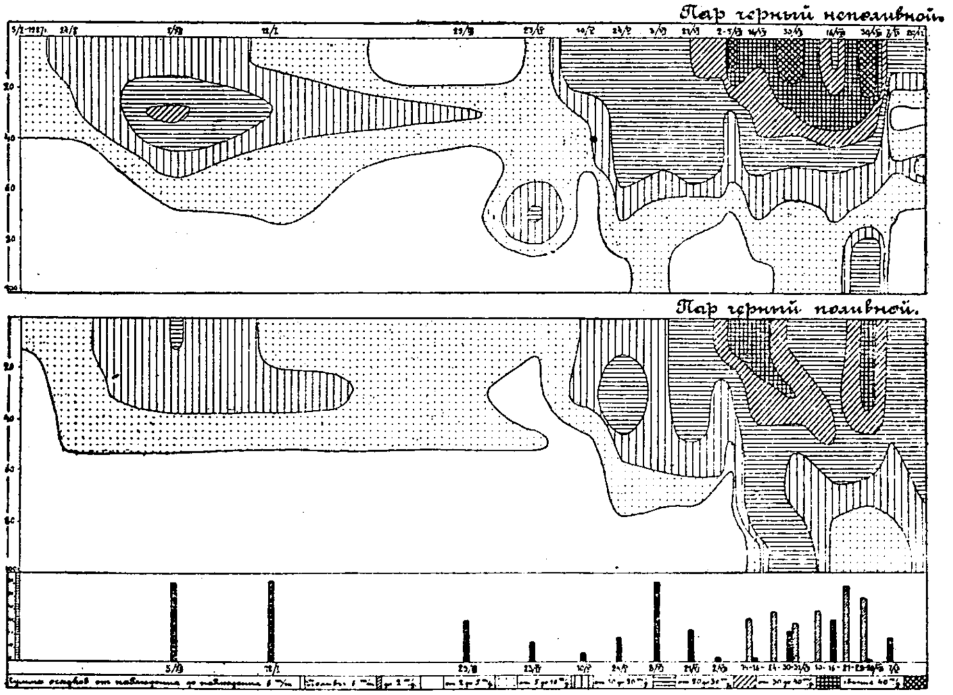


Диаграмма № 36. Динамика нитратов в метровом слое почвы пара 1928 г.

показывают динамику нитратов в почвах орошаемого и неорошаемого полей во времени в пределах метрового слоя. В период соответствующий сезону орошения, в почве неорошаемого поля запасы нитратов равномерно убывали с глубиной (период наблюдения

с 25/V по 30/VIII) на глубине до 30 см.—30—40 мгр, до 40 см.—20—30 мгр, до 50 см.—10—20 мгр до 70 см.—5—10 мгр до 100 см.—2—5 мг.

На пару орошаемом запасы порядка 30—40 мгр. удерживаются до глубины 40 см., но только в течение чрезвычайно коротких промежутков времени:—с 14 по 30 июня и с 28 по 30 августа. В дальнейшем мы наблюдаем меньшие количества, порядка 20—30 мгр. и также очень ненадолго, с падением до 10—20 мгр. и это уменьшенное количество наблюдается до глубины 70 см. С 24/VII по 30/VII запасы такого порядка и в более глубоких горизонтах—100 см. Но в заключительный период наблюдений с 16/VIII ц фры уже не превышают 10 и даже 5 мгр для всего горизонта 70—100 см. И так черный пар неорошаемый накапливает нитраты в горизонтах 0—30 см. в размерах 30—40 мгр., не обогащая более глубоких горизонтов. И такое распределение держится здесь во весь сезон орошения; на орошаемом поле, количество нитратов ни в каких горизонтах не превышает 10—20 мгр., зато это количество находится в почве не только до глубины 30 см., как в неорошаемом пару, а значительно ниже до 70 см общее же содержание нитратов в обоих полях почти одинаково.

Переходим к 1929 году и прежде всего рассмотрим, как подействовало на динамику нитратов орошение.

При сравнении орошаемого пара с неорошаемым (таблица № 117) в пахотном горизонте, также как и в 1928 году, наблюдается значительное снижение количества нитратов на орошаемом пару, доходящее до 94,07, а в среднем—67,13%.

Таблица № 117

Убыль нитратов от орошения в пахотном слое на черном пару в 1929 году
(в мгр. на кгр. почвы)

Сроки наблюдений культуры	20/VI	27/VI	12/VII	25/VII	8/VIII	22/VIII	Средн.
Пар неорошаемый	20,69	40,42	26,66	61,61	50,61	47,51	41,25
Пар орошаемый	7,09	6,04	9,39	26,26	13,00	30,97	15,45
Потеря в мгр.	13,60	34,38	17,27	35,35	47,61	16,54	25,79
» в %%	65,73	85,05	65,76	57,37	94,07	34,81	67,13

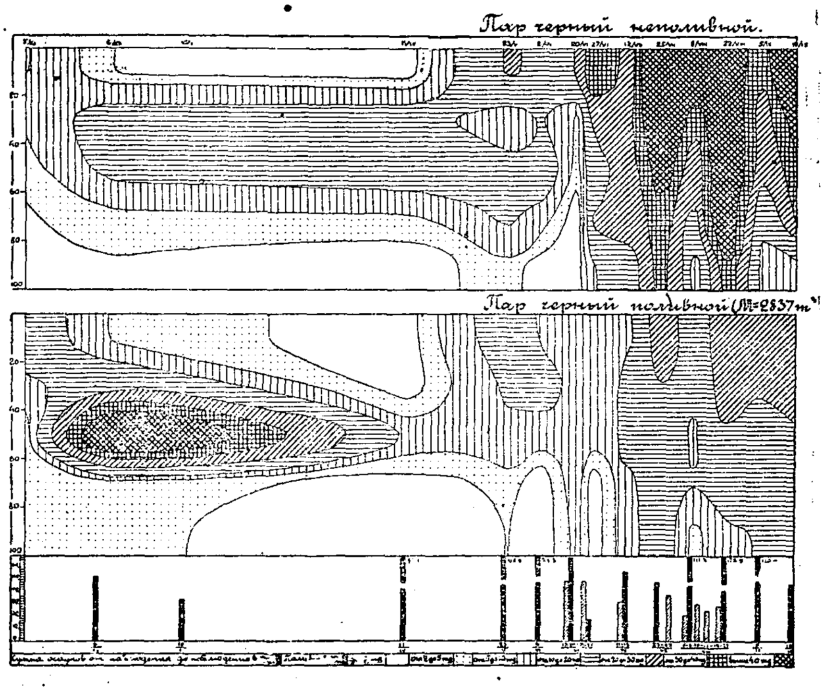


Диаграмма № 37. Динамика нитратов в метровом слое почвы на пару в 1929 г.

При сравнении послойных данных (диаграмма № 37) орошаемого и неорошаемого черного пара в период орошения с 20/VI по 22/VIII, видим яркую разницу: в неорошаемом пару количество нитратов резко увеличивается, доходит до 40 мгр и держится на этой высоте до конца наблюдений; глубина нарастания достигает 50 см., дальше идет постепенное убывание. В орошаемом пару положение обратное: сильное снижение нитратов во всем метровом слое, доходящее до 5—10 мгр. в период первых

Таблица № 118

Азот нитратов (в мгр. на кгр абсолютно сухой почвы)

Черный пар поливной (М = 5443 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	16.08	7.99	3.25	2.35	2.06	6 34
6/XII	4.52	17.14	62.21	4.68	2.89	18.28
1929 г.						
11/IV	следы	следы	8.19	следы	следы	1.63
23/V	15.06	11.03	8.91	3.17	2.02	8.03
6/VI	9.61	12.40	7.75	следы	следы	5.95
20/VI	7.09	7.48	7.98	8.38	6.51	7.48
27/VI	6.04	7.17	6.93	следы	следы	4.02
12/VII	4.77	10.20	15.26	16.50	15.61	12.46
25/VII	8.84	следы	следы	13.28	8.24	6.07
8/VIII	4.98	„	„	следы	следы	0.99
22/VIII	5.61	8.05	„	„	„	2.73
5/IX	5.71	5.08	„	„	„	2.15
19/IX	5.61	5.87	4.96	„	„	3.38

Таблица № 119

Азот нитратов (в мгр. на кгр абсолютно сухой почвы)

Черный пар поливнов (М = 9668 м³ га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	16.08	7.99	3.25	2.35	2.06	6.24
6/XII	4.52	17.14	62.21	4.68	2.89	18.28
1929 г.						
11/IV	следы	следы	8.19	следы	следы	1.63
23/V	15.06	11.03	8.91	3.17	2.02	8.03
6/VI	9.61	12.40	7.75	следы	следы	5.95
20 VI	7.09	7.48	7.98	8.38	6.51	7.48
27/VI	6.04	7.17	6.93	следы	следы	4.02
13/VII	4.43	нет	3.83	2.62	3.01	2.77
25/VII	6.97	следы	следы	следы	7.15	2.82
8/VIII	4.60	4.33	„	„	3.45	2 47
22/VIII	8.48	следы	„	„	следы	1.69
5/IX	5.74	„	„	„	„	1.14
19/IX	следы	„	„	„	„	—

трех поливов; в период последних пяти поливов небольшое увеличение до 10—20 мгр., т. е. до тех самых пределов, которые характерны для всего метрового слоя неорошаемого пара. Орошаемый пар оказался к концу оросительного периода беднее неорошаемого и по общему количеству нитратов: в среднем на метровый слой он содержал всего 20,61 мгр. против 52,36 мгр. неорошаемого пара.

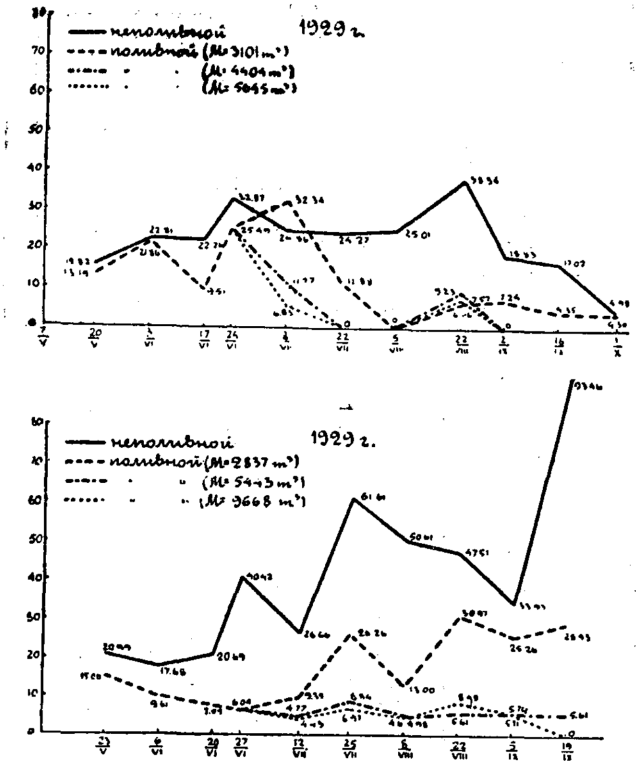


Диаграмма № 38. Динамика нитратов на черном пару (внизу) и под кенафом (сверху) при разных нормах орошения 1929 г.

Чтобы проверить тенденцию к снижению количества нитратов в орошаемом пару, которая наметилась в 1928 году, в 1929 г. (таблица № 118 119) мы ввели в опыт дополнительные делянки с повышенными оросительными нормами, а именно—в 5443м³, (с округлением—5 500³) и 9 668³ (9 500³) на га. Нормы намеренно подогнаны к оросительным нормам кенафа. Кривые нитратов (см. диаграмму № 38) обеих повышенных норм, как выявилось, в общем повторяют кривую оптимальной нормы 2 837 м³ (3 000 м³ га). При этих повышенных нормах также выявляется убыль нитратов в пахотном слое и она находится в прямой зависимости от величины оросительной нормы, (таблица № 120).

Таблица № 120

Убыль нитратов от орошения на черном пару при разных нормах орошения в 1929 г.

Дата / Культура	20/VI	27/VI	12/VII	25/VII	8/VIII	22/VIII	Среднее
1. Неорошаемый пар	20,69	40,42	26,66	61,61	50,64	47,51	41,25
2. Пар орошаемый 5443 . . .	7,09	6, 4	4,77	8,84	4,98	5,61	6,22
3. Пар орошаемый 9668 . . .	7,09	6,04	4,43	6,97	4,60	8,48	6,26
Потеря в мгр. 1—2	13,60	34,38	21,89	52,77	45,63	41,90	35,02
Потеря в % 1—2	65,73	85,05	83,35	85,65	90,10	88,19	83,16
Потеря в мгр 1—3	13,60	34,38	22,23	54,64	46,01	39,03	34,98
Потеря в %% 1—3	65,73	85,05	83,38	88,68	90,85	82,15	82,64

Убыль нитратов за период орошения в пахотном слое орошаемого черного пара по сравнению с неорошаемым при норме 2 837 м³/га (3 000 м³) определяется в среднем в 25.79 мгр; при норме 5443 м³/га (5 500 м³)—35,02 мгр., а при 9 668 м³ (9 500 м³)—34,98 мгр.

За тот же период времени среднее содержание нитратов в метровом слое для пара неорошаемого было 29,93 мгр., орошаемого нормой—2 837 м³/га—11,76 мгр. нормой

5 443 м³/га — 5,62 мгр. и нормой 9 668 м³—3,54 мгр., Таким образом убыль при орошении нормой 2 737 м³ составляла 18,17 мгр., для нормы 5 443 м³—24,31 мгр. и нормы 9 668 м³—28,39 мгр.

Вышеизложенное по динамике нитратов при повышенных нормах орошения иллюстрируется диаграммой № 39.

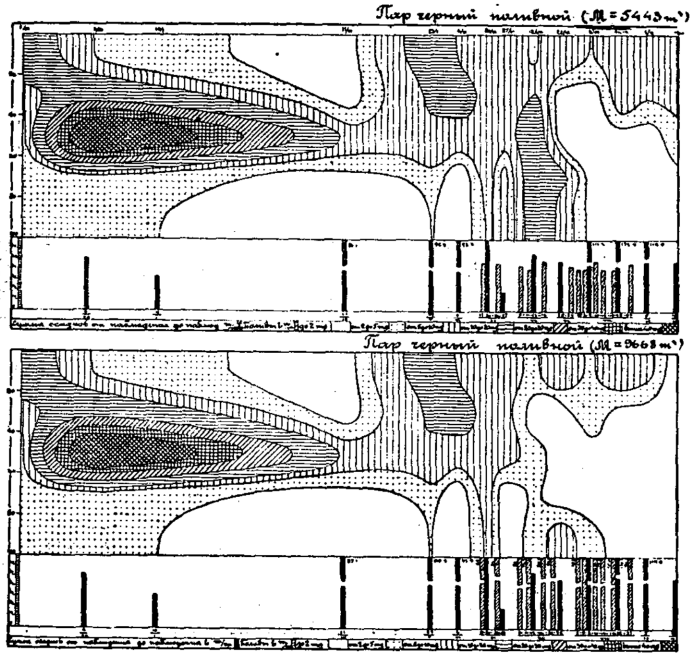


Диаграмма № 39, Динамика нитратов в метровом слое почвы на черном пару при повышенных нормах орошения.

Следовательно, поливы в черном пару изучавшимися нормами в условиях 1928 и 1929 г. оказываются излишними не только потому, что создали лишь очень небольшое увеличение запасов влаги в почве, но и потому, что введенный ими избыток воды оказал резкое подавляющее действие на процессы нитрификации. Одной из задач дальнейшей работы в этом направлении должно явиться изучение малых оросительных норм для черного пара порядка 800—1000 м³/га, даваемых ввиде 1—2 поливов незадолго до посева озимой пшеницы.

Нитрификация под озимой пшеницей 1929 г.

Осенью в поливной делянке озимой пшеницы было значительно больше нитратов, чем в неполивной (табл. № 121, 122); в течение зимы и начала весны делянки выравнялись. Поливы, произведенные 25/V и 29/V, по наблюдениям 3/VI дают снижение количества нитратов во всем метровом слое и это понижение на орошаемой делянке в сравнении с неорошаемой остается в течение своего вегетационного периода. Что касается специально верхнего пахотного горизонта, то здесь за период орошения (таблица № 123) также замечается значительное снижение нитратов на орошаемой культуре сравнительно с неорошаемой, достигающее 100% в первые три наблюдения, а в среднем равное 79,3%.

Убыль нитратов в метровом слое почвы орошаемой делянки по сравнению с неорошаемой выражалась в среднем в 44,0%, в отдельные моменты повышаясь до 61,5% (17/VI).

Анализируя послойные данные по нитратам в метровой толще почвы (см. диаграмму 41) видим, что в предполивной период количество нитратов для обеих делянок

Таблица № 121

Азот нитратов (в мгр. на кгр абсолютно сухой почвы)
Озимая пшеница неполивная

Дата	Глубина в сантиметра					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	4,16	18,85	8,83	4,29	2,76	7,57
6/XII	5,48	38,84	27,62	6,77	2,64	16,28
1929 г.						
11/IV	следы	18,89	18,27	11,45	4,19	10,56
20/V	—	27,44	25,67	13,93	4,24	17,86
3/VI	5,25	21,20	23,33	22,19	6,14	15,62
17 VI	3,24	33,00	42,67	15,87	3,52	19,66
24/VI	17,59	54,48	27,72	49,92	3,89	30,72
8 VII	17,75	36,71	39,67	23,07	14,08	26,25
22 VII	14,50	19,19	22,19	20,96	20,24	21,41
5/VIII	50,58	40,87	6,23	4,99	38,58	28,25
2/IX	8,73	30,18	30,27	14,41	13,72	19,48
16/IX	8,85	39,03	41,46	40,29	26,71	21,26
1/X	12,09	17,56	19,67	29,72	32,14	22,23

Таблица № 122

Азот нитратов (в мгр. на кгр абсолютно сухой почвы)
Озимая пшеница поливная (М = 1325 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	16,89	14,19	15,19	22,19	7,07	15,10
6/XII	4,79	31,10	26,79	9,95	6,06	15,72
1929 г.						
11/IV	следы	14,28	19,35	14,33	6,51	10,69
20/V	—	14,28	21,83	20,20	14,23	17,63
3/VI	следы	следы	7,26	18,26	17,09	8,52
17 VI	следы	следы	14,81	10,39	12,73	7,58
2 /VI	следы	16,50	26,73	20,05	16,14	15,88
8/VII	7,04	9,48	17,61	24,82	13,84	14,45
22/VII	9,51	4,86	19,29	25,29	26,89	17,16
5/VIII	10,90	23,63	18,94	27,79	42,11	26,67
2/IX	5,84	1,25	следы	следы	следы	1,41
16/IX	5,28	11,25	21,96	29,95	23,25	18,36
1/X	16,28	13,77	8,06	9,86	6,68	10,97

Таблица № 123

Убыль нитратов под озимой пшеницей от орошения в пахотном слое

Дата / Культура	3/VI	14/VI	24/VI	8/VII	24/VII	Средн.
Оз. пшеница неорошаемая . .	5,25	3,24	17,59	17,75	14,50	11,66
„ „ орошаемая . . .	сл.	сл	сл.	7,04	9,51	3,31
Убыло в мгр.	5,25	3,24	17,59	10,71	4,99	8,36
Убыло в %%	100	100	100	62,1	34,4	79,3

Таблица № 124

Убыль нитратов от орошения под озимой пшеницей в метровом слое
(в мгр. на кгр.)

Культура	Дата					Средн.
	3/VI	17/VI	24/VI	8/VII	22/VII	
Озимая пшеница неорошаемая	15,62	19,66	30,72	26,25	21,41	22,73
Озимая пшеница орошаемая	8,52	7,58	15,88	14,45	17,16	12,72
Убыло в мгр.	7,10	12,08	14,84	11,80	4,25	10,01
Убыло в %%	45,5	61,5	48,0	45,0	19,9	44,0

одинаково—5—10 мгр. до глубины 20 см., в более глубоких горизонтах—до 80 см.—до 20 мгр. После орошения количество нитратов на поливной делянке убавилось и в пахотном горизонте составляло всего лишь 5—10 мгр. На неорошаемой делянке нитрификация в этот период, наоборот, усиливалась и количество нитратов к концу наблюдений после уборки доходило до 40 мгр. во всем метровом слое.

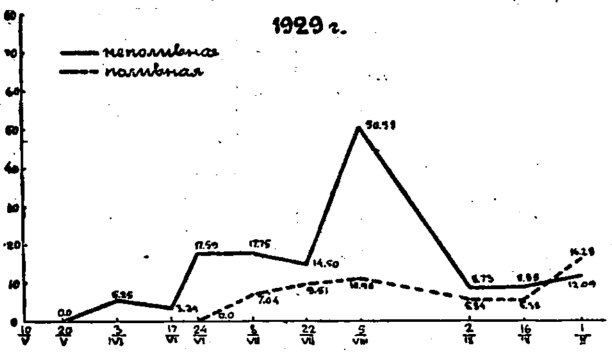


Диаграмма № 40. Динамика нитратов в пахотном поле под озимой пшеницей 1929 г.

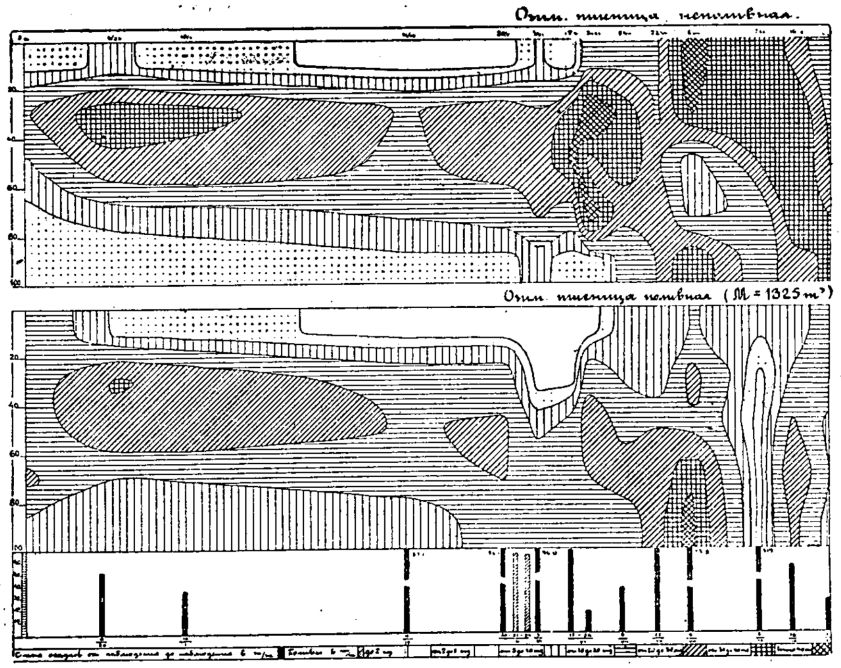


Диаграмма № 41. Динамика нитратов в метровом слое почвы под озимой пшеницей 1929 г.

Таблица № 125

Азот нитратов (мгр. на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф неполивной

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80— 00	
1927 г.							
3/X	—	2,01	сл.	сл.	сл.	3,60	1,12
22/X	—	5,35	8,18	2,79	н.	н.	3,26
1/XII	—	4,13	8,71	4,42	2,77	сл.	4,01
1928 г.							
9/I	—	5,25	16,16	5,91	н.	н.	5,46
14/II	—	4,55	11,12	5,32	сл.	сл.	4,20
27/III	—	2,56	2,62	9,59	„	н.	2,95
18/IV	—	4,04	2,35	3,04	1,92	1,89	2,65
7/V	—	13,63	7,45	4,15	1,35	0,54	5,42
21/V	—	15,37	9,49	8,35	4,66	сл.	7,57
5/VI	4,03	20,09	16,35	9,99	2,69	„	9,82
21/VI	—	16,37	13,79	14,03	7,80	1,77	10,75
5/VII	—	16,89	7,61	5,61	3,38	1,30	6,96
16/VII	45,04	35,65	23,30	14,66	4,76	2,34	16,14
19/VII	—	53,03	15,58	10,09	6,31	2,53	17,69
30/VII	—	8,13	9,85	40,27	3,29	5,40	13,39
16/VIII	—	38,58	15,03	3,22	1,62	сл.	11,69
30/VIII	34,56	44,29	26,78	7,76	3,23	2,36	16,28
7/IX	—	16,50	13,24	9.79	сл.	сл.	7,90
20/IX	4,55	2,14	2,17	1,65	„	„	1,19
26/IX	9,79	33,50	8,97	6,03	2,21	„	10,14

Таблица № 126

Азот нитратов (в мгр. на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф поливной ($M = 2714$ м³/га)

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
3/X	—	0,42	0,29	сл.	сл.	сл.	0,14
22/X	—	17,03	15,10	4,30	„	„	7,28
1/XII	—	3,85	15,04	сл.	„	н.	3,78
1928 г.							
9/I	—	5,06	6,15	1,18	„	„	2,48
14/II	—	2,84	9,62	4,17	„	сл.	3,32
27/III	—	2,96	9,98	7,84	„	„	4,15
18/IV	—	4,74	3,90	6,79	1,97	0,94	3,67
7/V	25,37	13,70	3,48	1,79	0,32	0,32	3 92
21/V	—	21,14	9,25	7,03	9,01	сл.	9,28
5/VI	2,81	11,39	6,22	7,43	2,15	„	5,44
21/VI	—	18,35	22,26	15,57	4,92	3,11	12,85
5/VII	—	36,38	10,36	5,99	2,40	1,38	11,30
16/VII	21,06	32,88	28,84	16,79	5,67	2,01	17,24
19/VII	—	34,46	14,71	15,48	2,85	6,49	14,80
30/VII	—	17,58	22,70	12,05	6,82	2,49	12,33
16/VIII	—	2,90	2,21	сл.	сл.	сл.	1,02
30/VIII	16,77	11,06	8,24	10,29	6,25	3,77	7,92
7/IX	—	сл.	сл.	сл.	сл	25,30	5 06
20/IX	1,09	1,40	2,38	2,13	1.14	сл.	1,41
26/IX	5,98	2,94	8,80	9,65	5,22	2,74	5,87

Таблица № 127

Азот нитратов (в мгр. на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф неполивной

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
2928 г.						
31/X	13,68	8,05	2,74	2,00	1,82	5,65
3/XII	2,10	12,55	14,67	4,02	2,67	7,18
1929 г.						
7/I	9,18	15,60	7,18	1,69	7,74	8,27
8/IV	сле ы	следы	22.44	5,58	следы	5,60
20/V	15.82	13,06	21,96	7,49	4,13	12.49
3/VI	22,81	23,42	22,50	10,67	5,31	16,94
17/VI	33,26	24,68	19,73	3,54	следы	14.02
2 /VI	32,87	24,05	20,58	2,33	„	15 96
8/VII	24,86	25,41	25,63	10,76	„	17,33
22/VII	24,27	12.08	19,62	15,99	10,24	16,81
5/VIII	25,01	39,93	29,10	18,14	1 ,59	24,56
22/VIII	38.34	33,34	29,85	14,38	17,48	26,67
2/IX	18.83	10,65	12,21	11,23	5,17	11,61
16/IX	17,02	26,37	55 70	16,96	11,63	2 ,53
1/X	4,98	24,55	14 20	12,61	9,65	13,19

Таблица № 128

Азот нитратов (в мгр. на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф поливной (м = 3101 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	8,57	5,10	1,82	1,21	1,32	3,60
3/XII	2,60	10,58	3,46	2,01	1.70	4.07
1929 г.						
7/I	21,26	12,91	12,64	1,97	2,63	10,28
8/IV	следы	11,19	12,17	сле ы	сле ы	4,67
20/V	13,19	18,13	18,68	5,33	3,08	11,68
3/VI	21,86	8,91	9,05	4,24	2,71	9,35
17/VI	9,51	7,79	4,01	2,21	следы	4,70
24/VI	25,49	17,29	5,63	следы	„	9,68
8/VII	32,34	33,01	23,06	17,87	16,27	24,53
22/VII	11,88	30,34	11,84	9,78	следы	12,76
5/VIII	следы	5,27	следы	следы	4,74	2,00
22/VIII	6,66	21,71	29,75	17,21	10,05	17,07
2/IX	7,24	3,73	следы	следы	следы	2,00
16/IX	4,35	следы	5,27	8,62	7,51	5,15
1/X	4,30	7,45	5,52	4,89	4,25	5,28

Нитрификация под кенафом

Первые определения нитратов на делянках орошаемого и неорошаемого кенафа были произведены 3 октября 1927 года (таблица № 125 и № 126).

Они дают цифры, показывающие небольшое количество нитратов к началу года для обеих делянок. К 22/X, в связи с некоторым потеплением, процесс нитрификации немного усилился, причем на делянке, предназначенной к орошению, это характерное усиление было значительнее. Всю зиму и начало весны в обеих делянках было приблизительно поровну нитратов, с колебанием от 2-х до 3-х мгр. Только с 7/V отмечается усиление нитрификации, также одинаковое для обеих делянок и в течение всего периода до начала поливов в почве содержится приблизительно одинаковое количество нитратов.

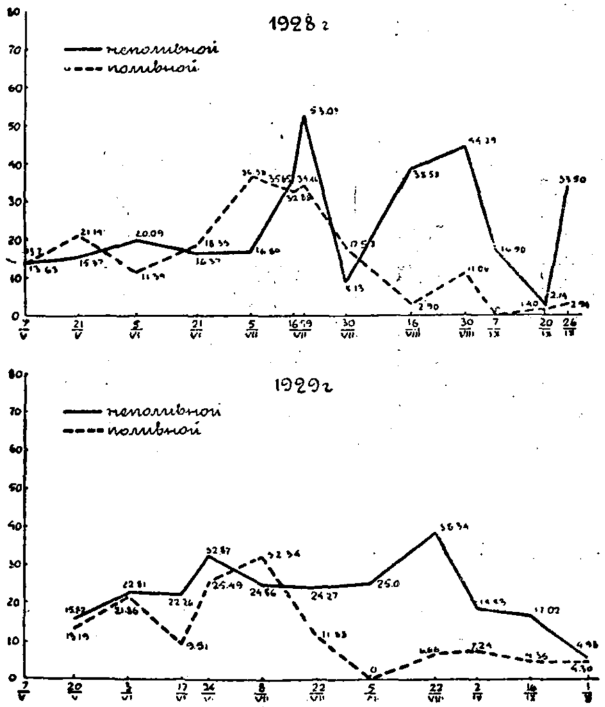


Диаграмма № 42. Динамика нитратов в пахотном слое почвы под кенафом.

Перед самым началом орошения отмечается значительное увеличение нитратов в пахотном слое орошаемой делянки до 36, 38 мгр., в неорошаемой—только до 16,89 мгр. Но в ряду показаний по горизонтам это увеличение не характерно, так что вполне можно принять, что обе делянки перед началом орошения имели одинаковый запас азота нитратов. После полива 13/VII, по наблюдениям 16/VII, при снижении нитратов в пахотном горизонте в глубине отмечается увеличение, притом не только вследствие передвижения вглубь, но и в силу некоторого самостоятельного их накопления в нижних горизонтах. Так, среднее содержание нитратов в метровом слое до орошения была 11,30, а после орошения—17,24 мгр. Полив 18/VII (по наблюдениям на другой день) дает увеличение в пахотном и снижение в глубже лежащих горизонтах. Повышение количества нитратов после первого и второго поливов сочетается с повышением температуры в этот период времени. Температура достигает 27°. Факт зависимости нарастания нитратов именно от потепления подтверждается и данными по неорошаемой делянке, где в условиях естественного увлажнения, нитрификация также усиливается. Полив 24/VII, совпавший с понижением температуры, дает дальнейшее уменьшение нитратов во всем метровом слое и, кроме того, определенно заметно их передвижение вниз в горизонты 20—40 см. и 60—80 см., где количество нитратов увеличивается с 14,71 до 22,70 мгр и с 2,85 до 6,82 мгр. Поливы 31/VII и 8/VIII совпали со значительным выпадением осадков и также влекут за

собою значительное понижение количества нитратов, отмеченное наблюдением 16/VIII (в гор. 0—20 см. с 17,58 до 2,9 мгр., в гор. 20—40 с 22,70 до 2,21 и т. д.). Для неорошаемого кенафа эти осадки создали в почве, наоборот, благоприятную обстановку, сопровождающуюся значительным наростанием нитратов в верхних горизонтах. Поливы, имевшие место 17/VIII, и 28/VIII сопровождались лишь незначительным количеством осадков (всего 1,9 мм), но зато очень заметным потеплением. Поэтому к 30/VIII наблюдается повышение количества нитратов во всем метровом слое. Полив 4/IX и дожди 2/IX—11,5 мм вымыли нитраты из верхних горизонтов в глубже лежащие, где количество их возросло до 25,30 мгр. (наблюдение 7/IX); здесь же сказалось и понижение температуры с 25° до 15°. Дожди и понижение температуры снизили запас нитратов в поле и неорошаемого кенафа во всем мертвом слое с 16,28 до 7.90 мгр.

Таким образом, если отдельные поливы, при благоприятной температуре повышают количество нитратов под орошаемым кенафом, все же, при сравнении количества нитратов на орошаемой делянке с неорошаемой, определенно приходится отметить понижение общей суммы нитратов в орошаемом поле. Это подтверждается данными количества нитратов (диаграмма № 42) в пахотном горизонте за период орошения (таблица № 129), из которых мы видим, что среднее снижение для пахотного горизонта за период орошения выразилось в 49,6%.

Таблица № 129

Убыль нитратов в пахотном слое под кенафом от орошения в 1928 г.

Культура	Дата						Средн.
	16/VII	19/VII	30/VII	16/VIII	30/VIII	7/IX	
Кенаф неорошаемый	35,65	53,03	8,13	38,58	44,29	16,50	32,69
Кенаф орошаемый	32,28	34,46	17,58	2,90	11,06	сл.	16,48
Убыло в мгр.	12,77	18,57	+ 9,45	35,68	33,23	16,50	16,21
Убыло в %%	7,7	35,10	+116,2	92,50	75,00	100,0	49,6

Снижение нитратов происходит также и во всем метровом слое (таблица № 130).

Таблица № 130

Убыль нитратов в метровом слое под кенафом от орошения в 1928 г.

Культура	Дата						Средн.
	16/VII	19/VII	30/VII	16/VIII	30/VIII	7/IX	
Кенаф неорошаемый	16,14	17,69	13,39	11,69	16,28	7,90	15,51
Кенаф орошаемый	17,24	14,80	12,33	1,02	7,92	5,06	9,73
Убыло в мгр.	+ 1,10	2,89	1,06	10,67	8,36	2,84	4,12
Убыло в %%	+ 6,79	16,34	7,92	91,26	53,08	36,05	30,27

Общая сумма нитратов за период орошения в среднем снижена на 30,27%.

Динамика нитратов в метровом слое почвы под кенафом в 1927 28 году представляется в следующем виде. В период 7/V—7/IX почва поля под неорошаемым кенафом до глубины 60 см содержит нитраты в размерах 10—20 мг., на орошаемой же делянке такое количество нитратов держится только с 7/V по 30/VII, а с 30/VII до конца наблюдений количество нитратов во всем метровом слое не превышало 5 мгр., а временами (7/IX—27/IX) нитраты даже совсем отсутствовали.

Поле под опытами с кенафом в 1929 г. было подготовлено 31/X—1928 г. В это время в почве неорошаемой делянки нитратов было несколько больше, нежели в орошаемой (таблицы № 127 и 128) но зимой обе делянки почти сравнялись. Незаметно зна-

Таблица № 131

Азот нитратов (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф поливной (М = 4404 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X—	8,57	5,10	1,82	1,21	1,32	3,60
3/XII	2,60	10,58	3,46	2,01	1,70	4,07
1929 г.						
7/I	21,26	12,91	12,64	1,97	2,63	10,53
8/IV	следы	11,19	12,17	следы	следы	4,67
20/V	13,19	18,13	18,68	5,33	3,08	11,68
3/VI	21,86	8,91	9,05	4,24	2,71	9,35
17/VI	9,51	7,79	4,01	2,21	следы	4,70
24/VI	25,49	17,29	5,63	следы	„	9,68
8/VII	11,77	17,88	18,08	15,58	11,51	14 96
22/VII	следы	следы	следы	5,75	6,39	2,42
5/VIII	„	„	„	следы	следы	—
22/VIII	9,23	5,64	4,56	„	„	3,88
2/IX	следы	следы	следы	„	„	—
16/IX	„	„	нет	нет	нет	—
1/X	„	„	следы	следы	следы	—

Таблица № 132

Азот нитратов (в мгр на кгр абчолютно. сухой почвы)

Кенаф поливной (М = 5645 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	2 —40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X—	8,57	5,10	1,82	1,21	1,32	3,60
3/XII	2,60	10,58	2,46	2,01	1,70	4,07
1929 г.						
7/I	21,26	12,91	12,64	1,97	2,63	10,28
8/IV	следы	11,19	12,17	следы	следы	4,67
20/V	13,19	18,13	18,68	5,33	3,08	11,68
3/VI	21,86	8,91	9,05	4,24	2,71	9,25
17/VI	9,51	7,79	4,01	2,21	следы	4,70
24/VI	25,49	17,29	5,63	следы	„	9,68
8/VII	6,83	13,87	14,90	14,96	2,44	10,76
22/VII	следы	следы	следы	12,46	15,03	5,49
5/VIII	„	„	„	сле ы	следы	—
22/VIII	7,57	„	„	„	5,10	2,53
2/IX	следы	„	нет	нет	нет	—
16/IX	„	нет	„	„	„	—
1/X	„	следы	следы	следы	„	нет

чительной разницы и потом, после 20 мая, когда было отмечено усиление процесса нитрификации. К началу оросительного периода 24 июня неорошаемая делянка заключала в себе по сравнению с орошаемой несколько больший запас нитратов (среднее содержание нитратов в метровом слое 15,96 мг. для неорошаемого поля и 9,68 для орошаемого). Эта разница сгладилась после первого же полива, вызвавшего нарастание нитратов в почве орошаемого поля. В 1929 г., также как и в 1928 году, по количеству нитратов в начале оросительного периода, обе делянки были, примерно, одинаковы.

В течение весны и лета количество нитратов в горизонте 0—20 см. (см. диаграмму № 42) выше для неорошаемой делянки и для делянки с оптимальным орошением (3101 м³); для делянок же с большими нормами орошения (4 404 и 5 645 м³) количество нитратов значительно меньше (таблицы № 131 и № 132 и диагр. № 38).

Осенью нитратов много только под культурой без искусственного орошения. Таким образом и в 1929 году, как и в 1928, нитратов в почве под кенафом меньше при орошении, нежели без него, и падение количества нитратов еще усиливается при увеличении оросительных норм.

Что может быть причиной этого уменьшения количества нитратов в полях орошаемой культуры?

Прежде всего можно думать, во первых, о более сильном потреблении нитратов орошаемым кенафом, во вторых о вымывании нитратов вниз, за пределы метрового слоя, наконец возможно и превращение нитратов в другие формы. Вымывание нитратов за пределы метрового слоя можно допустить только для самого начала оросительного периода, для короткого периода с 8 го по 20-ое июня, когда нитраты в довольно значительном количестве действительно опускаются на глубину до метра и ниже. В остальное время вымывание может иметь место лишь в незначительных пределах и только для делянки с оптимальной нормой орошения, так как при повышенных нормах в нижних горизонтах, согласно нашим наблюдениям, нитратов не было совсем.

Перейдем к рассмотрению динамики нитратов в пахотном слое почвы (табл. № 133).

Таблица № 133

Убыль нитратов в пахотном слое под кенафом от орошения.

№№ п/п.	Культура	Дата						Средн.
		24/VI	8/VII	22/VII	5/VIII	22/VIII	2/IX	
1	Кенаф неорошаемый	32,87	24,86	24,27	25,01	38,34	18,83	27,36
2	„ орош. 3101 м³ . . .	25,49	32,34	11,88	сл.	6,66	7,24	13,93
3	„ „ 4404 м³ . . .	25,49	11,77	сл	сл.	9,23	сл.	7,75
4	„ „ 3645 м³ . . .	25,49	6,83	сл.	сл.	7,53	сл.	6,63
	Убыло в мгр. 1—2	7,38	+ 7,48	12,39	25,01	31,68	11,59	13,43
	Убыль в %% 1—2	22,45	+30,08	51,05	100	82,62	61,55	41,08
	„ в мгр. 1—3	7,38	13,09	24,27	25,01	29,11	18,83	19,61
	„ в %% 1—3	22,45	52,65	100	100	75,92	100	75,17
	„ в мгр. 1—4	7,38	18,03	24,27	25,01	30,81	18,83	20.72
	„ в %% 1—4	22,45	72,52	100	100	80,35	100	79,22

Мы замечаем преимущество неорошаемой делянки, где количество нитратов держится все время на довольно высоком уровне, в то время как при орошении имеют место скачки, иногда (8/VII) превышающие уровень нитратов на неорошаемой делянке, сопровождаемые, однако, такими снижениями, что общее количество нитратов делянки за весь период орошения значительно понижается.

Если взять весь метровый слой, то снижение в количестве нитратов для орошаемых делянок выразится (таблица № 134) в среднем в следующих процентах: при норме в 3 101 м³—38,09%, при норме в 4 404 м³—70,59%, при норме в 5 645 м³—72,32%.

Что касается делянки без орошения, то здесь нитраты удерживаются в почве в довольно большом количестве в течение всего периода орошения. Количество нитратов (диаграмма № 43) в метровом слое неорошаемой делянки достигает 20 мгр., но в пре-

Таблица № 134

Убыль нитратов в метровом слое почвы под кенафом в 1929 г.

№№ п/п.	Культура	Дата						Средн.
		24/VI	8/VII	22/VII	5/VIII	22/VIII	2/IX	
1	Кенаф неорошаем.	15,96	17,73	16,31	24,56	26,67	11,61	18,81
2	„ орош. 3101 м³ . . .	9,68	24,53	12,76	2,00	17,07	2,19	11,37
3	„ „ 4404 м³ . . .	9,68	14,96	2,42	—	3,88	—	5,15
4	„ „ 5 45 м³ . . .	9,98	19,78	5,49	—	2,53	—	4,74
5	Убыло в мгр. 1—2	6,28	+ 6,80	3,55	22,56	9,60	9,42	74,44
	Убыль в %% 1—2	39,36	+41,53	21,72	91,85	35,99	81,12	39,6
	„ в мгр. 1—3	6,28	2,77	13,89	24,56	22,79	11,61	13,66
	„ в %% 1—3	39,36	13,62	85,13	100	85,43	100	72,6
	„ в мгр. 1—4	6.28	6,95	10,82	24,56	24,14	11,61	14,07
	„ в %% 1—4	39,36	37,76	66,30	100	90,50	100	75,02

делах горизонта 0—40 см., оно значительно выше: до 30 мгр., а под конец означенного периода даже до 40 мгр. 20 мгр. в метровом слое орошаемые делянки удер-

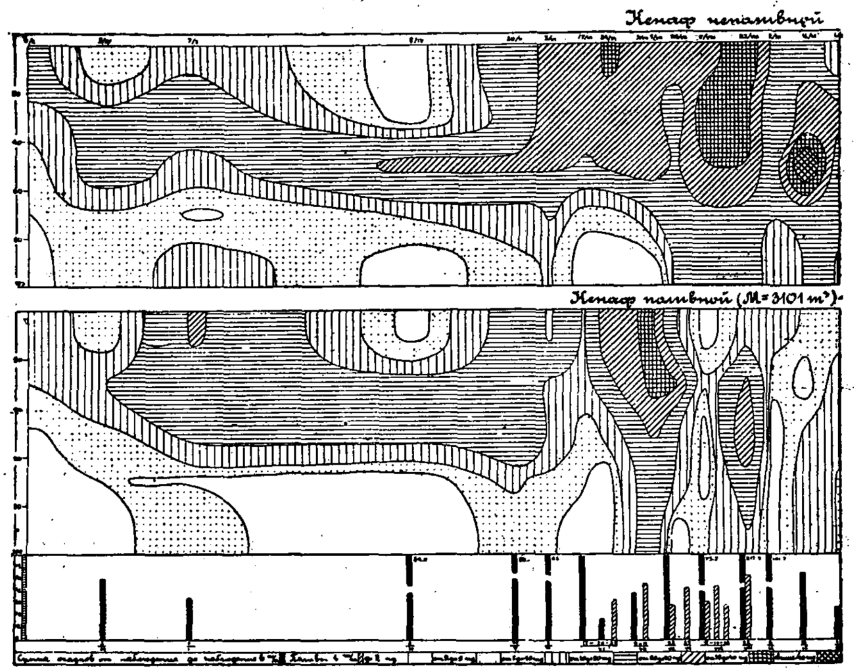


Диаграмма № 43. Динамика нитратов в метровом слое почвы под кенафом 1928/29 гг.

живают только в самый начальный период орошения, потом это количество сильно убывает, снижаясь до 2 – 5 мгр. при оптимальной оросительной норме и совсем исчезая при повышенных нормах.

Нитрификация под культурой овса

В 1928 г. делянки с орошением и без орошения пошли под овес приблизительно с одинаковым содержанием нитрат в. Неорошаемая делянка заключала немного больше нитратов только в пахотном горизонте. Но после вспашки в ней последовал процесс общего увеличения не только в верхнем, но и во всех горизонтах в то время, как на делянке с

орошением вспашка в этом отношении не отразилась. Перевес неорошаемой делянки в отношении содержания нитратов держался в течение всей зимы. Равным образом процесс усиленной весенней нитрификации в неорошаемой делянке возникает с самого начала мая, раньше, нежели на делянке предназначенной к орошению. Но в дальнейшем нитрификация на орошаемой делянке, несколько запоздавшая по началу, идет усиленным темпом и к моменту орошения (19/VI) перевес нитратов уже на стороне делянки орошаемой.



Диаграмма № 44, Динамика нитратов в метровом слое почвы под кенафом при разных нормах орошения 1928/29 гг.

В 1929 г. состояние полей под овсом имеет своеобразный характер. Во весь период наблюдений в почве делянки с орошением нитратов неизменно было меньше, как в начальный период осени—зимы—ранней весны, так, и с началом поливной кампании. При этом разница в пользу делянки без орошения достигает значительных размеров.

Такая разница в ходе процесса нитрификации объясняется тем, что овсу 1929 г. на делянке с орошением предшествовала в 1928 г. культура кенафа. Орошаемое поле под кенафом (см. выше) было обеднено нитратами настолько сильно, что скудость эта сказалась и на последующей культуре—овсе. Расхождения между культурами овса с орошением и без орошения в данном случае являются результатом поливов делянки под предшествующей культурой и сравнение цифр по делянкам под овсом дает в руки возможность двухстороннего опыта: в конечном итоге мы испытываем и влияние орошения по текущим основным культурам и, вместе с тем, можем, до известной степени, учесть влияние предшественника.

Действие отдельных поливов на содержание азота нитратов в почве представляется в таблицах № 136 и 138.

В 1928 г. полив 19 июня вызвал обогащение нитратами почвы в крайних слоях, самом верхнем 0—20 см. и в двух нижних 60—100 см. одновременно с обеднением верхних слоев 20—60 см. Второй полив 10 июля воздействовал на почву не так перебойно, обогатив ее нитратами сплошь до глубины 60 см. в верхних трех горизонтах, но обеднил в дальнейших глубинах до конца метрового слоя.

В 1929 г. полив 29/V дает резкое снижение количества нитратов в горизонтах 60—100 см и небольшое повышение в верхних. Полив 26/VI повышает содержание нитратов в пахотном слое, в последующих же горизонтах количество азота нитратов резко упало по сравнению с предыдущими наблюдениями.

Таблица № 135

Азот нитратов (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Овес неполивной.

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60-80	80—100	
1927 г.							
3/X	—	7,07	4,21	следы	следы	следы	2,26
24/X	—	7,47	6,53	4,10	„	„	3,62
5/XII	—	9,13	29,39	7,87	„	нет	9,28
1928 г.							
12/I	—	1,86	7,23	следы	„	следы	1,81
29/III	—	2,39	7,71	2,03	„	„	2,42
18/IV	—	4,31	4,00	3,59	„	нет	2,40
7/V	25,83	11,52	9,87	8,43	1,16	0,64	6,32
21/V	—	17,31	9,15	8,09	2,30	1,05	7,60
5/VI	следы	3,64	след	7,24	2,97	1,54	3,08
18/VI	—	следы	1,86	1,78	следы	следы	0,72
2/VII	—	2,72	2 76	2,67	„	„	1,63
12/VII	3,90	2,35	2,22	2,08	1,25	„	1,58
19/VII	—	4,44	2,76	2,19	1,57	„	2,19
2/VIII	—	29, 7	12,94	21,29	7,75	5,38	15,28
27/VIII	26,16	33,99	15,12	8,23	4,31	3,08	12,94
10/IX	11,61	8,51	следы	следы	4,17	следы	2,53

Таблица № 136

Азот нитратов (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Овес поливной (М = 1439 м³/га)

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
3/X	—	5,39	9,94	3,40	следы	следы	3,74
24/X	—	5,82	следы	3,15	„	„	1,79
5/12	—	9,27	11,85	следы	„	„	4,22
1928 г.							
12 I	—	следы	4,17	3,53	1, 9	нет	1,78
29/III	—	2,39	2,19	3,65	следы	следы	1,65
18/IV	—	9,68	5,12	3,85	„	нет	3,73
7/V	14,00	7,08	следы	4,12	1,29	0,28	2,55
21/V	—	20,36	15,31	6,63	2,68	0,84	9,16
5/VI	1,69	12,74	8,9	5,98	1,94	следы	5,91
18/VI	—	следы	4,57	4,55	следы	„	1,78
2/VII	—	2,17	1,33	следы	2,11	2,70	1,66
12 VII	5,16	3,18	1,74	1,39	следы	1,08	1,48
19/VII	—	2,23	1,87	1,61	„	следы	1,14
2/VIII	—	21,09	4,40	следы	„	„	5,09
27/VIII	9,67	5,38	2,50	1,75	„	„	1,92
10/IX	4,04	2,43	2,85	следы	„	„	1,06

Таблица № 137

Азот нитратов (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Овес неполивной.

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	57,86	39,10	5,67	2,64	1,69	21,89
3/XII	1,70	27, 6	2,28	4,13	2,31	7,55
7/I	7,16	34,08	38,27	44,33	2,80	25,32
1929 г.						
8/IV	следы	29,89	36,99	5,04	следы	14,38
20/V	20,89	18,32	35,88	15,57	5,98	19,23
3/VI	18,05	30,39	52,74	18,86	8,39	25,69
17/VI	23,98	26,25	46,41	15,02	следы	22,33
24/VI	15,30	2,96	7,32	5,74	2,44	6,75
8/VII	10,76	11,64	13,84	27,44	12,83	15,24
22 VII	17,11	15,57	21,99	17,46	12,45	16,91
5/VIII	20,22	15,05	27,17	25,50	48,32	29,25
2/IX	13,41	7,37	8,76	9,56	7,64	9,34
16/IX	26,73	24,72	33,76	21,93	18,75	25,18
1/X	17,09	23,07	31,08	19,61	21,02	22,27

Таблица № 138.

Азот нитратов (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы.

Овес поливной (М = 1326 м³/га).

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	4,81	5,83	5,89	2,94	1,46	4,08
3/XII	2,71	2,45	2,98	1,93	1,77	2,56
7/I	3,58	14,33	16,32	3,72	3,56	8,28
1929 г.						
8/IV	следы	13,59	13,01	следы	следы	5,32
20/V	12,83	5,86	7,12	12,19	12,50	10,10
3/VI	14,26	9,63	8,00	4,78	4,08	8,15
17/VI	3,96	2,10	следы	следы	2,12	1,63
24/VI	1,64	следы	5,06	4,70	1,90	2,66
8/VII	6,54	„	следы	следы	следы	1,31
22/VII	3,94	3,30	„	„	„	1,44
8/VIII	7,59	5,29	5,48	6,24	7,82	6,48
2/IX	5,82	следы	следы	следы	следы	1,16
16/IX	7,27	4,91	3,48	„	„	3,13
1/X	7,69	4,86	10,75	4,59	4,29	6,43

В 1928 г. (табл. № 139) в пахотном слое в период орошения наблюдается увеличение нитратов в орошаемом поле, доходящее до 250% (5/VI), а в средн м оно равно 43,20%. В засушливом 1929 году количество нитратов в орошаемом поле было значительно меньше. Снижение в отдельные моменты доходило до 89,3% (24/VI), а в среднем—61,37%.

Таблица № 139.

Влияние орошения на образование нитратов в пахотном слое почвы под овсом

Культура	Дата наблюдений					Среднее
	5/VI	18/VI	2/VII	12/VII	19/VII	
1928 г.						
Овес неорошаемый	3,61	Сл.	2,72	2,35	4,44	2,62
„ орошаемый	12,74	Сл.	2,17	3,18	2,23	4,06
Убыло в мгр.	+ 9,14	Сл.	0,55	+ 0,83	2,21	+ 1,44
„ в %%	+250,00	—	20,20	+35,30	49,80	+43,20
1929 г.	3/VI	17/VI	24/VI	8/VII	22/VII	—
Овес неорошаемый	18,05	23,98	15,30	10,76	17,11	17,04
„ орошаемый	14,26	3,96	1,64	6,54	3,94	6,07
Убыло в мгр.	3,79	20,02	13,66	4,22	13,17	10,97
„ в %%	21,0	80,35	89,28	37,20	77,00	61,37

По сумме нитратов во всей толще метрового слоя почвы также отмечается, что в 1928 г. произошло увеличение количества нитратов на орошаемой делянке по сравнению с неорошаемой. Это увеличение выразилось в среднем в 36,52% (табл. № 140).

В 1929 г., наоборот, под действием орошения имеет место убыль нитратов, доходящая до 80,88%.

Таблица № 140.

Влияние орошения на образование нитратов в пахотном слое почвы под овсом

Дата наблюдения / Культура	5/VI	18/VI	2/VII	12/VII	19/VII	Средн.
1928 г.						
Овес неорошаемый	3,08	0,72	1,63	1,58	2,19	1,84
„ орошаемый	5,91	1,78	1,66	1,48	1,34	2,39
Убыло в мгр.	+ 2,83	+ 1,06	+0,03	0,0	1,05	+ 0,55
„ в %%	+92,07	+145,05	+1,96	7,59	47,90	+30,52
1929 г.	3/VI	17/VI	24/VI	8/VII	22/VII	—
Овес неорошаемый	25,68	22,33	6,75	15,24	16,91	17,38
„ орошаемый	8,15	1,63	2,66	1,31	1,44	3,04
Убыло в мгр.	17,53	20,70	4,09	13,93	15,47	14,34
„ в %%	68,26	92,67	60,60	91,41	91,44	80,88

Динамика нитратов в метровом слое почвы под овсом видна из диаграмм № 45 и № 46. В 1928 г. после орошения $\frac{10—12}{VII}$ орошаемая делянка имела 5—10 мгр. нитратов в толще 40 см. На неорошаемом поле—20 мгр. в толще 60 см. В нижележащих горизонтах на неорошаемой делянке содержится до 5 мгр. нитратов, а на орошаемой количество их сходит на нет.

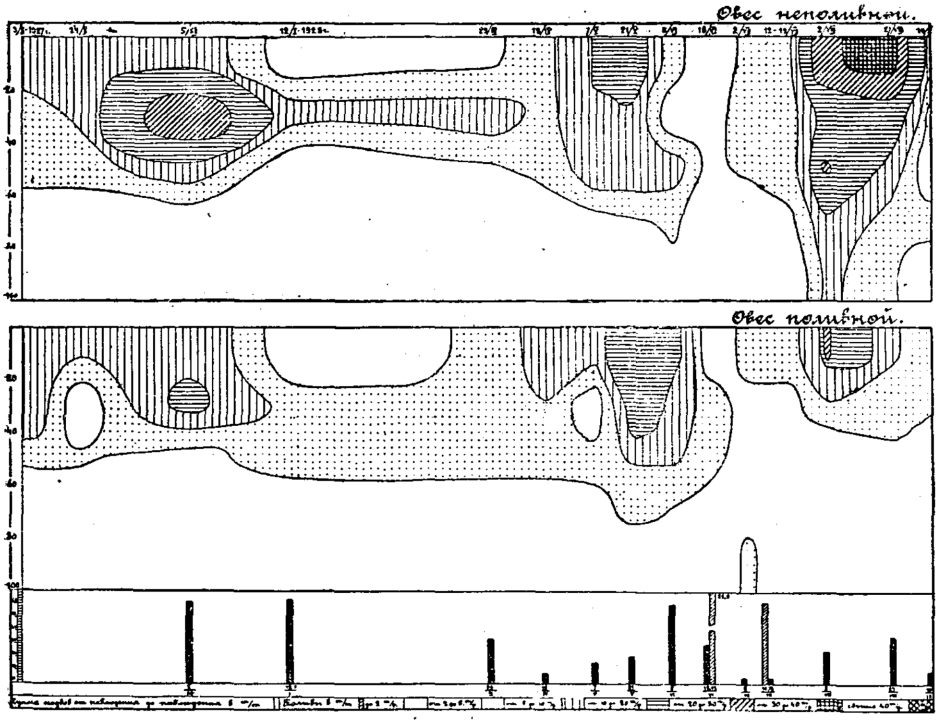


Диаграмма № 45. Динамика нитратов в метровом слое почвы под овсом 1927/28 гг.

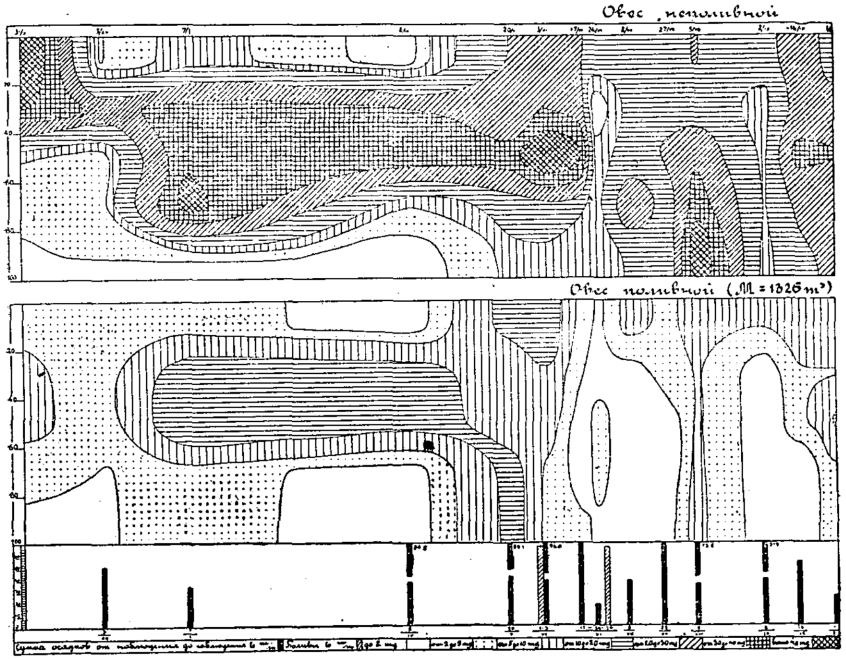


Диаграмма № 46. Динамика нитратов в метровом слое почвы под овсом 1928/29 гг.

Весь 1929 г. характеризуется перевесом неорошаемой делянки. Она содержит 20 мгр. в толще метра, между тем, как в орошаемой только 2,5 мгр. В нижних слоях орошаемого поля нитраты иногда исчезали совсем (17/VI, 22/VI, со 2 по 16 IX).

Нитрификация под яровой пшеницей.

Начальное содержание нитратов в поле под яровой пшеницей было неодинаково для 1928 и 1929 годов (таблицы №№ 141—144) В 1928 г. по началу делянки пшеницы были обеднены: отмечено всего не более 6 мгр. азота нитратов. На следующий год осень и зима были значительно теплее, и содержание нитратов в почве в первый период наблюдений доходило до 14,69 мгр. Обычный весенний подъем в процессе нитрификации в 1928 г. пришелся к 10, а в 1929 г. — к 28 мая. Первый полив в 1928 году был 20 июня, в 1929 г. (засушливом) уже 1 июня. Обе делянки как в том, так и в другом году, к этому моменту содержали значительное количество нитратов, накопившихся в почве, а предназначаемые к поливу содержали больше неполивных: в 1928 г. в „поливной" было

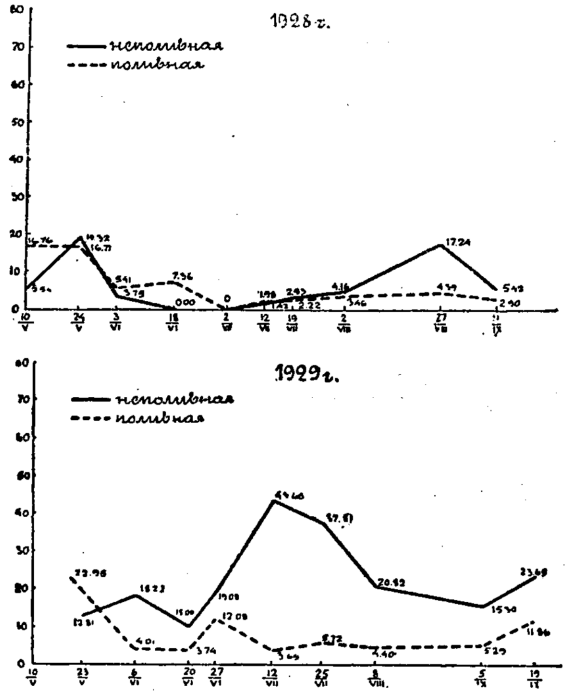


Диаграмма № 47. Динамика нитратов в пахотном слое почвы под яровой пшеницей.

4,07 мгр. (среднее на метровый слой), в неполивной только 1,95. В 1929 году нитратов накопилось много больше, почти втрое против предшествующего года в будующей поливной (12,79 мгр.) и в четыре раза больше в не оливной (7,09 мгр.)

Также неодинаково для обоих годов и непосредственное воздействие поливов. В 1928 г. первый полив (20/VI) сопровождался резким снижением во всем метровом слое (наблюдение 2/VII), второй (10/VII) не дал, правда, снижения, но сопровождался лишь самым незначительным увеличением. На неорошаемой делянке наблюдается подобная же картина снижения; следовательно, невозможно отнести указанное явление за счет только орошения.

В 1929 г перед нами иные явления: снижение на орошаемой делянке по всей толще метрового слоя после первого полива 1-го июня; на делянке без орошения, напротив, идет процесс некоторого накопления. Второй полив, 26 июня, переламывает процесс нитрификации в обратную сторону: на орошаемой делянке отмечается уже накопление нитратов, при том в значительных размерах; на делянке без орошения продолжается прежний процесс небольшого накопления нитратов.

По количеству нитратов в пахотном слое за период орошения замечается (таблица № 145) убыль в 1928 г. на 3,70%, в 1929 г. на 73,28%. Наибольшая потеря, как в 1928. так в 1929 г. была в июле. (31,98% и 91,83%).

Таблица № 141.

Азот нитратов (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Пшеница яровая неполивная.

Дата	П верхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
5/X	—	2,90	сл.	сл.	н.	н.	0.58
26/X	—	2,43	5,19	1,75	сл.	н.	1,87
7/XII	—	5,93	10,19	4,38	сл.	сл.	3,48
1928 г.							
16/I	—	сл.	14,79	8,85	н.	сл.	4,73
2/IV	—	3,34	7.99	5,27	сл.	н.	3,32
23/IV	—	2,70	3 20	2,22	сл.	сл.	1,62
10/V	30,96	5,54	6,68	3,56	сл.	сл.	3 13
2 /V	—	19,32	6 59	5 93	1,53	сл.	6,67
8/VI	4,70	3,75	6,13	6,46	3,46	1,80	4.32
18/VI	—	сл.	5,82	3.94	сл.	сл.	1,95
2/VII	—	сл.	сл.	1,97	1,58	сл.	0,71
12/VII	2,43	1,42	1,53	1,45	9,65	сл.	2,81
19/VII	—	2,93	3,48	3,14	сл.	сл.	1,91
2/VIII	—	4,16	2,51	2,53	1,67	сл.	2,17
27/VIII	13,04	17,24	6,24	4,66	1,96	сл.	6,02
11/IX	3,77	5,42	2,40	1,39	сл.	сл.	1,84

Таблица № 142.

Азот нитратов (в млг на кгр абсолютно сухой почвы

Пшеница яровая поливная (М = 1551 м³/га).

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	4 0—0	60—80	80—100	
1927 г.							
5/X	—	2,63	4,87	3,47	сл.	2,10	2,66
26/X	—	6,88	6,85	сл.	н.	н.	2,75
7/XII	—	8,60	15,80	3,51	сл.	сл.	7.30
1928 г.							
16/I	—	6,53	6,65	11,11	сл.	сл.	6,18
2/IV	—	2 67	6 28	4, 8	сл.	сл.	2,66
23/IV	—	2,24	6,53	2,57	сл.	сл.	2,27
10/V	30,23	16,76	23,51	24,63	2,08	1,35	13,66
24/V	—	16,71	4,17	5,77	1,08	сл.	5 54
3/VI	4,34	5,41	7,46	6,56	3,87	сл.	4,66
18/VI	—	7,36	9,19	3,83	сл.	сл.	4,07
2/VII	—	сл.	сл.	1,39	сл.	сл	0,28
12/VII	2,21	1,98	1,77	1,88	1,20	1,08	1,58
19/VII	—	2,22	2,41	2,47	сл.	сл.	1,42
2/VIII	—	3.46	6,54	4,92	3,07	1,35	3,97
27/VIII	4,76	4,39	2,71	1,53	1,82	2,14	2,52
11/IX	4,04	2,90	2,34	5,20	1,11	1,73	2,65

Таблица № 143.

Азот нитратов (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы).

Яровая пшеница неполивная.

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	12,28	2,76	2,02	следы	следы	3,43
6/XII	14,69	19,79	2,65	следы	следы	7,62
1929 г.						
11/IV	следы	следы	12,77	следы	следы	2,55
23/V	12,81	6,17	10,56	4,25	1,60	7,09
6/VI	18,22	13,49	11,03	следы	следы	8,54
20/VI	15,00	12,35	4,51	6,46	3,39	8,34
27/VI	19,08	16 11	7,07	2,12	следы	8,87
12/VII	43,60	25,65	25,60	9,40	5,54	21,99
25/VII	37,81	20,67	14,31	5,46	следы	15,65
8/VIII	20,82	15,11	8,06	5,87	следы	9,97
5/IX	15,80	12,78	10,45	8,65	5,98	10,62
19/IX	23,65	13,66	11,98	5,60	4,23	11,82

Таблица № 144.

Азот нитратов (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Яровая пшеница поливная (М = 1336 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	6,26	2,41	1,97	следы	следы	2,12
6/XII	4,10	10,60	2,91	следы	следы	3,52
1929 г.						
11/IV	7,46	15,69	следы	следы	следы	4,63
23/V	22,95	9,43	3,51	8,53	19,55	12,79
6/VI	4,01	следы	5,49	9,07	6,28	4,97
20/VI	3,74	2,48	следы	следы	следы	1,24
27/VI	12,08	10,07	11,66	7,06	следы	8,17
12/VII	3,65	нет	нет	нет	5,68	1,86
25/VII	5,72	8,26	15,71	14,61	следы	8,88
8/VIII	4,40	8,29	8,48	8,48	7,06	7,46
5/IX	5,29	2,77	следы	следы	54,15	12,44
19/IX	11,86	4,60	4,97	5,86	4,27	6,21

Таблица № 145.

Убыль нитратов от орошения в пахотном слое почвы под яровой пшеницей

Культура \ Дата наблюдений			2/VII	12/VII	19/VII	Среднее
1928 г.						
Яровая пшеница неорошаемая	—	—	сл.	1,42	2,93	1,45
„ „ орошаемая	—	—	сл.	1,98	2,22	1,40
Убыль в мгр.	—	—	—	+0 56	0,71	0,05
Убыль в %%	—	—	—	+28,28	31,98	3,,0
1929 г.	6/VI	20/VI	27/VI	12/VII	25/VII	
Яровая пшеница неорошаемая	18,22	15,0?	19,08	43,60	37,81	26,74
„ „ орошаемая	4,01	3,74	12,08	3,65	5,72	5,84
Убыль в мгр.	14,21	11,26	7,00	39,95	32,09	20,90
Убыль в %%	77,99	75,06	36,68	91,83	84,87	73,28

В метровом слое (таблица № 146) в 1928 г. — средняя убыль 43,49%, наибольшая в июне—61,13%. В 1923 г. средняя убыль 55,56%, наибольшая в июле—19,66%.

Таблица № 146.

Убыль нитров от орошения в метровом слое почвы под яровой пшеницей

Культур \ Дата наблюдения			24/VI	8/VII	22/VII	Среднее
1928 г.						
Яров. пшеница неорошаемая	—	—	0,76	2,81	1,91	1,81
„ „ орошаемая	—	—	0,28	1,58	1,42	1,09
Убыль в мгр.	—	—	0,43	1,23	2,45	0,72
Убыль в %%	—	—	61,13	43,70	0,49	43,49
1929 г.	6/VI	20/VI	24/VI	12/VII	25/VIII	
Яровая пшеница неорошаемая	8,55	8,34	8,37	21,99	15,65	12,68
„ „ орошаемая	4,97	1,24	8,17	1,86	8,83	5,02
Убыль в мгр.	3,56	37,10	0,70	20,13	6,77	7,66
Убыль в %%	41,86	85,09	7,91	99,66	43,26	55,56

Динамика нитратов в метровом слое почвы (диаграммы № 48 и № 49) представляется в след. виде: в 1928 г. количество нитратов как в поливной, так и неполивной делянке почти одинаково—2—5 мгр. в толще 80—90 см. Только к концу наблюдений в неорошаемой делянке отмечено повышение, доходящее до 20 мгр. в толще 20 см.

В 1929 г. на неорошаемой делянке нитратов к наступлению оросительного сезона значительно больше, чем на орошаемой—20—30 мгр. в толще 50 см. На орошаемой в этот период в этом слое содержится только 2—5—10 мгр., временами то усиливаясь, то ослабевая.

В заключение считаем необходимым представить данные об азотном балансе в почве под наблюдаемыми нами культурами (см. табл. 147).

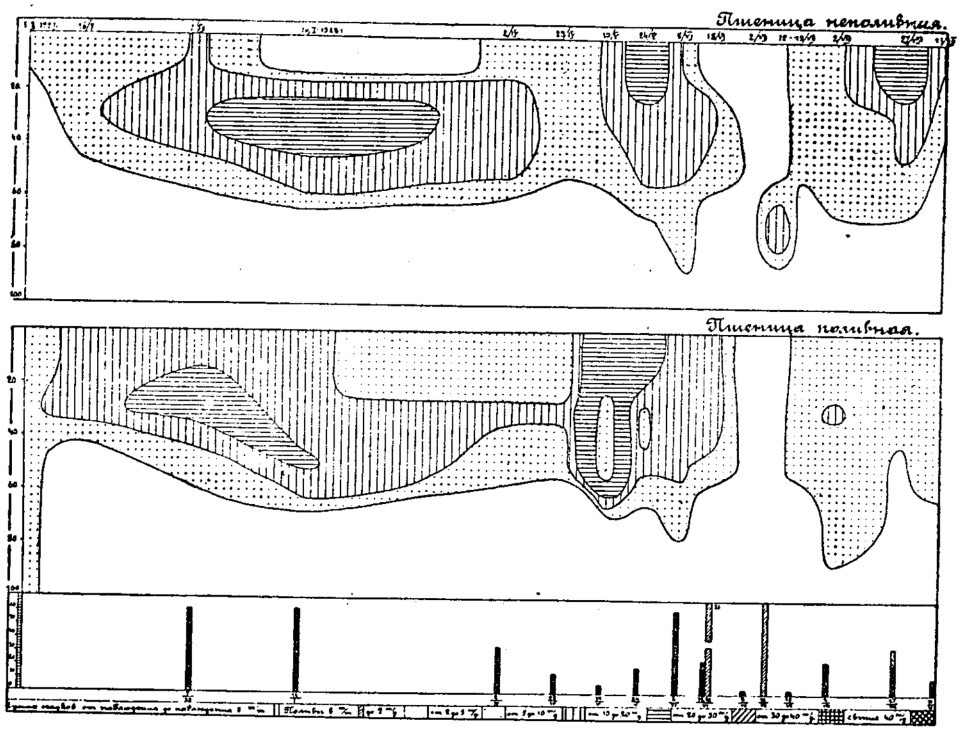


Диаграмма № 48. Динамика нитратов в метровом слое почвы под яровой пшеницей 1927/28 гг.

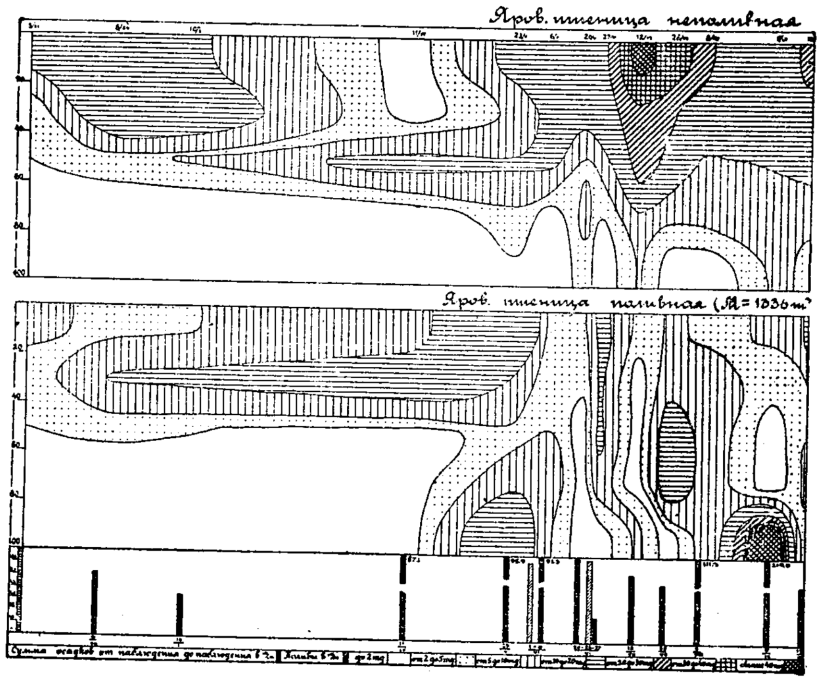


Диаграмма № 49. Динамика нитратов в метровом слое почвы под яровой пшеницей 1928/29 гг.

Таблица № 147.

Баланс азота под озимой пшеницей, яровой пшеницей и овсом (в кгр. на гектар)

№№ п/п.		Озимая пшеница		Яровая пшеница		Овес	
		Неорош.	Орош.	Неорош.	Орош.	Неорош.	Орош.
1	Вынос азота с урожаем культуры	59,24	79,45	109,85	146,75	64,85	141,83
2	Азот нитратов в почве весной	143,78	144,32	34,23	62,51	194,13	71,82
3	Азот нитратов в почве осенью	300,11	148,10	159,57	83,84	339,93	42,26
4	Прибавка азота в почве к осени	156,33	3,78	125,34	21,33	145,80	29,56
5	Азот, образовавшийся в течение вегетационного периода.	215,57	83,33	435,19	168,08	210,65	112,27
6	То же в %%	100	38,61	100	71,47	100	53,30

Представленный материал с определенностью указывает, что под влиянием поливов зерновых культур процессы образования нитратов в почве сильно замедляются.

Такое же снижение азота было замечено и Ф. Ю. Гельцер (65) под культурой хлопчатника при сравнении способов полива инфильтрацией и затоплением (см. табл. 47 148).

Таблица № 148

Баланс азота на хлопковом поле на Ак.-Кавакской опытной станции (в кгр на гектар)

Способ полива / Название об'ектов	1929 год		1930 год	
	Инфильтрация	Затопления	Инфильтрация	Затопления
В метровом слое почвы	94,3	56,6	132,7	67,5
В хлопчатнике	271,3	185,7	142,0	99,5
Сумма	365,6	241,3	274,7	167,0
В процентах	100	66,0	100	60,7

Выводы

Из разобранного материала можно констатировать:

1) Как в паровом поле, так и под различными культурами количество нитратов в почве при орошении понижается.

2) В паровом поле атмосферные осадки в сочетании с поливами особенно сильно сказываются на уменьшении количества нитратов в почве, что очевидно, связано с угнетением нитрификаторов в связи с переувлажнением почвы (ухудшение аэрации) с одной стороны и с другой—с вымыванием нитратов за пределы метрового слоя почвы.

3) Усиленное потребление нитратов орошаемыми культурами по сравнению с неорошаемыми, составляет только малую часть резкого общего снижения нитратов под влиянием орошения

4) Преувеличенные нормы орошения, как в пару, так и под кенафом, понижают количество нитратов в почве путем вымывания и угнетения нитрификационного процесса.

5) При оптимальных условиях увлажнения (оптимальная норма) количество нитратов сильно убывает сразу же после полива, затем ко времени следующего полива вновь восстанавливается.

МОБИЛИЗАЦИЯ И ИММОБИЛИЗАЦИЯ ФОСФАТОВ

Достаточно известно, что фосфор почвы находится в соединениях органических и неорганических. Неорганические формы фосфатов, преобладающие в почве, связаны с кальцием, магнием и аллюминием. По мнению проф. Костычева (74), академика Гедройца (75), проф. Егорова (76) фосфор почвы связан, главным образом, с кальцием в виде фосфорно-кислого кальция $Ca_3(PO_4)_2$. Это подтверждено и работой Ф Ю. Гельцер (47) на сероземах, из которой видно, что до 80% минеральных форм P_2O_5 в пахотном слое содер ится в виде $Ca_3(PO_4)_2$.

$Ca_3(PO_4)_2$ отличается трудной растворимостью в воде. Но по данным J. E. Greavs'a (77) раствор углекислоты может воздействовать на $Ca_3(PO_4)_2$ с образованием более растворимых форм фосфора.

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2CO_2 + 2H_2O = Ca_2H_2(PO_4)_2 + Ca(HCO_3)_2.$$

По Митчерлиху (78) растворимость фосфатов находится в прямой зависимости от содержания CO_2 в воде (таблица № 149).

Таблица № 149

Растворимость фосфатов в присутствии CO_2.

%% CO_2	%% P_2O_5
0,00	0,00482
0,246	0,00671
0,568	0,00798
0,854	0,00862

Таблица № 150

Отношение почвы к воде	Длительность взбалтыв. в минуту	P_2O_5 в мгр. на кгр почвы	
		Вода без CO_2	Вода с CO_2
1:5	5	2,75	2,30
1:10	5	4,00	3,39

Таблица № 151

Влияние CO_2 на растворимость фосфатов

$Ca_3(PO_4)_2$ в гр. на литр	Грамм PO_4, р створившийся в литре	
	Вода без CO_2	Вода с CO_2
5	0,109	0,239
10	0,189	0,344
20	0,324	0,481
40	0,558	0,738

Таблица № 152

Влияние влажности на растворимость фосфатов (в мгр на кгр п чвы)

	Влажность от полной влагоемкости		
	30%	60%	80%
Растворилось в воде P_2O_5	0,73	0,66	0,53
„ „ „ Са в %	173,4	228,2	251,0

Работами Gameron и Seidell (79) также установлено, что угольная кислота способствует растворению фосфатов (табл. № 151), но при наличии кальциевых солей действие CO_2 на растворимость $Ca_3(PO_4)_2$ снижается. Ф. Ю. Гельцер удалось установить (табл. № 150) что на карбонатных сероземах вода, насыщенная CO_2, не дает повышения растворимости фосфатов почвы и что в условиях карбонатных почв усиление раствори-

мости $Ca_3(PO_4)_2$ под влиянием CO_2 возможно при наличии только очень значительных количеств CO_2.

Углекислота, конечно не единственный фактор, способный действовать на фосфаты почвы.

Присутствие натрия в неменьшей степени способствует образованию растворимых фосфатов.

В данном случае продуктом соединения является фосфат натрия: почва $Na + Ca_3(PO_4)_2 =$ $=$ почва $Ca + Na_3PO_4$.

Это обстоятельство имеет большое значение при орошении солонцеватых почв.

Количество влаги в почве также влияет на растворимость фосфатов. По работам П. Гирно (4), проведенных на черноземах Киевской области (табл. № 152), видим, что с увеличением влажности убывают водорастворимые соединения фосфорной кислоты, что стоит в прямой зависимости от увеличения количества Ca в почвенном растворе в связи с увеличением влажности.

Работами Е. А. Жорикова и Н. В. Бородиной (80) на Средне-Азиатской станции удобрений установлено, что благодаря высокой буферности почв станции в отношении водорастворимых фосфатов влияние поливов на состояние их в почве проявляется слабо. Не замечено никакого передвижения фосфатов из верхних горизонтов в нижние в процессе поливов. Слабое изменение наблюдается и от действия поливов, взятых в отдельности; при втором и особенно при третьем поливе отмечается некоторое убывание фосфатов, что, повидимому, стоит в зависимости от увеличения при поливах количества двууглекислого кальция.

Таблица № 153

Фосфаты по данным Ср. Аз. станции удобрений за 1927 год (в мгр P_2O_5 на кгр.)

Горизонт	1 полив		2 полив			3 полив			Среднее
	3/IV перед поливом	6/VI после полива	8/VII перед поливом	11/VII на 2 день после полива	13/VII на 6 день после полива	30/VII перед поливом	3/VIII на 2 день после полива	6/VIII на 6 день после полива	
0—3	5,00	2,50	7,50	4,41	5,36	5,77	4,69	4,40	4,95
3—10	6,80	7,50	4,70	5,77	6,25	6,25	6,25	4,40	5,99
0—10	6,26	6,00	5,54	5,36	5,99	6,11	5,79	4,40	5,68
10—20	6,25	3,12	2,50	2,78	3,41	2,34	3,12	3,25	3,34
20—30	0,70	1,55	1,65	0,45	1,19	2,34	0,33	1,92	1,27
30—40	0,60	0,45	2,60	1,02	1,22	2,13	0,17	0,55	1,09
40—50	0,63	0,37	2,27	0,75	1,25	1,47	1,29	0,57	1,07
50—60	0,55	2,42	2,50	2,78	1,97	1,67	0,33	следы	1,53
60—70	1,10	2,42	2,02	0,71	1,53	2,27	0,87	1,17	1,51
70—80	1,65	2,50	2,42	2,83	1,92	2,14	0,94	0,37	1,84
80—90	2,58	2,08	2,35	2,08	2,27	1,87	1,56	0,82	1,20
90—100	2,08	2,35	1,87	0,89	2,34	2,08	1,78	0,50	1,73

В работе Hirst'a и Grevs'a (37) проведенной на опытной станции в Юта (Utah) также указывается на небольшое уменьшение количества растворимых фосфорно-кислых соединений при применении орошения в паровом поле (таблица № 154).

Таблица № 154

Обработка	Фосфор в фунтах на акр.			
	1 ф.	2 ф.	3 ф.	Сумма
Без полива	3,490	3,384	3,060	9,934
Полив 20 дм. воды	3,420	3,490	2,952	9,862
Полив 40 дм. воды	3,567	3,343	2,844	9,754

По работам Н. В. Орловского на Зап.-Казахстанской станции в почвах полей станции отмечается в общем небольшое количество воднорастворимой фосфорной кислоты. Однако, в первый год действие орошения в паровом поле (табл. № 155) выразилось почти в удвоении количества растворимых фосфатов в гор. А и В. На второй год количество фосфатов в верхних горизонтах А и В едва возросло, но сильно увеличилось в горизонтах В и С.

Таблица № 155

Фосфаты по данным Зап.-Казахстанской станции (в млг на кгр абсолютно сухой почвы)

	1928 год		1929 год	
	Полив	Без полива	Полив	Без полива
Пар А	1,41	0,77—0,89	1,75	1,31
Пар А	1,58 1,43	— —	— 1,43	— 1,41
Пар В	—	0,76—0,93	—	—
Пар ВС	1,44	—	2,72	2,44
Пар С	1,44	—	1,90	0,76

Влияние орошения под культурами сказалось повышением содержания P_2O_5 (за исключением гороха „Нут"—таблица № 156), но это увеличение чрезвычайно незначительное

Таблица № 156

Фосфаты по данным Зап.-Казахстанской станции (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Сроки	Пшеница		Подсолнечник		Нут	
	Полив	Без полива	Полив	Без полива	Полив	Без полива
4/V	—	0,60	0,99	0,59	0,94	0,50
15/V	0,37	0,53	0,32	0,44	0,33	0,35
1/VI	0,29	0,38	0,36	0,36	0,36	0,26
	Полив				Полив	
15/VI	0,18	0,39	0,39	0,47	0,59	0,20
	Полив		Полив		Полив	
3/VII	0,76	0,40	0,51	0,50	0,95	0,80
16/VII	0,87	0,15	0,43	0,55	0,84	0,43
2/VIII	1,57	1,35	1,47	1,72	1,79	1,74
14/VIII	1,27	1,73	1,81	1,32	1,03	1,91
31/VIII	3,95	2,67	3,83	2,19	3,25	6,16
17/IX	0,85	0,55	0,62	0,77	0, 3	0, 2
2/X	0,30	0,26	0,32	Следы	0,20	0,28
31/X	0,34	0,33	0,35	0,51	0,35	0,33

Динамика фосфатов на черном пару

Перейдем к рассмотрению данных, полученных нами.

Количество фосфатов в черном пару как в 1928, так и в 1929 г. характеризуется в общем незначительными величинами (табл. № 157—160). В 1928 г. среднее содержание их в пахотном слое колеблется около 4 мг., изредка поднимаясь до 5—6 мг. В 1929 г. среднее содержание фосфатов несколько больше, до 7 — 8 мг в течение всего периода наблюдений.

Таблица № 157

Фосфорная кислота (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Пар черный неполивной

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
5/X	—	4,72	3,47	3,07	3,36	н.	2,92
24/X	—	4,45	5,04	2,63	1,72	2,54	3,27
5/XII	—	5,31	4,21	5,44	4,16	3,33	4,48
1928 г.							
12/I	—	6,81	10,44	6,25	5,37	3,11	6,39
29/III	—	3,01	2,89	2,36	2,46	1,90	2,52
23/IV	—	3,38	2,37	1,56	сл.	сл.	1,46
10/V	0,29	0,30	1,94	1,92	1,12	1,05	1,26
24/V	—	4,27	0,60	5,68	4,49	3,38	3,68
8/VI	3,86	3,64	2,79	1,49	1,12	1,64	2,13
21/VI	—	6,03	5,47	3,86	3,05	1,55	3,99
2/VII	—	5,14	3,88	3,24	2,09	1,62	3,19
5/VII	—	5,88	3,86	3,91	2,94	2,09	3,73
16/VII	2,71	2,79	3,48	3,05	2,37	1,52	2,64
30/VII	—	4.24	3,48	2,70	1,46	1,52	2,68
16/VIII	—	2,28	2,66	1,38	0,97	0,89	1.63
30/VIII	2,79	2,37	1,91	1,92	1,33	1,22	1.77
7/IX	—	2,92	3,04	2,89	2,74	2,54	2,83
20/IX	—	1,35	0,99	1,36	сл.	сл.	0,74

Таблица № 158

Фосфорная кислота (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Пар черный поливной (М = 2562 м³/га)

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
5/X	—	н.	н.	1,22	н	2,02	0,65
24/X	—	2,65	2,23	2,01	2,17	1.14	2,04
5/XII	—	2 11	6,02	4,95	3,39	2,48	4,19
1928 г.							
12/I	—	6,39	3,33	4,64	2,62	3,71	4,14
29/III	—	2 20	3,81	2,32	2,20	2,03	2,51
23/IV	—	2,49	3,20	1,75	сл.	сл.	1,49
10/V	0 26	2,82	2,40	1,39	0,84	1,80	1,85
24/V	—	3,37	3,39	3,08	1,26	0,79	2,34
8/VI	2,32	2,52	1,33	1,20	1,04	0,81	1,38
21/VI	—	3,52	3,85	3,69	3,61	2,12	3,33
2/VII	—	3,09	2,81	2,10	1,00	1,32	2,06
5/VII	—	4,97	5,14	3,49	2,07	1,47	3,42
16/VII	2,78	2 97	2,72	1,49	2,17	1,20	2,11
30/VII	—	2,48	2,53	2,27	4,40	1,70	2,67
16/VIII	—	1,57	1,06	1,20	0,80	сл.	0.92
30/VIII	1,53	1,24	1,46	1,23	1,29	1,10	1,26
7/IX	—	2.04	1,61	1,56	1,51	1,29	1,60
20/IX	1,18	1,44	1,34	1,11	1,05	1.31	1,25

Таблица № 159

Фосфорная кислота (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Пар черный неполивной

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	1,21	1,49	1,06	0,69	0,69	1,08
6/XII	5,04	2,72	2,36	1,72	1,47	2,66
1929 г.						
10/I	2,10	3,35	2,90	1,60	1,15	2,12
11/IV	8,31	6,63	7,32	5,55	4,53	6,47
23/V	1,48	1,88	2,48	2,30	1,61	1,95
6/VI	2,61	3,80	2,35	1,18	1,56	2,32
20/VI	1,90	2,11	2,08	1,78	1,39	1,85
27/VI	6,15	6,46	4,89	4,43	2,81	4,95
12/VII	7,52	5,51	2,60	2,29	1,41	3,87
25/VII	4,85	3,36	2,54	2,13	1,58	2,89
8/VIII	3,21	3,11	2,45	1,92	1,46	2,43
22/VI I	2,43	2,37	1,52	2,09	1,56	1,99
5/IX	4,10	1,80	1,80	1,50	1,25	2,09
16/IX	4,35	4,26	5,17	2,01	2,07	3,57

Таблица № 160

Фосфорная кислота (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Пар черный поливной (М = 2887 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—90	80—100	
1928 г.						
5/XI	1,63	1,41	1,00	1,01	0,82	1,17
6-XII	5,37	1,86	1,91	1,77	1,22	2,41
1929 г.						
10-I	2,90	1,75	2,20	2,25	1,65	2,15
11 IV	6,40	6,92	5,26	3,71	2,71	5,20
23-V	1,73	1,59	2,29	1,93	1,96	1,90
-VI	4,22	2,78	3,11	2,90	2,30	3,06
20-VI	1,95	1,28	1,59	1,46	1,09	1,47
27-VI	5,94	6,04	3,23	6,26	4,08	5,11
12-VII	5,19	4,87	4,66	5,70	6,23	5,33
25-VII	2,93	2,07	2,06	2,11	1,93	2,22
8-VIII	3,07	2,35	2,07	2.21	1,87	2,31
22-VIII	2,72	3,15	3,31	2,80	2,45	2,89
5-IX	2,60	2,95	2,35	2,60	1,64	2,43
16-IX	5,14	4,87	3,89	3.62	3,43	4.19

По динамике фосфатов оба года весьма различны. Наибольшее количество в 1928 г. наблюдалось летом, весною фосфатов было меньше, осенью еще больше убавилось. В 1929 г. наибольшее количество фосфатов отмечено весною, в начале лета количество их значительно снизилось, резко увеличилось в июле, снизилось в августе, но к осени вновь начало увеличиваться.

При сравнении делянок с орошением и без орошения в 1928 г. замечалась некоторая разница, но не слишком значительная. Весною количество фосфатов в них было приблизительно, одно и то же; летом под влиянием орошения количество фосфатов уменьшилось в пахотном горизонте и слабее в метровом слое. Осенью по окончании орошения количество фосфатов на орошаемой делянке немного увеличилось по сравнению с неорошаемой.

В 1929 г. орошаемая делянка черного пара отличалась меньшим количеством фосфора еще с весны, а летом под действием орошения относительное количество их уменьшается еще более, главным образом, в верхних горизонтах. Осенью начинается накопление фосфатов вновь, при этом орошаемая делянка даже перегоняет неорошаемую.

В действии отдельных поливов 1928 г. на почву замечаются колебания: мы видим или снижение в верхнем горизонте, сопряженное с некоторым увеличением в нижних (полив 24.VII, 21/VIII 28/VIII) или же—и это в большинстве случаев—сплошное уменьшение во всем метровом слое (поливы 14/VII, 31/VII, 10/III).

В 1929 г. столь явственной тенденции к уменьшению не наблюдается. Некоторые поливы (14/VI, 27/VIII), правда, влекут за собою общую сильную убыль фосфатов, но после других убыль захватывает только верхний горизонт, и сопровождается увеличением в нижних (поливы II/VII, 10/VIII, 14/VIII, 19/VIII). Или в верхнем горизонте, а иногда и во всем метровом слое имеет место даже увеличение, правда, очень незначительное (поливы 29 VII, 5/VIII). Увеличение, обычно, связывается с выпадением осадков перед самым поливом.

По количеству фосфатов в верхнем горизонте (0—20 см.) в оросительный период мы наблюдаем значительное снижение их (табл. № 161), доходящее до 47,67% в 1928 г. и до 39,59% в 1929 г.

Таблица № 161

Количество водорастворимых фосфатов в пахотном слое в период орошения (в мгр. на кгр абсолютно сухой почвы)

Даты наблюдения	1928 год					Среднее
	30/VII	16/VIII	30/VIII	7/IX	20/IX	
Культуры						
Пар неорошаемый . . .	4,24	2,28	2,37	2,92	1,35	2,63
Пар орошаемый	2,48	1,57	1,24	2,04	1,44	1,75
Убыль в мгр.	1,76	0,71	1,13	0,88	0,09	0,88
Убыль в %%	41,50	31,14	47,67	30,03	+6,65	33,46

Даты наблюдений	1929 год						Среднее
	20/VI	27/VI	12/VII	25/VII	8/VIII	22/VIII	
Культуры							
Пар неорошаемый . . .	1 90	6,'5	7,52	4,85	3.21	2,43	4.34
Пар орошаемый	1,95	5,96	5,19	2,93	3,07	2,72	3,64
Убыль в мгр	+0,05	0,19	2,33	1,92	0,14	+ 0,29	0,70
Убыль в %%	+2,60	3,18	30,98	39,59	4,36	+11,93	16,12

По динамике фосфатов в метровом слое почвы оба исследуемых года—1928 и 1929—не схожи между собой (табл. 162) В 1928 г. мы за ечаем большую убыль во все сроки полива, доход щую до 43,39% за исключением последнего полива, когда количество фосфатов возросло на 68,91%. В 1929 г. такой ясной картины равномерного уменьшения не наблюдалось, зато наталкиваемся на своеобразное явление перемещения: оно происходит по направлению от верхних слоев к нижним и в нижних слоях при общем уменьшении количества фосфатов наблюдаются отдельные случаи прироста.

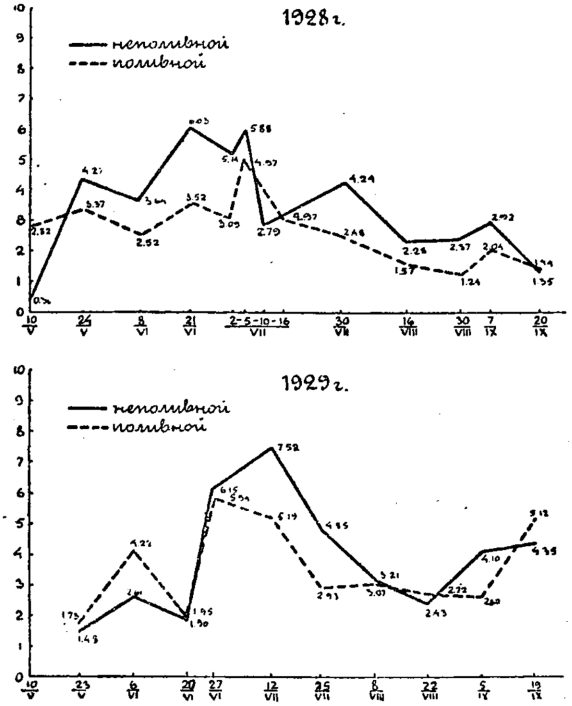


Диаграмма № 50. Динамика фосфатов в пахотном слое почвы на черном пару.

Более сильная убыль в одном только верхнем слое может быть объяснена особенно сильным действием на верхние горизонты кальция поливных вод, которые и отдают значительную его часть верхнему слою, снижая тем самым растворимость фосфатов.

Таблица № 162

Среднее содержание фосфатов в метровом слое почвы в период орошения (в мгр. на кгр почвы)

Дата наблюдений	1928 год					Среднее
	30/VII	16/VIII	30/VIII	7/IX	20/IX	
Культуры						
Пар неорошаемый	2,68	1,63	1,77	2,83	0,74	1,93
Пар орошаемый	2,67	0,92	1,26	1,60	1,25	1,54
Убыль в мгр.	0,01	0,71	0,51	1,23	+ 0,51	0,38
Убыль в %%	0,14	43,39	27,77	3,31	+68,91	19,75

Продолжение табл. № 162

Дата наблюдений	1929 год						Среднее
	20/VI	27/VI	12/VII	25/VII	8/VIII	22/VIII	
Культуры							
Пар неорошаемый . . .	1,85	4,95	3,87	2,89	2,43	1,99	3,02
Пар орошаемый	1,47	5,11	5,33	2,22	2,31	2,89	3,20
Убыль в мгр	0,38	+0,16	+ 1,46	0,67	0,11	+ 0,90	+0,20
Убыль в %%	28,00	+3,32	+ 37,38	23,23	4,77	+14,73	+6,69

В 1929 г. разница между делянками сказывается не столько в величине запаса фосфатов, ск лько в распределении его в метровом слое. При начале орошения содержание фосфатов было приблизительно одинаково как в той, так и в другой делянке (порядка

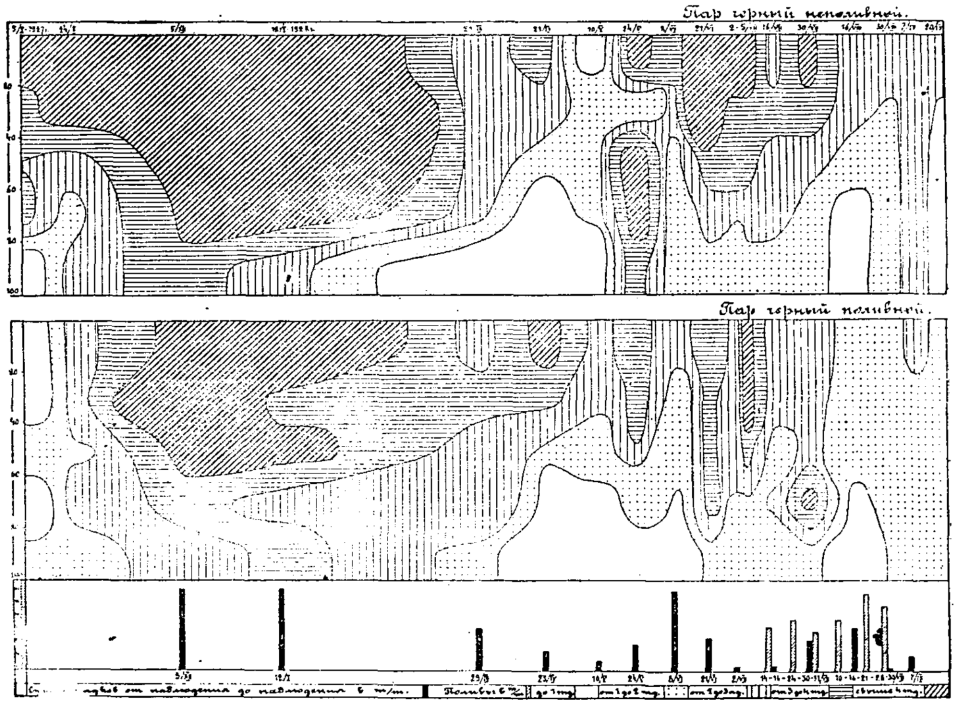


Диаграмма № 51. Динамика фосфатов в метровом слое почвы на черном пару 1927/28 гг.

5 мгр.), но в почве орошаемой делянки этот запас проникал во всю толщу метрового слоя, а в делянке без искусственного ор шения—не глубже 60 см. В конце оросительного периода обе делянки содержали, приблизительно, около 3 мгр., но в делянке, орошавшейся такой запас проникал во всю глубину метрового слоя, в делянке без орошения он не проникал в почву глубже 50 см., уменьшаясь в нижних горизонтах до 2 мгр.

При увеличении нормы орошения до 5443 и 9668 м³, (как показывает табл. № 113—4) очевидно, благодаря увеличению количества раств рителя, имеет место увеличение количества фосфатов во всем метровом слое, но главным образом, в верхнем горизонте. При этом (диаграмма № 53 и № 54) наиб льший прирост фосфатов дает норма 5443 м³. При увеличении нормы до 9668 м³ происходит уже вымывание фосфатов.

Таблица № 163

Фосфорная кислота (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Пар черный поливной (М=5443 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	1,63	1,41	1,00	1,01	0,82	1,17
6/XII	5,37	1,86	1,91	1,77	1,12	2,41
1929 г.						
10/I	2,90	1,75	2,20	2,25	1,65	2,15
11/IV	6,40	6,92	5, 6	3,71	2,71	5,00
23/V	1,73	1,59	2,29	1,93	1,96	1,90
6/VI	4,22	2,78	3,11	2,90	2,30	3,06
20/VI	1,95	1,28	1,59	1,46	1,09	1,47
27/VI	5,94	6,04	3,23	6,26	4,08	5,11
12/VII	9,04	8,09	6,51	6,53	5,68	7,17
25/VII	5,32	2,53	1,99	2,63	2,50	2,99
8/VIII	4,83	3,65	3,03	2,84	2,59	3,39
22/VIII	5,31	4,21	4,45	4 00	4,80	4,55
5/IX	4,35	4,30	3,35	2,70	2,35	3,41
19/IX	5,50	4,80	4,04	2,88	2,82	4,01

Таблица № 164

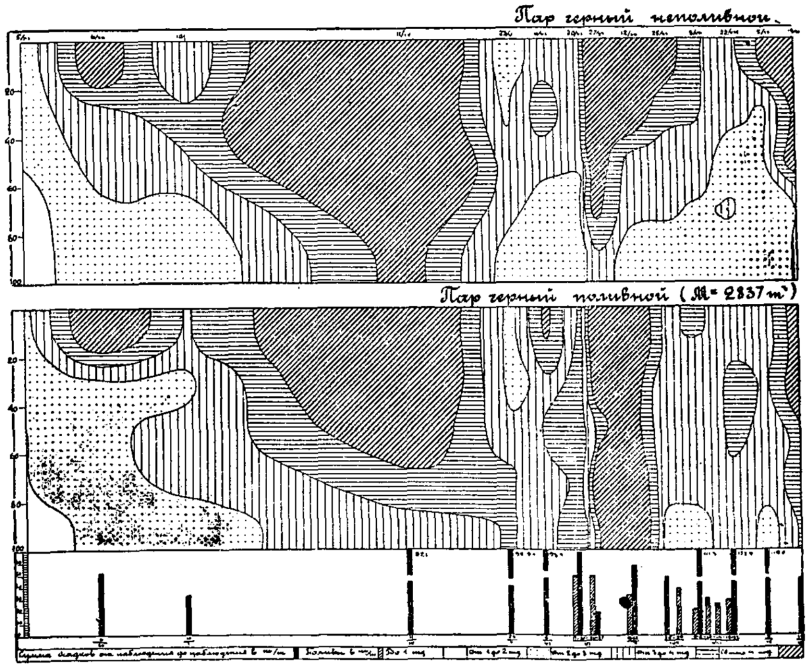
Фосфорная кислота (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Пар черный поливной (М=9669 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20-40	40-60	60-80	80—100	
1928 г.						
5/IX	1,63	1,41	1,00	1,01	0,82	1,17
6/XII	5,37	1,86	1,91	1,77	1,12	2,41
1929 г.						
10/I	2,90	1,75	2,20	2,25	1,65	2,15
11/IV	6,40	6,92	5,26	3,71	2,71	5,00
23/V	1,73	1,59	2,29	1.93	1,96	1,90
6/VI	4,22	2,78	3,11	2,90	2,30	3,06
20/VI	1,95	1,28	1,59	1,46	1,09	1,47
27/VI	5,94	6,04	3,23	6,26	4,08	5,11
12/VII	6,04	6,40	6,29	6,07	5,25	6,01
25/VII	4,23	2,48	2,68	2,35	1,52	2,65
8/VIII	4,49	3,30	3,10	2,62	1,73	3,05
22/VIII	5,65	4,82	4,58	2,99	2,97	4,20
5/IX	3,40	3,80	3,25	2,60	2,95	3,20
19/IX	7,90	6,16	5,67	5,17	5,20	6,02

Динамика фосфатов под озимой пшеницей

Количество фосфатов под озимой пшеницей (табл. № 165 и № 166) в период до орошения характеризуется очень близкими величинами для (будущей) поливной и неполивной делянок. То обеднение фосфатами поливной делянки, которое замечалось еще глубокой



Диагр. № 52. Динамика фосфатов в метровом слое почвы на черном пару 1928/29 гг.

осенью 1928 г. (наблюдения 5/XI-1928 г.) и являлось последствием орошения на черном пару, уже к началу декабря не имеет больше места. По содержанию фасфатов

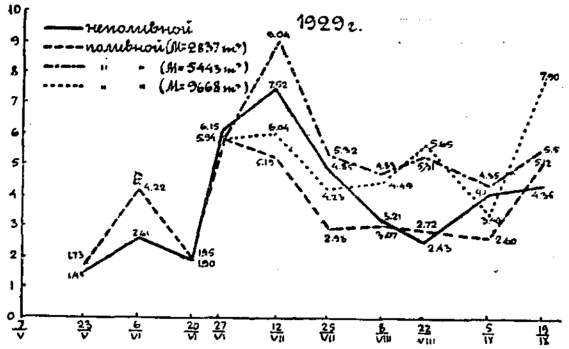


Диаграмма № 53. Динамика фосфатов в пахотном слое почвы на черном пару при разных нормах орошения 1929 г.

поливная делянка приближается к неполивной и перед началом (20/V) поливного периода показания по обеим делянкам почти одинаковы: среднее содержание фосфатов для метрового слоя неорошаемой делянки — 3,30 мг. на 1 кгр., орошаемой — 3,43 мгр. Поливы, произведенные 25 и 29 мая, дали резкое снижение, но оно само по себе отнюдь не может быть рассматриваемо, как явление специфически характерное, так как за тот же период снижение имеет место и на делянке без орошения. Однако, в неорошаемом поле происходит после снижения быстрый процесс восстановления, после же орошения

Таблица

Фосфорная кислота (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Озимая пшеница неполивная

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	2,45	1,89	1,26	1,10	0,95	1,53
6/XII	4,98	3,14	2,77	1,19	0,95	2,61
1929 г.						
10/I	4,45	2,50	1,95	1,85	1,50	2,45
11-VI	8,59	6,46	4,78	4,16	3,18	5,43
20-V	4,40	3,73	3,30	2,66	2,39	3,30
3-VI	0,90	0,56	0,52	0,79	0,64	0,68
17-VI	5,39	4,16	2,48	1,88	2,62	3,51
24-VI	3,71	2,70	1,97	1,54	1,29	2,24
8-VII	7,01	5,70	4,69	2,15	2,41	4,59
22-VII	7,28	7,50	6,47	5,56	2,83	5,93
5-VIII	2,85	2,48	2,39	2,08	1,88	2,34
2-IX	4,37	5,55	4,60	3,60	3,37	4,30
16-IX	6,00	3,35	3,40	3,85	3,00	3,72
1-X	3,66	2,74	2,11	1,03	2,81	2,47

Таблица № 166

Фосфорная кислота (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Озимая пшеница поливная (М = 1325 м³га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/VI	1,27	1,44	1,22	0,99	0 92	1,17
6/VII	4,30	2,84	2,3	1,72	1,21	2,48
1929 г.						
10/I	5,05	1,95	2,05	1,55	1,70	2,46
11/VI	8,21	4,33	3,84	2,39	2,13	4,18
20/V	5,24	3,55	3,65	2,64	2.06	3, 3
3/VI	0,94	0,49	0,79	0,58	0,90	0,74
17/VI	4,82	2,79	2,79	3,32	2,69	3,28
24/VI	2,76	1,74	2,00	2,00	1,78	2,06
8/VII	5,89	3,59	3,45	2.53	3,19	3,78
22/VII	5,56	3,36	3,51	4,31	4,35	4,22
5/VIII	2,17	1,06	0,68	1,00	0,68	1,11
2/IX	4,89	2,94	2,65	3,12	3,16	3,35
16/IX	3,90	3,20	2,85	3,15	2,25	3,07
1/X	2,24	1,51	1,37	2,60	6,23	2,79

в почве другой делянки—замедленный. Это ясно бросается в глаза, например, при обозрении табл. № 166 и диагр. № 56.

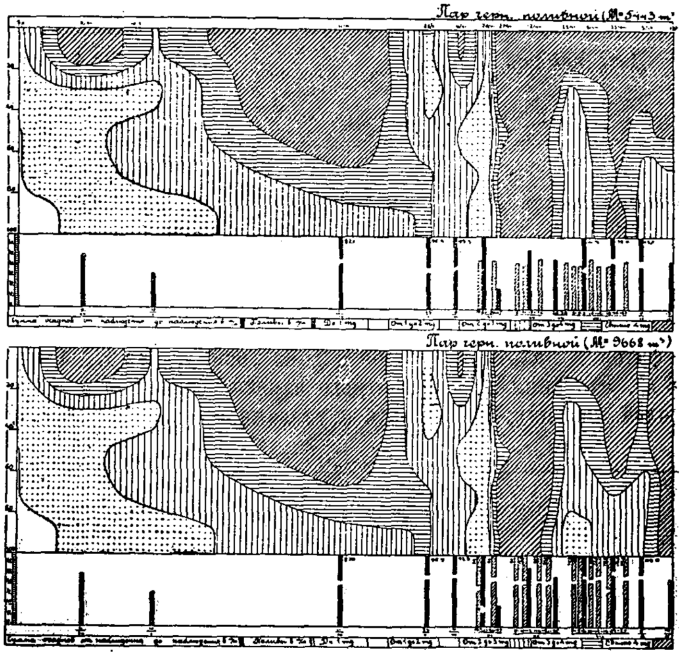


Диаграмма № 54. Динамика фосфатов в метровом слое почвы на черном пару при разных нормах орошения 1928/29 гг.

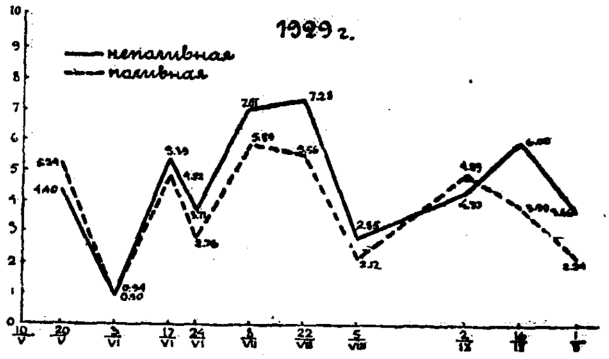


Диаграмма № 55. Динамика фосфатов в пахотном слое почвы под озимой пшеницей 1929 г.

Таблица № 167

Количество водно-растворимых фосфатов в пахотном слое в период орошения (в мгр. на кгр абсолютно сухой почвы)

Культуры \ Дата наблюд.	3/VI	17/VI	24/VI	2/VII	22/VII	Среднее
Озим. пшеница неорош.	0,90	5,39	3,71	7,01	7,28	4,86
„ „ орошаем.	0,94	4,82	2,76	5,89	5,56	3,99
Убыло в мгр.	—	0,57	0,95	1,12	1,72	0,87
„ в %%	—	10,57	25,80	15,97	23,62	17,90

Таблица № 168

Среднее содержание водорастворимых фосфатов в метровом слое почвы в период орошения

(в мгр. на кгр абсолютно сухой почвы)

Культуры \ Дата наблюд.	3/VI	17/VI	24/VI	2/VII	22/VII	Среднее
Озимая пшеница неорошаемая .	0,68	3,51	2,24	4,59	5,95	3,66
„ „ орошаемая . .	0,74	3,28	2,06	3,73	4,22	2,81
Убыло в мгр.	+0,06	0,23	0,18	0,86	1,71	0,58
„ в %%	+8,50	6,45	8,24	18,77	28,84	17,23

Количество фосфатов в пахотном горизонте снизилось до 25%, а по средним в метровом слое до 28%. Это снижение фосфатного запаса совпадает с накоплением в почве за этот период солей кальция. В результате указанного тормозящего фактора, воднора-

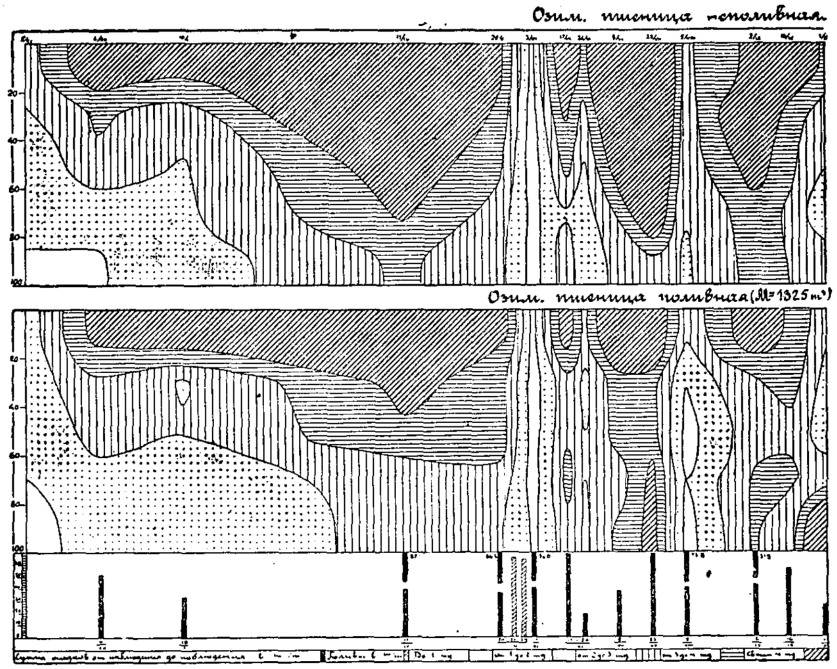


Диаграмма № 56. Динамика фосфатов в метровом слое почвы под озимой пшеницей 1928/29 гг.

створимых фосфатов в орошаемой делянке определенно меньше, нежели в неорошаемой. В то время, как на неорошаемой делянке (диагр. № 56) количество фосфатов за период до конца уборки растений было около 4 мгр. до глубины 50 см., на делянке с орошением запас не превышает одного—трех мгр и, если порою достигает предела 4 мгр., то не глубже верхних 20 см почвы.

Динамика фосфатов под кенафом

Содержание водорастворимых фосфатов под культурой кенафа еще меньше, нежели в близком к нему по условиям орошения пару (таблицы №№ 169 — 172). Осенью под влиянием поливов, данных во второй половине лета, в оба года отмечено снижение на поливных делянках, значительно ниже уровня неполивных. Влияние отдель-

Таблица № 169

Фосфорная кислота (в мгр. на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф неполивной

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
3-X	—	3,74	3,55	3,74	2,35	1,14	2,90
22-X	—	4,63	2,82	1,94	сл.	сл.	1,88
1-XII	—	2,20	1,94	1,79	1,41	1,52	1,77
1928 г.							
9-I	—	4,37	3,47	3,25	3,06	2,64	3,36
14-II	—	1,49	1,13	1,09	0,60	0,36	0,93
27-III	—	5,32	3,93	1,94	2,23	1,37	2,96
18-IV	—	2,36	2,42	2,61	2,22	1,65	2.25
7-V	—	3,24	2,35	1,65	1,20	1,14	1,91
21-V	—	0,39	0,37	1,95	1,36	0,97	1,01
5-VI	4,06	3,45	2,96	1,78	1,22	0,63	2,01
21-VI	—	5,65	5,74	4,99	1,85	1,67	3,98
5-VII	—	4,57	4,28	4,14	3,05	2,39	3,68
16-VII	3,78	2,97	2,63	1,65	1,64	1.53	2,08
19-VII	—	3,66	3,52	3,16	1,30	1,66	2,66
30-VII	—	4,00	3,83	3,33	1,05	1,30	2,70
16-VIII	—	3,69	3,10	1,39	1,12	0,95	2,05
30-VIII	3,61	3,13	2,91	2,45	0,76	1,06	2,06
7-IX	—	2,30	2,27	1,08	0,89	0,91	1,49
20-IX	1,41	1,45	1,54	0,82	сл.	сл.	0,76
26-IX	2,31	2,36	сл.	сл.	н.	н.	0,47

Таблица № 170

Фосфорная кислота (в мгр. на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф поливной (М = 2714 м³/га)

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
3/X	—	2,90	2,29	1,21	1,38	1,36	1,83
22/X	—	3,90	2,47	1,66	н.	сл	1,60
1/XII	—	1,90	1,81	1,75	1,07	1,18	1,56
1928 г.							
9/I	—	1,79	2,77	1,50	2,01	2,70	2,15
14/II	—	1,36	1,20	1,48	0,86	0,80	1,14
27/III	—	3,23	5,36	3,01	2,84	2,16	3,32
18/IV	—	1,35	2,82	1,80	1,63	1.22	1,76
7/V	2,21	2,27	2 52	2,62	2,03	1,56	2,20
21/V	—	2,50	2 31	2,58	1,95	1,56	2,18
5/VI	3,18	3,95	1,81	1,63	2,13	0,94	2,09
21/VI	—	0,59	4,73	4,70	4,10	2,63	3,35
5/VII	—	3,99	3,76	3,24	2,46	2,22	3,13
16/VII	1,35	2,26	1,72	1,95	1,61	1,30	1,77
19/VII	—	4,97	5,75	5,82	4,98	6,13	5,53
30/VII	—	2,7	1,91	1,53	1,48	1,15	1,76
16/VIII	—	3,70	2,02	1,76	0,94	0,89	1,86
30/VIII	2,62	2,61	2,03	0,93	1,16	0,99	1,54
7/IX	—	1,70	1,39	2,18	2,18	2,17	1,92
20/IX	1.42	0,83	0,85	сл.	сл.	н.	0,33
26/IX	2,07	0,93	сл.	сл.	н.	н.	0,18

ных поливов на содержание фосфатов в почве таково:—в 1928 году поливы 13/VII, 24/VII, 17/VIII, 28/VIII все дают определенное снижение по всему метровому слою и только полив 18/VII (частично также полив 8/VIII) дает некоторое повышение. В 1929 г. наблюдается приблизительно такое же действие поливов: поливы 11/VII—28/VII—29/VII, 5/VIII—13/VIII, 14/VIII—22/VIII понижают содержание фосфатов в метровом слое.

Таблица № 171

Фосфорная кислота (в мгр. на кило абсолютно сухой почвы)

Кенаф неполивной

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	2.92	2.22	2.21	1.37	0.99	1.94
3/XII	8.52	8.09	5.04	2.64	2.30	5.32
1929 г.						
7/I	5.45	4.00	2.85	2.25	2.10	3.33
8/IV	9.83	9.54	5.50	4.89	3.16	6.58
20/V	4.73	4.40	3.12	1.92	2.62	3.36
3/VI	1.04	0.76	0.55	0.49	0.88	0.74
17/VI	5.33	3.37	3.16	1.91	2.17	3.19
24/VI	2.51	2.23	1.50	1.80	1.19	1.75
8/VII	6.66	6.69	7.06	3.33	2.21	5.19
22/VII	4.71	4.47	3.52	3.05	2.33	3.62
5/VIII	4.73	4.17	3.67	1.86	1.68	3.22
22/VIII	4.38	4.93	3 86	3.59	1.57	3.67
2/IX	5.16	5.49	5.50	4.36	3.47	4.80
16/IX	8.50	6.60	3.60	3 25	3.20	5.03
1/X	3.41	2.32	2.04	2.68	1.77	2.44

Таблица № 172

Фосфорная кислота (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф поливной (М=3101 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	1.15	1.12	0.91	—	0.47	0.91
3/XII	4.79	4.72	4.21	2.02	1.47	3.44
1929 г.						
7/I	5.80	3.80	2.20	2.20	1.50	3.10
8/IV	6.06	8.06	7.97	5.43	4.11	6.33
20/V	5.31	4.74	2.57	2.94	2.69	3.65
3/VI	0.90	1.16	0.49	0.35	0.59	0.70
17/VI	3.59	3.38	2.69	2.66	1.81	2.83
24/VI	2.99	2.39	1.18	1.11	0.87	1.71
8/VII	6.84	6.27	3.25	2.18	1.73	4.05
22/VI	4.02	5.53	2.82	2.74	2.21	3.46
5/VIII	2.11	2.26	2.02	1.56	1.81	1.95
22/VIII	1.93	1.93	1.67	0.12	1.42	1.41
2/IX	2.54	3.97	4.38	3.32	3.43	3.53
16/IX	2.95	3.00	2.90	2.95	2.00	2.76
1/X	3.59	2.53	2.58	2.32	1.92	2.59

Приблизительно такая же картина наблюдается, если взять за период орошения цифры пахотного слоя (диагр. № 57 и табл. № 173).

В 1928 г. замечаем, что количество фосфатов уменьшалось в разные сроки на 16,61%—28,03% (19/VII отмечено увеличение на 35,79%). В 1929 г. убыль еще более значительная от 14,64% до 55,93% (исключение 16/VII, когда отмечено увеличение по 2,7%).

По содержанию фосфатов в метровом слое почвы (табл. № 174) заметно понижающее действие поливов, доходящее до 35,46% в 1928 г. и до 61,37% в 1929 г.

Таблица № 173

Количество водорастворимых фосфатов в пахотном слое в период орошения (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Культуры \ Дата наблюд.	16/VII	19/VII	30/VII	16/VIII	30/VIII	7/IX	Среднее
1928 г.							
Кенаф неполивной . . .	2,97	3,66	4,00	3,69	3,13	2.30	3,29
„ поливной	2,26	4,97	2,72	3,70	2,61	1,70	2,99
Убыло в мгр.	0,71	+ 1,31	1,28	+0,01	0,52	0,60	0,66
„ в %%	23,90	+35,79	32,00	+0,27	16,61	28,03	20,06
1929 г.	8/VII	22/VII	5/VIII	20/VIII	2/IX		
Кенаф неполивной . . .	6,66	4,71	4,73	4,38	5,16	—	5,13
„ поливной	6,84	4,02	2,11	1,93	2,54	—	3,49
Убыло в мгр.	+0,18	0.69	2,62	2,45	2,62	—	1,64
„ в %%	+2,70	14,64	55,39	55,39	50,70	—	32,16

Таблица № 174

Среднее содержание фосфатов в метровом слое почвы в период орошения (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Культуры \ Дата наблюд.	16/VII	19/VII	30/VII	16/VIII	30/VIII	7/IX	Среднее
1928 г.							
Кенаф неорошаемый . .	2,08	2,66	2,70	2,05	2,06	1,49	2,18
„ орошаемый . . .	1,77	5,53	1,76	1,86	1,54	1,92	2,39
Убыло в мгр.	0,31	+2,87	0,94	0,19	0,52	+ 0,43	+ 0,21
„ в %%	15,17	+107,80	35,46	9,17	25,12	+29,12	+10,00
1929 г.	8/VII	22/VII	5/VIII	22/VIII	2/IX		
Кенаф неорошаемый . .	5,19	3,62	3,22	3,67	4,80	—	4,10
„ орошаемый . . .	4.05	3,46	1,95	1,41	3,53	—	2,88
Убыло в мгр.	1,14	0,16	1,27	2,26	1,27	—	1,22
„ в %%	21,88	4,20	39,41	61,37	26,43	—	29,72

Анализируя диагр. № 58 распределения фосфатов в метровом слое за весь период наблюдений для 1928 г. встречаем положение, отчасти знакомое нам по состоянию фосфатов в почве паровых полей.

К концу орошения в обеих сравниваемых делянках найдены приблизительно одинаковые количества фосфатов, но они сложились по-разному. На делянке без орошения

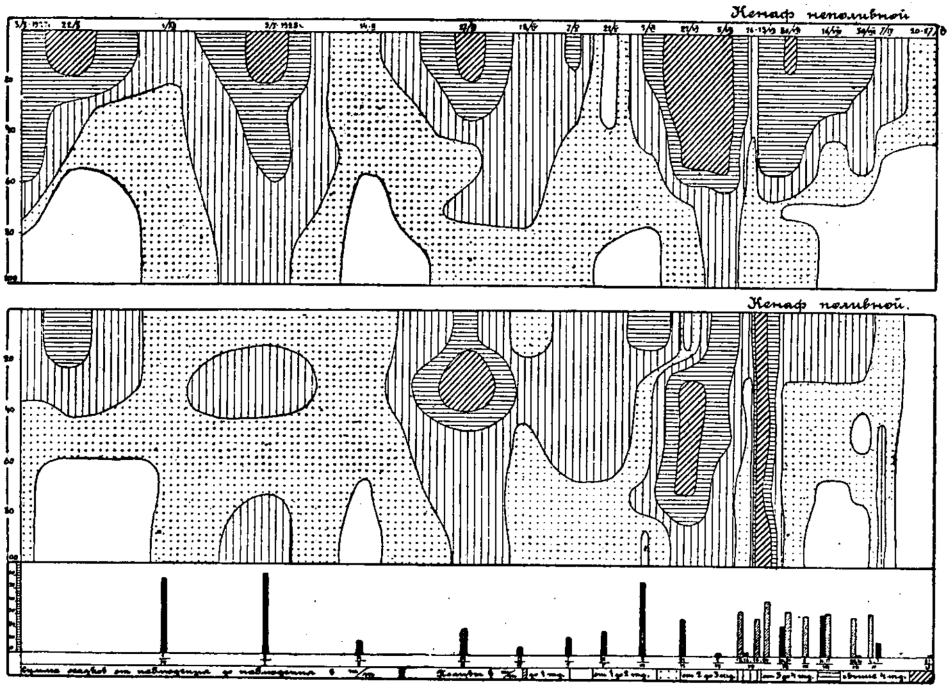


Диаграмма № 58. Динамика фосфатов в метровом слое почвы под кенафом 1927/1928 гг.

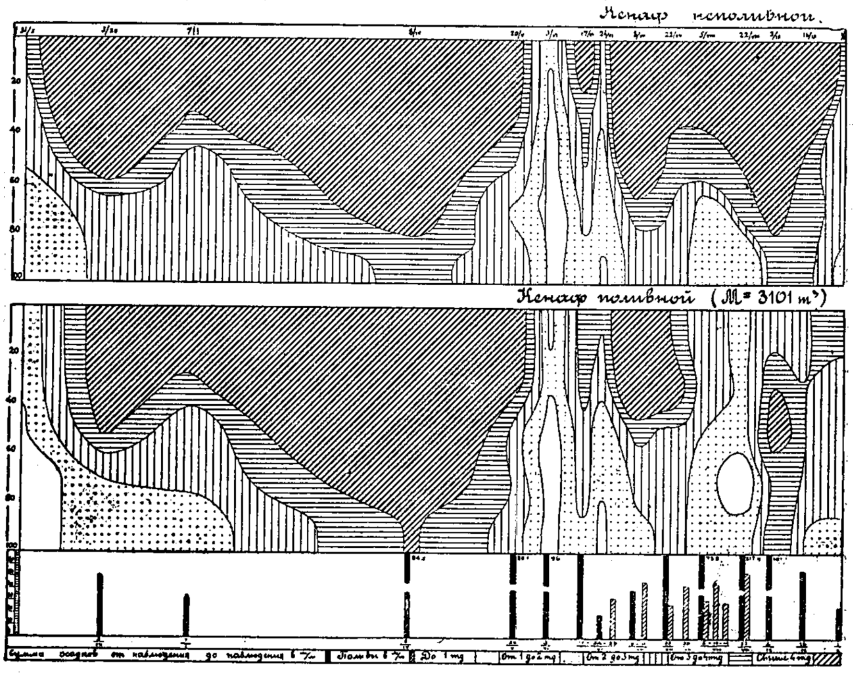


Диаграмма № 59. Динамика фосфатов в метровом слое почвы под кенафом 1928/29 гг.

около времени первых поливов отмечен значительный прирост фосфатов, до 4 мгр,, вместо прежних 3 мгр. Прирост, однако, не захватил всей глубины метрового слоя и проник не глубже 50 см. Ниже запас снижается порою до одного миллиграмма. На фоне такого распределения фосфатов яснее становится работа орошения на другой делянке. С первых поливов в ней также отмечается прирост фосфатов и в тех же размерах— вместо 3 мгр. также отмечается 4,—но этот прирост захватывает метровый слой полностью. К концу оросительного периода зона прироста становится меньше, чем в почве неорошаемой делянки, достигая всего 30 см., а глубже отмечается (с колебаниями) убыль фосфатов, более значительная, нежели в почве нижней половины метрового слоя делянки без орошения (1—2 мгр.).

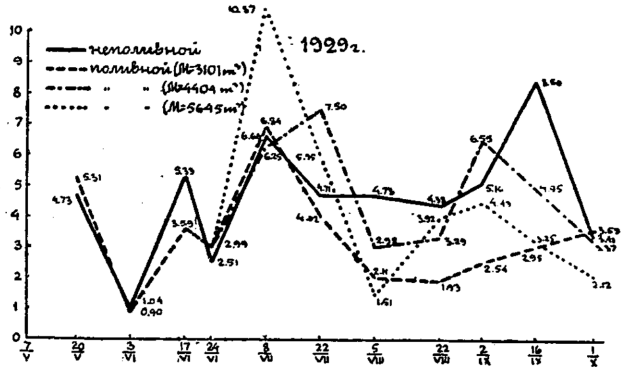


Диаграмма № 57. Динамика фосфатов в пахотном слое почвы под кенафом при разных оросительных нормах.

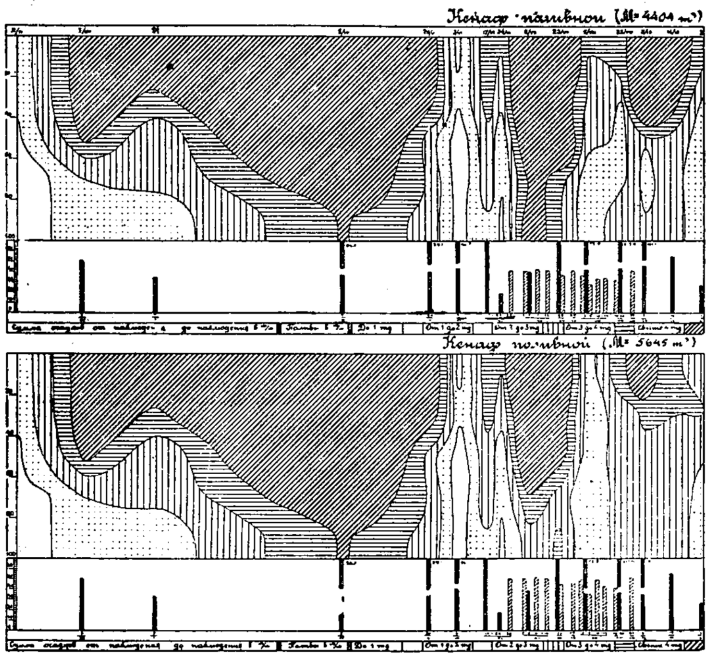


Диаграмма 60. Динамика фосфатов в метровом слое почвы под кенафом при разных оросительных нормах 1928/29 гг.

Для 1929 г. в общем характерно такое же соотношение. Неорошаемая делянка стойко в течение всего оросительного периода и далее до самого конца наблюдений держала фосфаты в размерах 5 мгр. до глубины 50 см. В орошаемой делянке к концу оросительного периода наличие их не превышает 2 мгр., снижаясь временами даже до 1 мгр. С прекращением орошения, запас фосфатов вновь нарастает к концу наблюдений до 4 мгр (диагр. № 59).

Наряду с орошением по оптимальной норме были поставлены опыты с избыточным орошением—до 4 404 м³ и максимально до 5 645 м³.

Увеличение нормы полива неизменно сопровождается (табл. № 175, 176) увеличением в почве количества воднорастворимых фосфатов (диагр. № 60). При этом обнаружи-

вается характерное явление, брасающее свет на весь солевой режим орошаемых почв, а именно: прирост фосфатов определенно увязывается с убылью соединений кальция в почве и эта обратная зависимость отмечается по всем горизонтам метрового слоя в течение периода орошения.

Таблица № 175

Фосфорная кислота (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)
Кенаф поливной (М=4404 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	1.15	1.12	0.91	—	0.47	0.91
3/XII	4.79	4.72	4.21	2.02	1.47	3.44
1929 г.						
7/I	5.80	3.80	2.20	2.20	1.50	3.10
8/IV	6.06	8.06	7.97	5.43	4.11	6.33
20/V	5.31	4.74	2.57	2.94	2.69	3.65
3/VI	0.90	1.16	0.49	0.35	0.59	0.70
17/VI	3.59	3.38	2.69	2.66	1.81	2.83
24/VI	2.99	2.39	1.18	1.11	0.87	1.71
8/VII	6.25	7.10	6.74	4.37	5.24	5.94
22/VII	7.50	5.15	6.07	3.43	3.08	5.05
5/VIII	2.98	2.89	2.33	1.46	1.43	2.22
22/VIII	3.29	2.88	1.89	1.85	2.48	2.48
2/IX	6.55	6.54	2.89	3.30	2.89	2.43
16/IX	4.95	4.70	2.75	2.25	2.30	3.39
1/X	3.37	2.01	1.30	1.54	1.23	1.89

Таблица № 176

Фосфорная кислота (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)
Кенаф поливной (М=5645 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	1.15	1.12	0.91	—	0.47	0.91
3/XII	4.79	4.72	4.21	2.02	1.47	3.44
1929 г.						
7/I	5.80	3.80	2.20	2.20	1.50	3.10
8/IV	6.06	8.06	7.97	5.43	4.11	6.33
20/V	5.31	4.74	2.57	2.94	2 69	3.65
3/VI	0.90	1.16	0.49	0.35	0.59	0.70
17/VI	3.59	3.38	2.69	2.66	1.81	2.83
24/VI	2.99	2.89	1.18	1.11	0.87	1.71
8/VII	10.87	6.45	6.84	3.87	2.54	6.11
22/VII	5.95	5.08	4.67	2.61	3.09	4.28
5/VIII	1.51	1.45	1.36	1.10	1.22	1.33
22/VIII	3.92	2.41	2.61	2.56	2.51	2.80
2/IX	4.43	3.18	2.63	2.57	2.46	3.05
16/IX	3.25	3.00	2.80	2.60	2.75	2.88
1/X	2.12	3.00	2.08	1.56	1.18	1.99

Динамика фосфатов под овсом

Поле, поступившее под культуру овса в 1928, в 1927 г. содержало, примерно, одинаковое количество фосфатов (табл. № 177—178) как в поливной, так и в неполивной делянках. Только зимой наблюдаем некоторое увеличение фосфатов на неполивной делянке,

Таблица № 177

Фосфорная кислота (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Овес неполивной

Дата	Поверх. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
3/X	—	3,45	2,91	2,62	1,52	1,63	2,42
24/X	—	2,45	2,27	1,37	1,25	0,91	1,65
5/XII	—	4,93	6,78	5,28	1.79	1,79	4,11
1928 г.							
12/I	—	9,53	3,26	7,98	2,22	2,49	5,09
29/III	—	4,97	3,80	2,51	1,24	1,48	2,80
18/IV	—	2,31	2,56	2,92	сл.	сл	1,56
7/V	2,16	4,01	3,00	1,55	1,24	1,42	2,24
21/V	—	2,78	2,13	1,69	1,22	1,31	1,82
5/VI	3,64	2,61	1,86	2,59	1,20	0,95	1,84
18/VI	—	1,80	2,18	1,42	1,07	1,43	1,78
2/VII	—	4,76	4,61	4,37	2,47	1,9›	3,63
12/VII	4,31	4,52	4,59	4,61	4,62	4,69	4,60
19/VII	—	3,50	3,19	1,79	1,12	1,15	2,15
2/VIII	—	4,09	3,97	2,48	1,75	1,32	2,72
27/VIII	4,67	4,72	4,19	2,8?	1,67	1,28	2,93
10/IX	1,78	2,55	0,77	0,71	сл.	сл.	0,81

Таблица № 178

Фосфорная кислота (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Овес поливной (М = 1439 м³/га)

Дата	Поверх. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
3/X	—	3,64	2,69	2,99	2,19	1,84	2,67
24/X	—	3,00	1,04	1,96	1,82	1,49	1,86
5/XII	—	4,06	3,98	2,86	1,50	1,73	2,82
1928 г.							
12/I	—	4,61	2,80	нет	нет	2,01	1,88
29/II	—	4,49	2,98	3,36	2,48	1,74	3,01
18/V	—	1,54	1,15	1,73	0,96	сл.	1,07
7/V	2,76	2,88	2,86	1,40	1,43	1,13	1,94
21/V	—	2,61	2,72	2,08	1,85	2,12	2,27
5/VI	3,23	2,77	1,83	1,90	1,08	0,91	1,69
18/VI	—	2,38	2,19	2,37	1,52	1,56	2,00
2/VII	—	2,70	2,15	1,99	1,77	1,58	2,04
12/VII	5,44	5,02	4,80	4,74	4,72	4,78	4,81
19/VII	—	2,35	1,59	2,02	1,19	1,13	1,65
2/VIII	—	2,95	2,98	2,34	1,56	1,49	2,26
27/VIII	3,07	2,98	2,87	1,86	1,74	1,37	2,16
10/IX	2,43	2,02	1,62	1,25	0,51	сл.	1,08

Таблица № 179

Фосфорная кислота (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Овес неполивной

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	2,58	1,77	1,26	1,06	1,20	1,57
3/XII	7,15	5,93	4,72	2,76	1,45	4,40
1929 г.						
7/I	5,10	2,60	2,45	2,70	1,85	2,94
8/IV	11,76	6,53	7,60	7,27	4,82	7,60
20/V	6,42	3,41	3,40	3,45	2,23	3,78
3/VI	1,94	1,25	0,96	0,46	1,80	1,28
17/VI	4,13	3,37	4,30	2,50	2,41	3,34
24/VI	2,23	1,18	1,78	1,41	1,20	1,56
8/VII	5,36	4,89	6,16	2,94	2,98	4,46
22/VII	6,89	5,47	3,75	2,18	1,52	3,96
5/VIII	4,58	3,37	3,36	2,11	1,88	3,06
2/IX	4,75	3,10	3,56	2,16	1,84	3,08
16/IX	9,45	7,20	5,90	4,90	5,25	6,54
1/IX	2,21	2,85	2,08	1,89	1,74	2,15

Таблица № 180

Фосфорная кислота (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Овес поливной (М=1326 м/га[3])

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	1,33	2,16	1,57	1,57	1,11	1,55
3/XII	4,19	4,05	4,68	2,74	2,58	3,65
1929 г.						
7/I	6,10	2,00	1,95	1,55	1,55	2,63
8/IV	10,53	5,50	6,96	5,67	3,45	6,42
20/V	6,14	1,19	0,59	6,95	—	3,72
3/VI	1,04	1,03	0,75	0,90	0,85	0,91
17/VI	4,79	4,29	2,21	1,40	1,03	2,74
24/VI	3,72	2,02	1,51	1,35	1,16	1,95
8/VII	6,62	4,60	2,97	2,49	3,02	3,94
22/VII	5,76	5,37	3,59	1,94	2,07	3,75
5/VIII	2,26	1,47	1,17	1,04	1,08	1,40
2/IX	4,26	2,21	1,26	1,36	1,28	2,07
16/IX	6,45	5,85	4,40	5,05	—	5,44
1/X	4,27	1,71	2,01	1,62	1,78	2,28

но к весеннему периоду (18/IV) эта разница вновь выравнялась. К концу лета, после уборки овса (19/VII) запас фосфатов поливной делянки начинает падать, и это сниже-

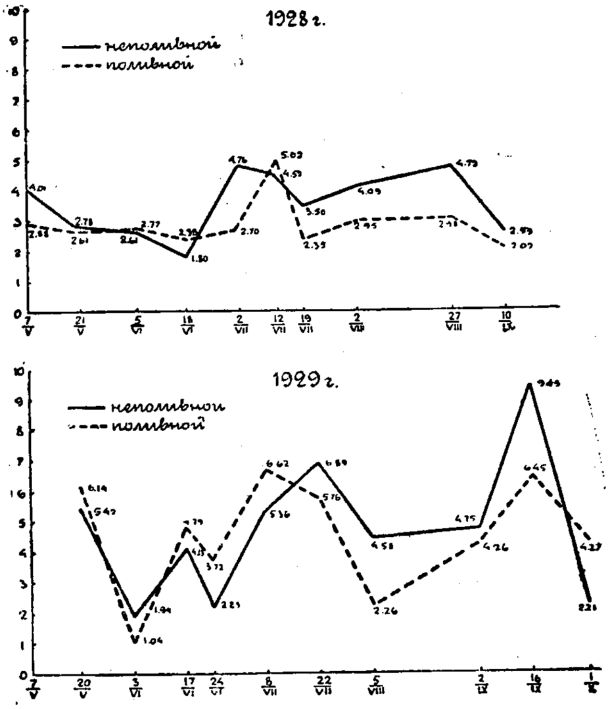


Диаграмма № 61. Динамика фосфатов в пахотном слое почвы под овсом.

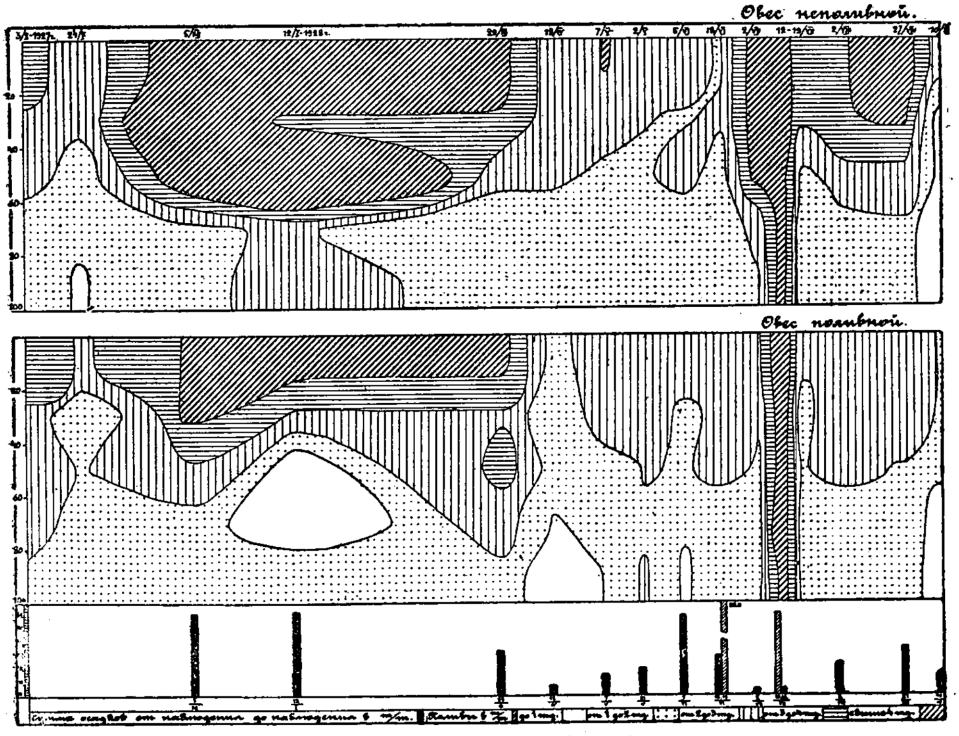


Диаграмма № 62. Динамика фосфатов под овсом в метровом слое почвы 1927/28 г.

ние не прекратилось и осенью (10/IX) до самого конца наблюдения (диагр. № 62). Поля, предназначенные под культуру овса в 1929, в 1928 г. и весной 1929 г. содержали близкие количества фосфатов для поливной и неполивной делянок во всем метровом слое почвы, но запас фосфатов в пахотном горизонте неполивной делянки был больше. К концу лета (22/VII) на делянке без орошения отмечается снова несколько больший запас фосфатов и этот, не слишком значительный перевес, остается и в дальнейшем до самого конца наблюдений.

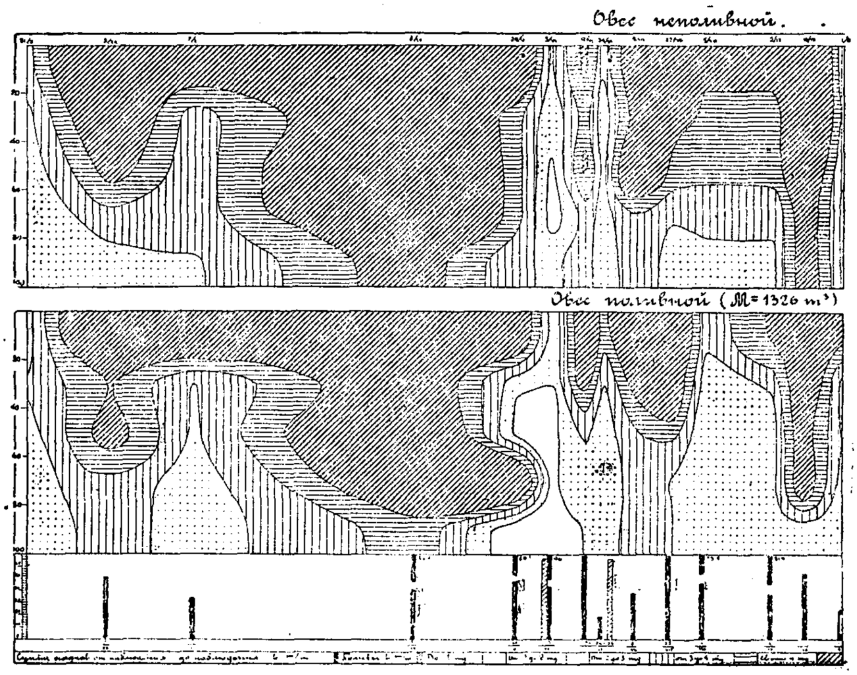


Диаграмма № 63. Динамика фосфатов под овсом в метровом слое почвы 1928/29 гг.

Таблица № 181

Количество водно-растворимых фосфатов в пахотном слое в период орошения (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Культура \ Дата наблюд.	17/V	21/V	5/VI	18/VI	2/VII	12/VII	19/VII	Среднее
1928 г.								
Овес неполивной . . .	—	—	—	—	4,76	4,52	3,50	4,20
„ поливной	—	—	—	—	2,70	5,02	2,35	3,36
Убыло в мгр.	—	—	—	—	2,06	+0,50	1,15	0,90
„ в %%	—	—	—	—	43,26	11,06	32,85	21,12
1929 г.	3/VI	17/VI	24/VI	8/VII	22/VII			
Овес неполивной . . .	1,94	4 13	2,23	5.36	6,89	—	—	4,11
„ поливной	1,04	4,79	3,72	6,62	5,76	—	—	4,39
Убыло в мгр.	0,90	+ 0,66	+ 1,49	+ 1,26	1,13	—	—	+0,28
„ в %%	46,39	+15,98	+66,81	+23,50	16,40	—	—	+6,81

Обратимся к влиянию отдельных поливов. Диаграммы не дают оснований уловить каких-либо повторяющихся рядов явлений, какой-либо определенной зависимости. В 1928 г. после каждого полива наблюдался прирост фосфатов. В 1929 г. первый полив принес снижение в силу каких-то неучтенных причин, при этом снижение фосфатного запаса постигло и неполивную делянку овсяного поля. Характерным явилось то обстоятельство, что и в процессе снижения, разделяемом обеими делянками, делянка неполивная удерживала в общем фосфатный запас лучше, нежели делянка с орошением, дающая обычно снижение после орошения.

В общем итоге устанавливается для 1928 года, что по количеству фосфатов в пахотном слое делянка без орошения удерживает больший запас их в период орошения и далее до конца наблюдений. В 1929 году мы наблюдаем незначительное увеличение на поливной делянке.

Количество фосфатов в метровом слое, примерно, дает такую же картину, как и пахотный горизонт (табл. № 182), но цифры получаются более выравненные. Замечаются отклонения в сторону прибавки для орошаемой делянки (1929 г. 24/VI + 25,12%). В суммарном итоге под поливной культурой овса количество воднорастворимых фосфатов под влиянием орошения в метровом слое все же снижается.

Таблица № 182

Среднее содержание воднорастворимых фосфатов в метровом слое почвы в период орошения (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Культура \ Дата наблюд.	7/V	12/V	5/VI	18/VI	2/VII	12/VII	19/VII	Среднее
1928 г.								
Овес неполивной . . .	—	—	—	—	3,63	4,60	2,15	3,46
„ поливной	—	—	—	—	2,04	4,81	1,65	2,83
Убыло в мгр.	—	—	—	—	1,59	+ 0,21	0,50	0,63
„ в %%	—	—	—	—	43,91	+ 4,47	22,97	18,20
1929 г.	3/VI	17/VI	24/VI	3/VII	22/VII			
Овес неполивной . . .	1,28	3,34	1,56	4,46	3,96	—	—	2,92
„ поливной	0,91	2,74	1,95	3,94	3,75	—	—	2,66
Убыло в мгр.	0,37	0,60	+ 0,39	0,52	0,21	—	—	0,26
„ в %%	28,70	17,89	+ 25,12	11,77	5,45	—	—	8,97

Диагр. № 62 и № 63 позволяют судить о том, как в течение года распределяются фосфаты по горизонтам метрового слоя, орошаемой и неорошаемой делянок.

Как видно, больших различий нет. Некоторые отклонения замечаются, главным образом, уже по окончании вегетационного периода.

Динамика фосфатов под яровой пшеницей

Можно принять, что (табл. №№ 183—186) обе делянки опыта 1928 г. к наступлению поливного сезона содержали, примерно, одинаковое количество фосфатов в метровой толще. Летом (наблюдение 19/VII) на обеих делянках отмечается убыль фосфатов, особенно в пахотном слое 0—20 см., при чем в поливной делянке убыль более значительна, нежели в неполивной (3,69 мгр после 4,52 мгр для неорошаемой и 3,02 мгр после 4,61 мгр для орошаемой). Это снижение количества фосфатов осталось до конца наблюдений 19/IX. Сумма фосфатов в метровом слое на обеих делянках к этому сроку

Таблица № 183

Фосфорная кислота (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Пшеница яровая неполивная

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
5/X	—	1,72	4,12	сл.	1,78	н.	1,52
26/X	—	4,93	4,77	4,63	3,40	3,25	4,19
4/XII	—	4,42	4,66	3,43	2,19	1,67	3,27
1928 г.							
16/I	—	2,40	2,00	2,10	1,14	1,49	1,82
2/IV	—	6,25	4,45	4,62	2,18	1,64	3,83
23/IV	—	2,01	2,34	1,86	сл.	сл.	1,24
10/V	1,91	0,85	1,66	1,59	1,06	1,01	1,23
24/V	—	3,48	4,32	0,58	1,94	0,76	2,21
8/VI	2,51	1,91	2,07	1,32	1,38	0,85	1,51
18/VI	—	2,42	2,39	1,43	1,43	0,82	1,69
2/VII	—	3,21	2,52	1,68	2,15	1,31	2,17
12/VII	4,30	4,50	4,53	4,59	4,59	4,67	4,57
19/VII	—	3,16	2,62	1,91	0,60	0,89	1,83
2/VIII	—	3,06	1,27	2,77	1,62	1,43	2,03
27/VIII	3,35	2,94	4,16	3,93	2,87	2,77	3,33
10/VIII	1,97	1,31	1,75	1,64	0,77	0,71	1,23

Таблица № 184

Фосфорная кислота (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Пшеница яровая поливная (М = 1551 м³/га)

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
5/X	—	сл.	сл.	4,13	сл.	2,51	1,33
26/X	—	2,75	3,58	3,17	3,73	2,61	3,17
4/XII	—	2,49	2,36	2,91	2,66	1,82	2,45
1928 г.							
16/I	—	2,03	3,63	2,07	1,75	0,54	2,00
2/IV	—	4,97	6,21	5,31	6,19	3,90	5,31
23/IV	—	2,89	2,76	1,92	1,74	1,53	2,17
10/V	2,22	2,89	2,27	1,53	1,35	1,33	1,87
24/V	—	3,97	5,13	5,36	5,19	2,38	4,40
8/VI	2,06	1,28	1,52	3,01	2,05	1,91	1,95
18/VI	—	2,50	2,17	1,88	1,66	2,19	2,08
2/VII	—	2,36	2,19	1,73	1,29	1,19	1,75
12/VII	5,74	5,46	5,23	4,95	4,84	4,79	5,05
19/VII	—	3,53	4,13	2,45	1,76	1,15	2,60
2/VIII	—	2,29	1,70	1,63	1,55	1,11	1,65
27/VIII	2,93	2,01	2,07	1,96	1,73	1,84	1,92
10/IX	1,46	1,36	1,27	2,93	1,00	0,67	1,44

Таблица № 185

Фосфорная кислота (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Яровая пшеница неполивная

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	1,33	1,54	1,27	0,80	0,53	1,09
6/XII	3,84	3,47	2,35	1,67	0,97	2,46
1929 г.						
10/I	3,80	2,40	2,10	1,15	1,25	2,14
11/IV	8,41	8,46	4,11	3,84	2,95	5,55
23/V	1,46	1,97	3,21	2,23	1,93	2,16
6/VI	3,05	3,92	2,57	1,19	1,02	2,35
20/VI	2,13	2,00	1,56	2,23	0,39	1,66
27/VI	4,52	5,78	4,60	2,41	3,57	4,18
12/VII	3,69	3,57	3,07	3,33	1,98	3,13
25/VII	4,30	4,01	3,63	2,32	2,09	3,27
8/VIII	2,65	2,71	3,00	2,38	1,46	2,44
5/IX	4,35	4,35	2,15	1,40	1,60	2,77
19/IX	4,45	4,69	3,40	2,56	2,33	3,49

Таблица № 186

Фосфорная кислота (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Яровая пшеница поливная (М=1336 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	1,23	0,99	0,77	0,65	0,54	0,84
6/XII	4,74	1,92	2,95	1,36	1,57	2,51
1929 г.						
10/I	3,05	2,00	2,70	1,40	1,25	2,08
11/IV	9,64	6,98	6,75	4,64	3,22	6,25
23/V	1,51	3,27	1,80	2,45	2,24	2,25
6/VI	2,67	1,81	1,77	1,59	1,95	1,96
20/VI	2,01	1,19	1,61	1,57	1,15	1,51
27/VI	4,61	5,16	4,50	4,46	3,09	4,36
12/VII	3,02	2,56	1,90	1,58	1,39	2,09
25/VII	2,17	4,60	4,49	2,09	1,66	3,00
8/VIII	1,66	1,77	1,69	1,78	1,72	1,72
5/IX	3,45	2,40	2,30	1,40	1,35	2,18
19/IX	3,92	2,48	2,50	2,65	2,02	2,71

показывает, насколько убыль на орошаемой делянке значительнее (3,79 мгр и 2,71 мгр). Влияние отдельных поливов в 1928 г. сказалось увеличением количества фосфатов в почве метрового слоя. В 1929 г. влияние было не столь просто: первый полив сопровождался увеличением только в пределах верхнего горизонта и убылью в остальных и только второй полив повлек за собою повышение по всей толще метрового слоя.

Сравнивая количество фосфатов в пахотном горизонте (табл. № 187 и диагр. № 64) и общую сумму фосфатов всего метрового слоя в 1928 г. и в 1929 г. (табл. № 188), мы можем сделать вывод, что в 1928 г. в пахотном горизонте и во всем метровом слое в целом происходил, правда незначительный, прирост водорастворимых фосфатов в почве орошаемой делянки.

Таблица № 187

Количество водорастворимых фосфатов в пахотном слое в период орошения (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Культура \ Дата наблюд.	2/VII	12/VII	19/VII			Среднее
1928 г.						
Яровая пшеница неорош.	3,21	4,50	3,16	—	—	3,62
„ „ орошаем.	2,36	5,46	3,51	—	—	3,77
Убыло в мгр.	0,85	+ 0,96	+ 0,35	—	—	+ 0,15
„ в %%	26,47	+ 21,30	+ 11,08	—	—	+ 4,14
1929 г.	6/VI	20/VI	27/VI	10/VII	25/VII	
Яровая пшеница неорош.	3,05	2,13	4,52	3,69	4,30	3,54
„ „ орошаем.	2,67	2,01	4,61	3,02	2,17	2,90
Убыло в мгр.	0,38	0,12	+ 0,09	0,67	2,13	0,64
„ в %%	12,45	9,63	+ 1,99	18,15	49,53	18,08

Таблица № 188

Среднее содержание водорастворимых фосфатов в метровом слое в период орошения (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Культура \ Дата наблюд.	2/VII	12/VII	19/VII			Среднее
1928 г.						
Яровая пшеница неорош.	2,17	4,57	1,83	—	—	2,86
„ „ орошаем.	1,75	5,05	2,60	—	—	3,15
Убыло в мгр.	0,42	+ 0,48	+ 0,77	—	—	+ 0,29
„ в %%	19,41	+ 11,76	+ 41,83	—	—	+ 10,27
1929 г.	6/VI	20/VI	27/VI	12/VII	25/VII	
Яровая пшеница неорош.	2,35	1,66	4,18	3,13	3,27	3,86
„ „ орошаемая	1,96	1,51	4,36	2,09	3,00	2,58
Убыло в мгр.	0,39	0,15	+ 0,18	1,04	0,27	1,28
„ в %%	16,85	9,38	+ 4,50	33,18	8 31	11,44

В 1929 г. мы наблюдаем обратную картину: количество фосфатов в верхнем горизонте и в метровом слое поливной делянки значительно уменьшилось. В пахотном слое это снижение доходило до 49,33%, (25/VII), а во всем метровом слое—до 33,18% (12/VII).

Из приведенного выше материала мы замечаем, что в общем под наблюдаемыми нами культурами под влиянием орошения, как правило, происходит убыль легкорастворимых фосфатов в почве и редко прирост. Отсюда следует, что в поливном хозяйстве должно быть обращено большое внимание на улучшение фосфатного запаса. Этого можно достичь

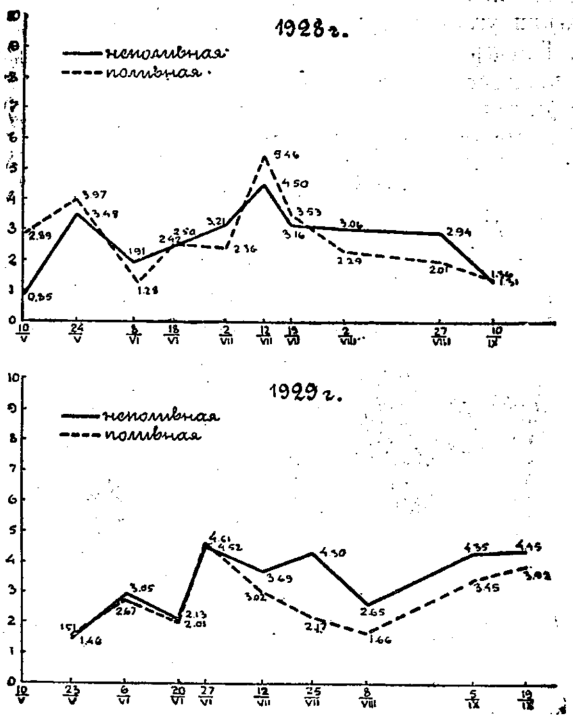


Диаграмма 64. Динамика фосфатов в пахотном слое почвы под яровой пшеницей

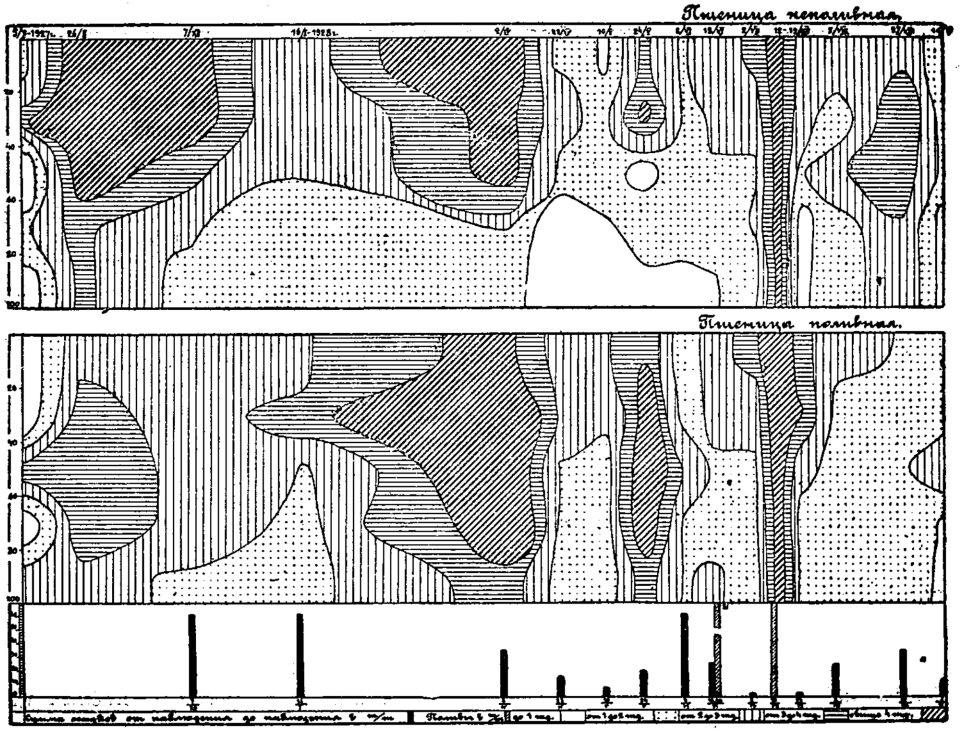


Диаграмма № 65. Динамика фосфатов в метровом слое почвы под яровой пшеницей 1927/28 гг.

или внесением фосфорно-кислых удобрений, или внесением удобрений органических (навоз), дающих при разложении углекислоту и тем способствующих растворению фосфатов почвы. Так в работе Ф. Ю. Гельцер отмечается, что от орошения на неудобренном пару (табл. № 189) количество воднорастворимых фосфатов в почве уменьшается, но за то сильно растет на пару удобренном навозом и при том на парах, орошаемых сильнее, нежели на неорошаемых. Количество воднорастворимых фосфатов на орошаемом, удобренном навозом черном пару в 6—10 раз превышает содержание их на неудобренном.

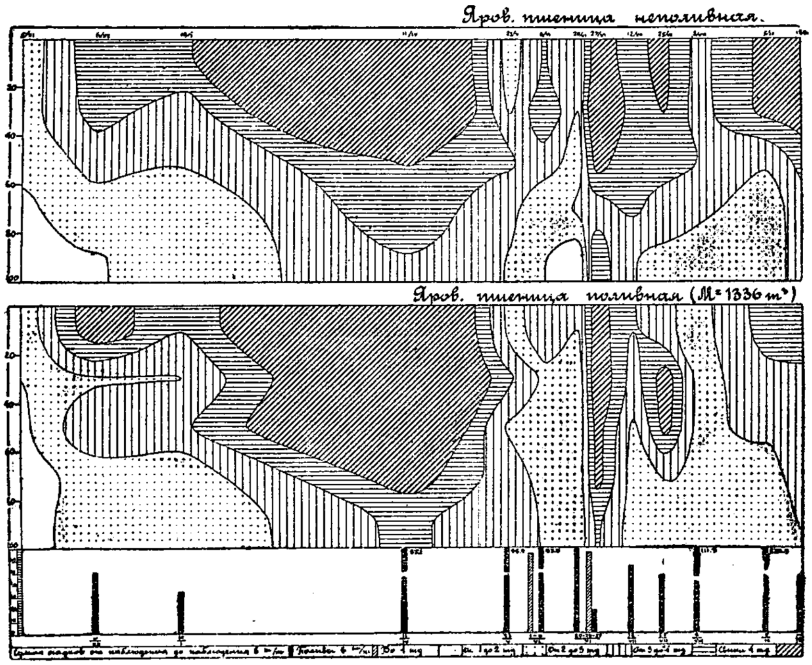


Диаграмма № 66. Динамика фосфатов в метровом слое почвы под яровой пшеницей 1928/29 гг.

Увеличение растворимых фосфатов на орошаемом, удобренном навозом, черном пару объясняется увеличением общего содержания углекислоты, способствующей растворению.

Таблица № 189

Количество воднорастворимых фосфатов в пахотном слое по данным Ак-Кавакской опытной станции за 1928 год (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Наименование делянок	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Пар неудобренный					
Неорошаемый	1,87	2,08	2,22	3,23	—
Орошаемый	2,08	1,36	1,59	1,83	—
Пар удобренный					
Неорошаемый	13,08	12,60	16,45	12,10	13,90
Орошаемый	18,50	16,28	23,50	17,92	19,70

Выводы

1. Под влиянием орошения происходит уменьшение легко-растворимых фосфатов почвы.
2. Уменьшение количества легко-растворимых фосфатов связано с увеличением количества кальциевых солей, чаще всего приносимых с поливной водой.
3. Фосфатный запас может быть восстановлен или внесением фосфорно-кислых удобрений, или органических удобрений.

ЗАСОЛЕНИЕ

Как известно, засоление в той или другой степени является частым спутником орошения. При орошении нарушается естественный влагооборот и солевой режим почвы; увеличивается влажность и содержание водорастворимых солей, т. к. оросительная вода не только приносит с собой в почву новые запасы солей, но и растворяет соли, уже находящиеся в ней, делает их подвижными.

Практика показывает, что громадное количество земель, совсем незасоленных до орошения, превращены в засоленные после применения к ним орошения без должных предупредительных мероприятий.

По данным Л. П. Розова (81), размеры вторичного засоления в основных наших ирригационных районах Закавказья и Средней Азии чрезвычайно велики.

Так, в поливном поясе Средней Азии по отдельным республикам следующие площади земель отмечаются засолением различных степеней:

Табл. № 190

Республики	Земли незасоленные, используемые без мелиораций	Земли слабо засоленные и заболоченные, используемые с неложными мелиорац. и промывками	Земли сильно засоленные и заболоченные	Сумма
1	2	3	4	5
Узбекская ССР в гектарах	1.284.200	1.135.600	1.862.400	4.282.200
„ в %%	30,0	26,5	43,5	100
Туркменская ССР в гектарах	1.679.000	445.000	229.000	2.353.000
„ в %%	71,0	18,8	10,2	100
Каракалпакская ССР в гектарах	441.000	816.000	199.000	1.456.000
„ в %%	30,0	51,0	19,0	100
Таджикская ССР в гектарах	338.000	168.000	76.000	582.000
„ в %%	58,0	29,0	13,0	100
Киргизская ССР в гектарах	516.900	—	—	516.900
„ в %%	100,0	—	—	100,0
Всего по Сред. Азии в гектарах	4.259.100	2.564.600	2.366.400	9.190.000
„ „ „ „ в %%	46,3	27,9	25,8	100
Всего по Средней Азии без Киргизской АССР в гектарах	3.742.200	2.564.600	2.366.400	8.673.200
в %%	43,1	29,5	27,4	100

Не менее поучительные данные по Закавказью. Земельный фонд Кура-Араксинской низменности в пределах командования систем по проекту Мингечаурского водохранилища и Араксинских систем (брутто в гектарах):

Табл. № 191

	Гектаров	Процент.
1. Земель, незасоленных или слабо засоленных, не требующих мелиораций	1.012.000	53,5
2 Земель, слабо заболоченных и местами засоленных, не требующих сложной мелиорации при урегулировании оросительных систем и при наличии глубокой коллекторной сети	239.000	12,7
3. Земель, сильно заболоченных и отчасти засоленных, требующих специального дренажа	247.000	13,1
4. Земель засоленных, требующих дренажа	165.000	8,7
5. Земель, сильно засоленных и солончаковых, требующих сложного дренажа и предварительного подготовительного периода травосеяния (люцерна) в течение двух-трех лет	137.000	7,2
6. Неудобные земли: солончаки, пески, неполивные возвышенности	90.000	4,8
Общая площадь командования в пределах АССР	1.890.000	100,0

По Мугани из общей площади земельного фонда в 438 000 га насчитывается не более 10% земель, не требующих мелиораций; остальные 90% засолены и безусловно требуют мелиорации, причем около 50%—в виде дренажа, а остальные хотя бы в виде глубокой коллекторной сети (Л. П. Розов).

При всем многообразии в типах засоления в основе доминирует засоляющее действие солей, соляной и серной кислот. Установлено многочисленными работами (Н. Димо, Л. П. Розов, Кудрин, Петров и др.), что в Голодной Степи Средней Азии преобладает сернокислое засоление; засоление хлористыми солями занимает подчиненное положение. Наоборот, в Муганской степи преобладает засоление хлоридного типа.

Н. Тулайков (85), исследовавший детально почвы Муганской степи и причины их засоления при орошении, пишет, что „преобладающей по количеству солью в составе растворимых солей почв Мугани является в громадном большинстве случаев поваренная соль. Реже, но иногда также в больших количествах, почвы Мугани пропитаны сернокислыми солями, обычно натровой, иногда с значительной примесью сернокислого магния и кальция". Он указывает, что почвы, содержащие углекислый натрий в больших количествах, встречаются редко, а типичных черных солончаков (солонцов) ему в Муганской степи не пришлось встретить.

С. И. Тюремнов (86), на материале Закавказской низменности, закономерности, связанные с составом воднорастворимых солей, связывает с большей подвижностью хлористых соединений по сравнению с сернокислыми. Этим он об'ясняет преобладание в Мугани хлоридного и сульфатно-хлоридного типа засоления. При этом хлоридное засоление проявляется, главным образом, в поверхностных горизонтах; засоление же грунтов в большинстве случаев складывается по сульфатно-хлоридному типу.

О большей подвижности хлористых солей в сравнении с сернокислыми указывают в своих работах также Н. В. Орловский (48), С. Я. Сушко (87), Л. П. Розов (88) и др.

Как уже сказано, засоление не редкий спутник орошения. При орошении засоление происходит главным образом благодаря подъему грунтовых вод, которые, в большинстве случаев, содержат в себе хлористые и сернокислые соли. Грунтовые воды, капиллярно поднимаясь в почве, или доходят до поверхности и здесь испаряются, оставляя соли, или выклиниваются на некоторой глубине, засоляя этот слой. Как в одном, так и в другом случае почва не может быть использована под с/хоз. культуры без предварительного проведения коренных улучшений (мелиорации). Как известно, засоление Голодной Степи в Средней Азии и Мугани в Закавказье происходит именно от подъема грунтовых вод, вызываемого орошением (Петров, Тулайков, Тюремнемов). Но, помимо того, засоление

может произойти и независимо от грунтовых вод, а именно — при орошении водой, содержащей в себе растворимые соли (В. М. Лисовский (31).

Мы в своих исследованиях изучали динамику хлора—иона, иона серной кислоты и иона HCO_3 в пару и под различными культурами севооборота в течение — 1928 и 1929 годов.



Рис. 6. Распределение выцветов солей на поле при поливе инфильтрацией.

Изложение полученных данных считаем целесообразным произвести отдельно по хлору, по серной кислоте и по щелочности. Изучение производилось послойно; исследовались слои: 0—20, 20—40, 40—60, 60—80 и 80—100 см.

I. ХЛОРИДЫ.

Динамика хлора на черном пару

Содержание хлора в верхнем, пахотном горизонте в течение всего наблюдаемого периода 1928 г. (табл. №№ 192—195) весьма незначительно и не превышает 40,0 мгр. ни в одном из определений и лишь только осенью—20 сентября—эти количества хлора значительно возрастают в сравнении с предыдущими определениями. Из данных таблицы особенно четко выявляется рассоляющее действие осенне-зимних и весенних осадков, понизивших содержание хлора в пахотном слое до 8,0 мгр. Затем с наступлением теплого времени количество хлора увеличивается, при чем колебания в различные периоды наблюдений связаны с промывающим действием атмосферных осадков. Указанное особенно сильное увеличение содержания хлора,—до 66 мгр к 20 сентября, — произошло от выноса соединений хлора на поверхность из более глубоких слоев, вследствие отсутствия осадков в августе и в период с 3 по 20 сентября. В следующем за поверхностным слоем горизонте „20 — 40 см" абсолютное количество хлора значительно больше; точно также больше и амплитуда колебаний для различных определений, но характер колебаний аналогичный с верхним слоем. Дальнейшие книзу слои характеризуются меньшими колебаниями. На эти слои не распространялось действие атмосферных осадков и колебания в содержании хлора происходили в зависимости от капиллярных перемещений воды. Вслед за некоторым опусканием хлора из верхних слоев происходил энергичный подъем его из слоев нижних и из-за пределов исследуемого метирового слоя. В последних числах сентября, т. е. осенью наблюдается максимум содержания хлора и для этих нижних слоев. Кроме того, для всего метрового слоя, второй максимум был зарегистрирован в наблюдение 30 июля, совпавшее с энергичным капиллярным подъемом.

Аналогичная сезону 1927/28 г. зависимость количества хлора в пахотном горизонте парового поля наблюдается и в следующем 1928—1929 г.

Таблица № 192

Хлор (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Пар черный неполивной

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
5/X	—	28,00	46,83	43,52	47,03	53,45	43,76
24/X	—	20,38	66,93	44,29	43,98	40,89	43,29
5/XII	—	7,84	67,31	35,28	42,16	31,96	36,91
1928 г.							
12/I	—	7,68	17,28	35,77	19,57	57,36	27,53
29/III	—	14,74	36,81	86,02	70,64	62,99	54,24
23/IV	—	19,91	33,64	98,80	133,98	93,86	76,04
10/V	12,32	39,31	61,68	74,00	71,04	84,18	66,04
24/V	—	12,94	34,94	83,32	61,82	69,41	52,48
8/VI	21,80	15,15	15,34	63,36	130,80	50,00	54,93
21/VI	—	17,96	22,26	73,18	94,79	88,94	59,42
2/VII	—	24,11	66,17	136,41	131,81	11,83	94,06
5/VII	—	10,71	38,51	40,33	38,61	37,21	33,07
16/VII	16,10	21,71	21,92	47,20	46,64	72,22	41,94
30/VII	—	38,84	71,77	103,22	102,41	104,45	84,14
16/VIII	—	23,28	29,18	53,04	81,65	108,30	57,69
30/VIII	24,26	17,54	21,17	60,12	69,56	83,98	50,47
7/IX	—	20,87	28,39	53,21	64,52	63,85	46,17
20/IX	—	66,13	105,71	67,96	71,06	138,46	89,86

Таблица № 193

Хлор (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Пар черный поливной (М=2562 м³/га)

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
5/X	—	14,09	25,82	12,96	19,53	16,21	17,72
24/X	—	7,37	10,27	10,98	10,56	21,07	12,05
5/XII	—	32,64	28,67	10,51	13,22	26,32	22,28
1928 г.							
12/I	—	19,00	36,61	18,06	10,56	29,91	22,82
29/III	—	11,75	15,88	52,96	15,54	19,78	23,18
23/IV	—	66,57	38,15	62,64	45,17	46,43	51,79
10/V	15,51	21,21	53,74	23,62	31,64	31,29	32,30
24/V	—	28,98	61,85	101,15	50,77	60,57	60,66
8/VI	14,25	19,08	14,48	59,44	38,61	59,31	38,18
21/VI	—	18,67	25,77	40,64	39,16	40,04	32,85
2/VII	—	17,68	25,24	32,45	62,35	85,64	44,67
5/VII	—	17,68	10,84	100,67	135,92	101,07	73,23
16/VII	250,28	107,30	61,20	85,68	82,62	123,72	92,10
30/VII	—	71,21	95,34	42,93	27,38	40,12	55,39
16/VIII	—	90,08	97,15	52,27	38,00	95,82	74,66
30/VIII	371,34	221,31	141,77	77,70	61,32	61,09	112,64
7/IX	—	140,32	85,21	55,01	43,52	43,52	73,51
20/IX	120,41	256,85	109,72	72,47	35,00	69,94	108,79

Таблица № 194

Хлор (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Пар черный неполивной

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	66,46	16,45	19,57	71,46	113,46	57,48
6/XII	22,05	24,65	46,43	68,38	68,52	46,01
1929 г.						
10/I	21,42	25,92	51,94	75,33	109,74	56,87
11/IV	20,20	31,94	40,33	68,04	43,17	40,73
23/V	41,16	37,97	49,12	73,51	77,62	55,87
6/VI	13,86	29,41	44,07	76,28	70,48	46,82
20/VI	60,86	60,74	64,90	42,67	35,71	52,97
27/VI	18,31	32,83	36,64	68,18	109,78	53,15
12/VII	22,45	33,02	63,16	97,52	121,02	67,43
25/VII	54,91	59,78	72,42	81,50	74,35	68,59
8/VIII	33,22	54,38	77,69	80,36	103,52	69,83
22/VIII	62,62	32,66	52,88	61,18	92,25	60,32
5/IX	22,75	49,40	78,00	94,93	106,70	70,35
19/IX	73,48	68,45	50,19	68,45	73,61	66,83

Таблица № 195

Хлор (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Пар черный поливной (М=2837 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
5/XI	170,43	154,87	127,57	136,40	268,20	171,49
6/XII	70,43	125,90	149,73	173,54	357,19	175,37
1929 г.						
10/I	21,63	31,06	108,45	99,96	117,20	75,66
11/IV	35,03	28,27	93,48	107,04	187,06	90,17
23/V	43,12	81,69	195,58	206,28	212,27	148,19
6/VI	78,94	122,43	124,99	98,11	117,94	108,48
20/VI	111,45	106,27	88,84	146,81	152,48	121,37
27/VI	100,71	66,19	83,93	210,41	221,36	156,52
12/VII	90,30	100,83	72,77	65,34	75,97	81,04
25/VII	97,70	75,26	66,43	111,98	149,67	100,21
8/VIII	151,56	119,68	90,27	90,78	71,55	104,73
22/VIII	171,80	112,96	93,81	75,40	115,28	114,05
5/IX	306,32	88,43	88,57	81,43	73,41	127,63
19/IX	187,80	143,65	90,44	84,76	88,40	119,01

Абсолютные количества здесь большие нежели в предыдущем году. Засушливость осеннего периода 1928 года и меньшее количество атмосферных осадков за зимне-весенний период не могли не повысить содержание хлора в пахотном горизонте парового поля в 1929 году. Но и здесь отчетливо выявляется миграция последнего в зависимости от выпадения атмосферных осадков, или, наоборот, от наступления засушливых периодов.

Лето 1929 года значительно беднее осадками лета 1928 года, почему и концентрация хлора в верхнем горизонте большая в 1929 году, нежели в 1928 году. Что же касается более глубоких слоев, то здесь повторяется картина рассмотренного нами 1928 года, с той лишь весьма незначительной разницей, что в отдельных слоях, как например, 20—40 см., хлора оказалось несколько меньше, чем в предыдущем году. Это также связано с большей сравнительно сухостью этого года (меньшее количество осадков, повышенная температура) и выносом вследствие того хлористых солей в поверхностный горизонт.

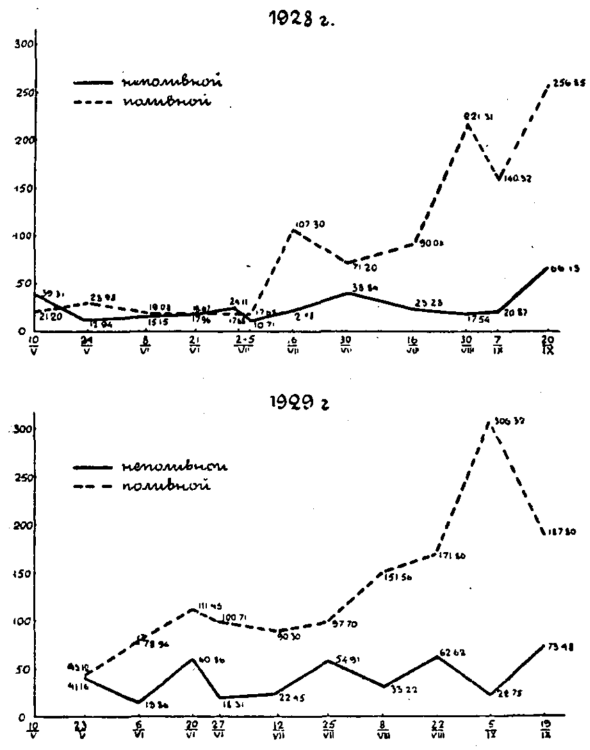


Диаграмма № 67. Динамика хлора в пахотном поле почвы на черном пару.

Перейдем теперь к рассмотрению динамики хлора в пару орошаемом. Необходимо отметить, что в 1927/28 году, до полива, динамика хлоридов в орошаемом пару существенно не отличалась от динамики хлора на делянке пара неорошаемого, как это видно из табл. № 193.

Лишь с началом поливов совпадает высокий подъем содержания хлора, отмеченный 16 июля; повышение распространилось на всю глубину метрового слоя и сказалось особенно резко в пахотном горизонте, что чрезвычайно ярко иллюстрируется диагр. № 67.

До поливов кривые для обоих делянок пара почти совпадают и лишь с 16/VII делает резкий скачек кривая по поливному пару, которая повышается до конца наблюдений. Обращает на себя внимание также поведение кривых диаграммы во вторую половину наблюдений. В то время как для неорошаемого пара кривая имеет плавный ход вплоть до последнего наблюдения, для пара орошаемого характерны сильные скачки этой кривой, зависящие от перемещения хлористых солей вместе с оросительной водой.

Обращаясь к таблице, видим, что в следующее наблюдение в верхнем горизонте и во всех слоях глубже 40 см содержание хлора резко падает и только в одном слое 20 — 40 см оно увеличивается, Естественно поэтому предположить, что хлор переместился сюда из верхнего слоя, а из нижних горизонтов он был вымыт вниз за пределы метрового слоя. Последующее наблюдение опять показывает некоторое увеличение во всем метровом слое, но значительно меньшее, чем после первого полива, что находит свое объяснение в пониженном содержании хлористых солей в оросительной воде. Так, в наблюдение 12/VII в оросительной воде содержалось хлора—429,81 мгр в литре, а 19/VII только 338,21 мгр, почти на 100 мгр на литр меньше. Затем содержание хлора в оросительной воде увеличивается и также увеличивается его содержание в почве, что отмечено в последующее наблюдение, (30/VIII) особенно в первых двух слоях.

С прекращением поливов и вследствие отсутствия осадков в сентябре месяце (с 3 по 20/IX не было ни одного дождя) хлор энергично выносится из глубоких слоев и концен-

трируется в поверхностном 0 — 40 см слое (диагр. № 68). Вторая половина лета и осенний период характеризуются накоплением хлора на обеих делянках, но на неорошаемой делянке количество хлора в нижних слоях увеличивается значительно больше чем в верхних, а на орошаемой наблюдается обратное явление: большее увеличение в верхних слоях в сравнении с нижними. Как общее явление — с началом орошения на поливной делянке количество хлора резко повышается по сравнению с неполивной.

1929 год, как и предыдущий, характеризуется повышением количества хлора в пару с момента полива (табл. № 195).

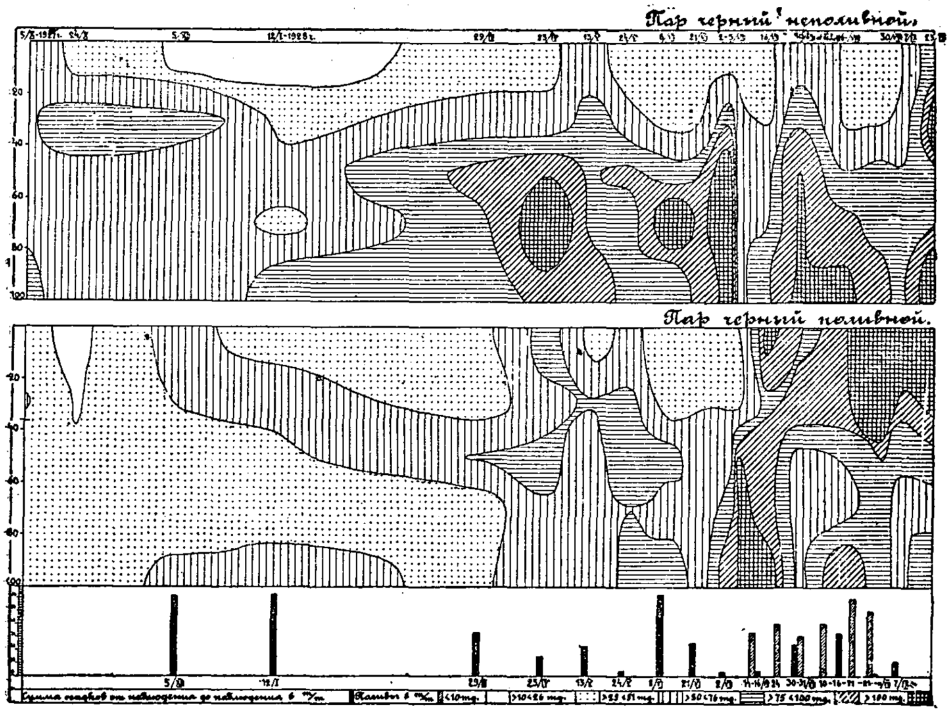


Диаграмма № 68. Динамика хлора в метровом слое почвы на черном пару 1927/28 гг.

До начала поливов идет увеличение количества хлора сначала во всем метровом слое, а потом только в первых двух его слоях (6/VI), за счет передвижения из слоев нижних, как это видно из таблицы.

С первым поливом количество хлора заметно увеличивается в пахотном слое и в слое 60 — 100 см. Промежуточные слои в это время несколько опресняются. Затем, в последующие наблюдения идет перераспределение хлора по отдельным слоям как результат поливов и перепадающих дождей и лишь с прекращением поливов и бездождием августа—сентября идет энергичный подъем хлористых солей из нижних слоев и концентрация их в поверхностных 0 — 20 — 40 см. и особенно сильное в пахотном 0 — 20 см слое. На неорошаемых делянках динамика хлора в этом горизонте для обоих годов не имеет существенной разницы. Создается впечатление, что в засушливые годы, при отсутствии более или менее значительных атмосферных осадков как в оросительный период, так и после него, идет энергичный подъем хлористых солей в поверхностные горизонты в послеполивной период. Особенно наглядно это выявляется при сопоставлении динамики хлора в пахотном слое орошаемой и неорошаемой делянок засушливого 1929 г. (см. диагр. № 67). В исходном положении разница в содержании хлора в этих слоях сравнительно невелика; после поливов, в наблюдение 5/IX, расхождения больше чем в 15 раз.

Сопоставляя динамику хлора во всем метровом слое за наблюдаемый период 1928/29 года в полях пара орошаемого и неорошаемого, отмечаем с момента закладки парового

поля, т. е. с осени 1928 года, в пару подлежащем орошению значительно большие количества хлора, нежели в пару неорошаемом (диагр. № 69).

Весенние дожди как в одном, так и в другом поле промыли верхние слои до 40 см., удалив хлор в слои нижележащие, но в летний период опять начался подъем хлора и засоление поверхностных горизонтов.

Из диагр. № 69 видно, что в период с 25/VII по 19/IX на неорошаемой делянке хлористых солей больше на глубине 40—100 см., чем в верхних слоях, а на делянке орошаемой — наоборот, высокая концентрация хлора в поверхностных слоях и уменьшение его в более глубоких. Поливами было вызвано энергичное передвижение хлора снизу.

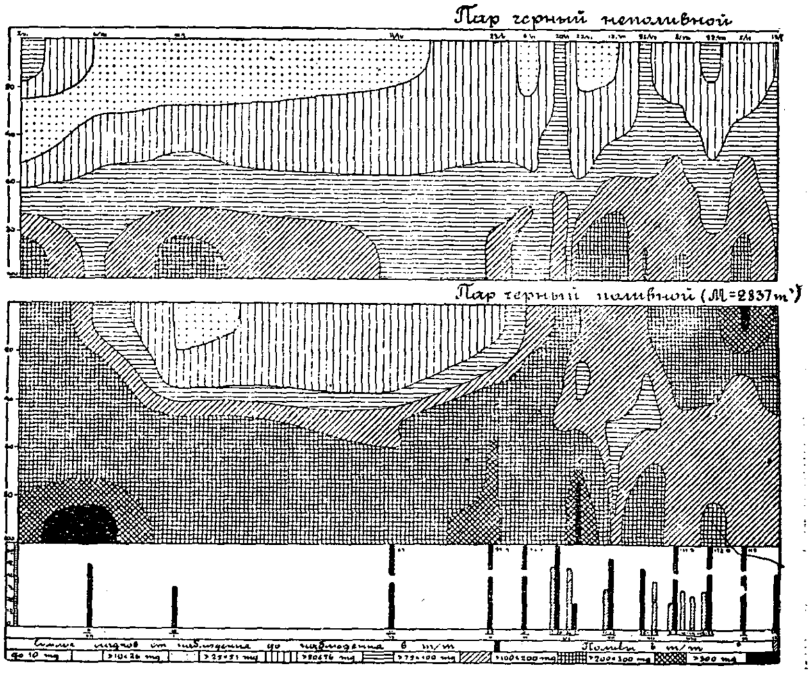


Диаграмма № 69. Динамика хлора в метровом слое почвы на черном пару в 1928/29 гг.

На делянках с повышенными оросительными нормами (5 443 и 9 668 м³/га) (табл. №№ 196, 197) отмечаются явления, аналогичные динамике хлора на делянке с оптимальной оросительной нормой. Содержание хлора резко повышается во всем метровом слое с момента внесения оросительных вод, т. е. с 16/VI. Здесь так же, как и в пару с оптимальной нормой, в период выпадения дождей — наблюдения 27/VI, 12/VII и 25/VII — содержание хлора в почве падает по обоим орошаемым делянкам. При этом, чем влажнее была почва в период выпадения дождей, тем больше дождевая вода понизила содержание хлористых солей, что особенно наблюдается в пару с максимальной нормой в 9 668 м³ на га.

Как только установилась засуха, так сейчас же начинается концентрация хлора, отмечаемая во всем метровом слое при первом же августовском определении. Как видно из таблиц, содержание хлора почти одинаково на обоих делянках во всех слоях, причем по меньшей оросительной норме, распределение хлора несколько своеобразное: в первых двух слоях около 126 мгр, в двух же следующих больше: в слое 40—60—140 мгр., а в слое 60—80 см—154,5 мгр., но в самом нижнем слое 80—100 см содержание хлора наименьшее— 108—85 мгр, т. е. намечается солевая прослойка на глубине 40—80; в последующие наблюдения происходит передвижение хлора к поверхности и максимум его создается уже в слое 20—40 см. В последнее наблюдение содержание хлора значительно повышается во всем метровом слое, очевидно, за счет привноса из-за пределов последнего. Наибольшее содержание хлора в это наблюдение отмечается в первых

Таблица № 196

Хлор (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Пар черный поливной (М=5443 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	170,43	154,87	127,57	136,40	268,20	171,49
6/XI	70,48	125,90	149,73	173,54	357,19	175,37
1929 г.						
10/I	21,63	31,06	108,45	99,96	117,20	75,66
11/IV	35,03	28,27	93,48	107,04	187,06	90,17
23/V	43,12	81,69	195,58	208,28	212,27	148,19
6/VI	78,94	122,43	124,99	98,11	117,94	108,48
20/VI	111,45	106,27	88,84	146,81	152,48	121,37
27/VI	100,71	66,19	83,93	2 0,41	321,36	156,52
12/VII	83,14	86,89	95,03	84,87	96,29	89,24
25/VII	117,48	128,45	110,21	97,15	89,92	108,64
8/VIII	126,18	124,35	140,00	154,50	108,85	130,77
22/VIII	126,36	145,26	129,66	133,48	120,99	131,55
5/IX	154,03	143,92	124,96	108,63	97,03	125,71
19/IX	211,42	222,35	148,20	132,18	129,46	168,72

Таблица № 197

Хлор (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Пар черный поливной (М=9668³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	170,43	154,87	127,57	136,40	268,20	171,49
6/XI	70,48	125,90	149,73	173,54	357,19	175,37
1929 г.						
10/I	21,63	31,06	108,45	99,96	117,20	75,66
11/IV	35,03	28,27	93,48	107,04	187,06	90,17
23/V	43,12	81,69	195,58	208,28	212,27	148,19
6/VI	78,94	122,43	124,99	98,11	117,94	108,48
20/VI	111,45	106,27	88,84	146,31	152,48	121,37
27/VI	100,71	66,19	83,93	210,41	321,36	156,52
12/VII	90,20	100,83	72,77	65,34	75,97	81,04
25/VII	97,70	75,26	66,43	111,98	149,67	100,21
8/VIII	151,56	119,68	90,27	90,78	71,55	104,73
22/VIII	171,80	118,96	93,81	75,40	115,28	114,05
5/IX	306,32	88,43	88,57	81,43	73,41	127,63
19/IX	187,80	143,65	90,44	84,76	88,40	119,01

двух слоях: в слое 0 — 20 см — до 211,42, а в слое 20 — 40 см — до 222,35 на килограмм почвы.

Значительно меньшее накопление хлора имеет место в поле с оросительной нормой 9 668 м³ на га. Здесь за весь рассматриваемый период с 8 августа по 19 сентября во всех слоях отмечается в среднем не более 160 мгр на кгр почвы.

При больших оросительных нормах, как видим из таблиц, происходит энергичное вымывание хлора вниз, за пределы метрового слоя и даже засуха не вызывает сильной концентрации его в поверхностных горизонтах, как это отмечается в пару с нормою оптимальною и нормою 5 443 м³ на га.

В пахотном слое к концу наблюдений наибольшее количество хлора оказалось в пару с оросительной нормой 5 443 м³ га, достигшее 211,42 мгр., в то время, как на других делянках содержание хлора в почве убывает (диагр. № 70); на оптимальной вместо 306,32 его осталось только 187 на делянке с нормой максимальной — 134,91 и на неполивной — 73,48 мгр.

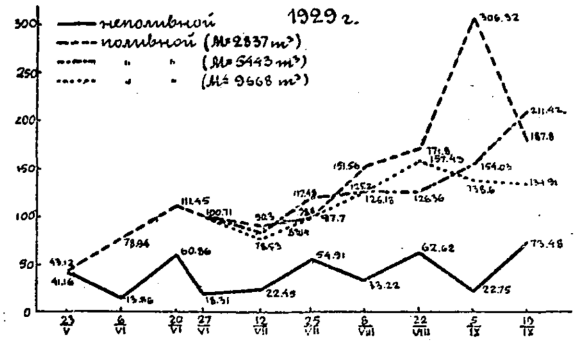


Диаграмма № 70. Динамика хлора в пахотном слое почвы на черном пару при разных нормах орошения 1929 г.

Характерно поведение кривых. Начиная со времени поливов, кривая по оптимальной норме располагается выше всех, затем в наблюдение 25/VII она опускается ниже кривой по норме 5 448 м³/га, затем делает резкий скачок вверх. Кривые же по высоким нормам полива имеют более плавный ход и повышение во вторую половину наблюдений, но не такое большое, как при оптимальной норме.

На диаграмме метрового слоя разница в поведении хлора в пару при различных оросительных нормах выше оптимальной оросительной нормы, не улавливается, поскольку, взятые интервалы при построении картограммы оказались больше разницы в содержании хлора по всем этим паровым полям. Но разница ясна по цифрам (табл. №№ 196, 197.)

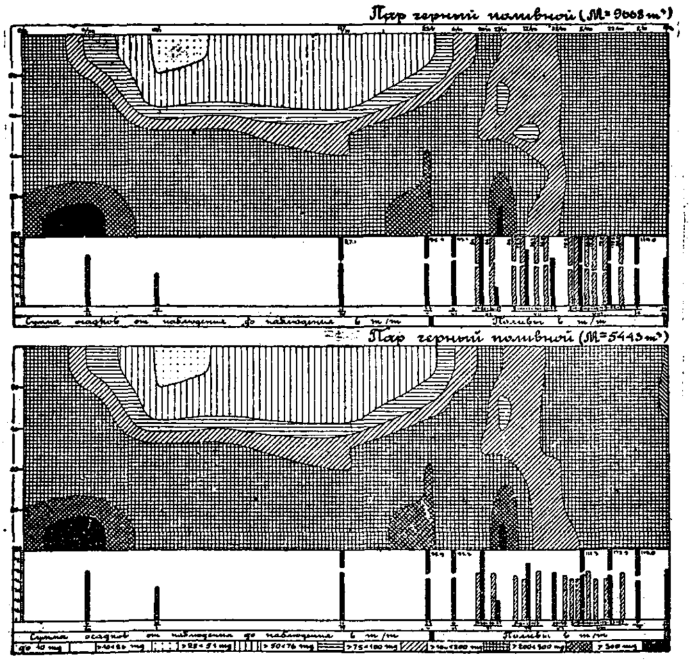


Диаграмма № 71. Динамика хлора в метровом слое почвы на черном пару при разных нормах орошения 1929 г.

Из рассмотрения этих таблиц, видим, что в пахотном горизонте среднее количество хлора выше всего при оптимальной оросительной норме, а в горизонтах глубинных, наоборот — высшие показатели приходятся на нормы 5443 и 9668 м³.

Из всей совокупности рассмотренного материала отчетливо видны:

1) большая подвижность хлора,
2) рассоляющее действие атмосферных осадков и
3) засоление почвы хлористыми слоями из оросительной воды.

Эти выводы ярко иллюстрируются диаграммами № 72 и 73 полей пара орошаемого и неорошаемого по специальным нашим наблюдениям в 1927 году.

Орошение пара в 1927 г. начато 30/V и закончено 24/IX, а наблюдения над динамикой хлора производились как в орошаемом, так и неорошаемом парах,—с 30/V—1927 г. по 18/VI-1928 г. На кривой прежде всего бросается в глаза большая динамичность хлора в пахотном горизонте пара орошаемого в оросительный период. Кроме того, кривой подтверждается вывод, что засоление хлористыми солями происходит именно через оросительную воду; подъем кривой совпадает со временем внесения поливных вод, опускание—с началом выпадения дождей (табл. № 187а и 197б).

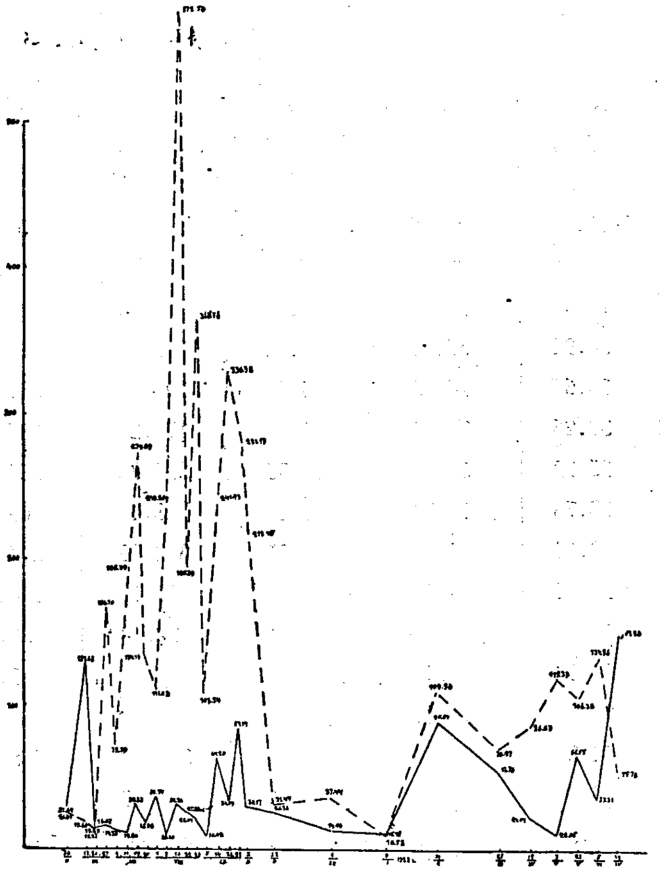


Диаграмма № 72. Динамика хлора в пахотном слое почвы на черном пару 1927/28 гг.

Аналогичная картина и на диаграммах: в пару неорошаемом до глубины 40 см хлористые соли все время в количествах меньше 50 мгр., лишь только в сентябре—октябре 1927 года количество хлора в этом слое несколько повышается, но на глубине 40—100 см содержание хлора огромно: оно достигает 500 мгр., а в отдельные периоды и больше. В пару же орошаемом хлор распределен по всему метровому слою в значительных количествах и характер распределения довольно неблагоприятный: вначале оросительного периода хлор сосредотачивается на глубине 40—100 см., а в конце в слое 0—20 см., в слое же 20—40 см в течение всего периода отмечаются наименьшие количества хлора.

В течение зимы хлор исчезает почти целиком из пахотного горизонта обеих делянок, едва достигая величины 10,58 мгр на орошаемой и 12,13 мгр на неорошаемой делянках (в наблюдение 9/I 1928 г.). Затем к весне показатели по хлору начинают повышаться и возникают различия между делянками: в пахотном горизонте орошаемого пара идет накопление хлора, а в неорошаемом, наоборот,—уменьшение; 5/VI в первом поле содержалось 134,86, а во втором только 37,31 мгр. Наблюдение от 18/VI отражает

Таблица № 197а

Хлор (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Пар черный неполивной

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.						
30/V	31,64	22,68	127,68	655,14	1.789,74	525,37
13/VI	131,68	33,35	54,19	241,50	559,98	204,14
20/VI	15,85	33,36	44,88	50,80	146,12	59,20
27/VI	16,67	25,90	49,33	145,92	354,69	118,50
4/VII	14,30	10,64	92,31	187,00	319,58	124,76
11/VII	12,90	48,96	174,08	493,44	408,63	227,60
18/VII	33,33	83,85	116,92	186,78	210,16	126,20
25/VII	18,99	95,54	293,80	777,84	866,55	410,54
1/VIII	36,94	56,10	204,12	719,36	800,88	363,48
8/VIII	10,60	16,95	44,88	193,90	387,10	130,68
16/VIII	32,26	23,08	81,20	172,20	286,50	119,05
22/VIII	25,99	51,21	163,85	295,88	364,80	180,34
24/VIII	18,78	16,59	17,13	28,45	69,96	30,18
26/VIII	62,04	134,16	230,42	352,80	384,33	233,75
29/VIII	22,04	39,69	113,20	219,12	290,68	136,96
5/IX	10,02	22,12	26,04	22,48	39,62	24,06
7/IX	54,58	102,60	180,24	335,24	419,75	218,48
9/IX	27,83	16,65	39,27	57,00	84,15	44,98
14/IX	64,20	106,78	280,78	509,97	465,76	285,49
16/IX	44,42	66,24	119,76	282,47	280,50	158,68
21/IX	34,59	68,28	124,52	315,84	308,46	170,34
26/IX	16,80	39,20	96,05	208,80	305,64	113,29
28/IX	84,14	146,88	333,00	384,33	439,20	277,51
30/IX	15,98	28,55	83,70	181,76	224,40	106,88
3/X	30,57	33,64	64,89	95,89	123,60	69,71
22/X	26,36	60,46	88,89	99,37	113,36	77,69
1/XII .	14,09	21,80	29,68	18,20	90,08	34,77
1928 г.						
1/I	13,13	50,09	143,05	271,38	319,06	161,13
14/II	90,04	72,19	43,68	63,17	52,97	64,41
27/III	56,76	31,80	93,98	210,93	322,64	143,22
18/IV .	24, 4	88,39	221,43	307,52	380,88	204,45

Таблица № 197—в

Хлор (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Пар черный поливной

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.						
30/V	26,81	54,69	324,69	281,90	212,42	180,10
13/VI	19,66	107,36	74,20	144,04	302,40	129,53
20/VI	15,27	24,12	41,04	184,47	331,98	119,37
27/VI	166,70	21,24	68,25	555,50	719,82	306,30
4/VII	72,89	98,46	82,35	353,43	513,24	224,07
11/VII	195,39	139,92	315,90	662,72	901,53	443,09
18/VII	274,09	253,80	358,80	665,78	751,08	460,71
25/VII	134,19	101,34	228,40	462,51	686,63	322,61
1/VIII	111,08	158,76	234,11	325,36	812,16	328,29
8/VIII	243,20	70,08	69,48	166,17	397,12	189,21
16/VIII	578,56	236,40	208,08	421,92	906,36	470,26
22/VIII	195,39	128,04	161,56	305,64	465,60	251,24
24/VIII	296,34	101,12	85,35	85,93	165,59	146,87
26/VIII	222,93	87,15	88,01	68,04	85,20	110,26
29/VIII	367,76	159,04	102,06	226,40	122,54	193,36
5/IX	108,84	87,36	57,60	73,32	113,00	88,02
7/IX	138,18	102,34	94,56	119,20	214,97	133,85
9/IX	358,45	129,12	129,26	164,72	378,84	232,08
14/IX	241,93	139,92	124,96	151,06	270,24	185,62
16/IX	209,55	84,40	84,75	73,06	117,81	113,91
21/IX	330,38	123,74	146,12	153,36	229,60	196,64
26/IX	594,70	155,48	123,90	89,25	81,48	208,96
28/IX	281,17	93,76	75,01	103,32	225,34	155,72
30/IX	435,32	133,63	92,32	87,00	81,06	165,86
3/X	218,15	62,88	48,02	55,54	79,98	92,91
22/X	31,44	78,40	94,34	40,56	35,49	56,04
1/XII	37,44	103,23	70,62	40,72	41,03	58,60
1928 г.						
9/I	10,58	108,86	36,68	36,05	32,63	44,96
14/II	109,96	260,90	81,25	95,82	112,40	132,06
27/III	70,97	127,80	64,20	55,75	60,68	75,88
18/IV	86,03	115,10	68,67	59,52	64,99	78,86

начавшееся обратное соотношение: пахотный горизонт неорошаемого пара содержит 151,26 мгр, а орошаемого—55,76 мгр. Это оттого, что приходящиеся на этот период осадки легко проникали в более увлажненную почву о ошаемого пара и вымывали хлор не только из пахотного горизонта, но и из всего метрового слоя.

Из картограммы также видно, что более влажный орошаемый пар, несмотря на большое засоление хлористыми солями при орошении в предыдущем 1927 году, значительно больше промыт атмосферными осадками в течение осенне-зимнего и весенне-летнего периодов 1928 года. В почве же без искусственного орошения за этот период хлористые соли опустились лишь на глубину 60 — 65 см от поверхности.

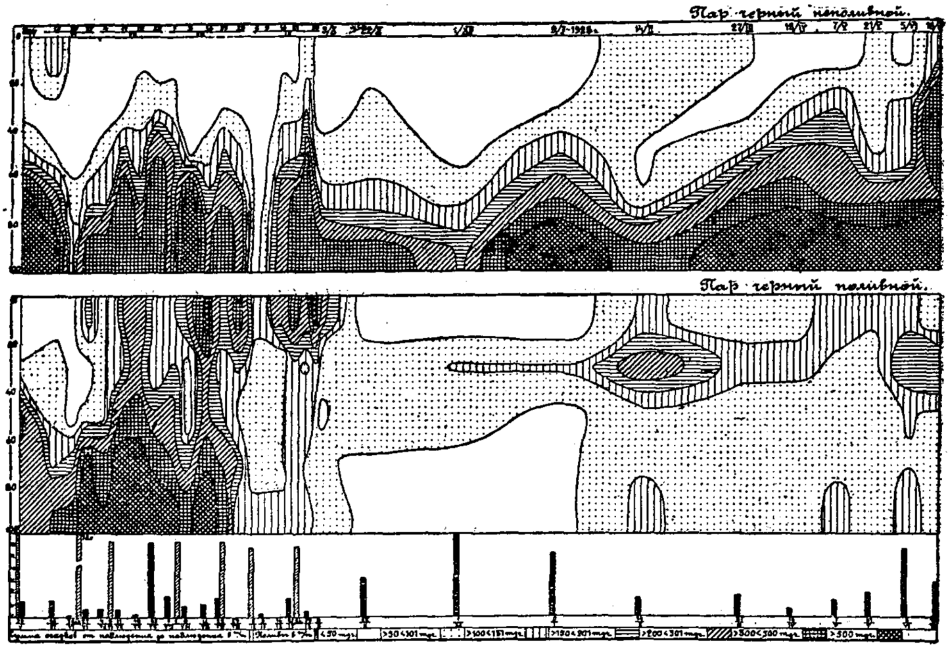


Диаграмма № 73. Динамика хлора в метровом слое почвы на черном пару 1927/28 гг.

На большую подвижность хлора указывает и Н. В. Орловский (48), изучавший динамику его в течение двух лет в четырехпольном севообороте на Западно-Казахстанской опытной станции. Он получил следующие данные:

Табл. № 198

Сроки	1928 г.						1929 г.				Сроки
	Пар I			Пар II			Пар I.				
	A	B	BC	A	B	BC	A	B	BC	C	
—	—	—	—	—	—	—	10,6	12,2	26,9	181,9	15/V
5/VI полив	4,4	13,6	—	3,8	11,4	—	13,1	18,0	19,2	62,9	31/V полив
19/VI полив	6,0	7,9	22,2	21,3	10,2	25,6	36,5	34,7	8,2	116,1	17/VI полив
6/VII	26,2	27,1	—	20,6	13,9	—	6,4	18,8	20,7	21,8	3/VII
21/VII	27,6	51,8	—	48,6	53,3	—	9,9	8,4	9,9	30,9	полив 6/VII
7/VIII	24,8	26,9	26,5	32,7	28,0	27,5	13,6	11,6	11,0	18,9	1/VIII
18/VIII	22,6	20,6	28,3	13,9	14,7	16,2	6,0	5,4	8,0	4,1	14/VIII
7/IX	39,0	37,3	77,9	36,9	37,8	38,9	13,8	8,3	12,9	6,4	29/VIII
21/IX	23,8	41,8	37,8	70,0	42,6	29,5	24,4	13,7	29,7	13,9	2/X
—	—	—	—	—	—	—	23,5	15,0	22,7	20,8	4/X
5/VI—21/IX	21,8	28,4	38,5	30,9	26,5	27,5	15,8	14,6	16,9	47,8	5/V—4/IX

Анализируя данные этой таблицы, Орловский приходит к выводу, что орошение в пару промывает от хлоридов весь почвенный профиль, причем размер промывания усиливается на второй год опыта. В первый же год он отмечает как особый побочный процесс некоторое засоление при поливе, происходящее за счет внесения хлоридов с самой поливной водой. По горизонтам и годам в опытах станции были получены следующие средние:

Табл. № 199

1928 г.		1929 г.	
Без полива	Полив	Без полива	Полив
A 21,9—22,1	21,8—30,9	16,3	15,8
B 26,3—27,8	28,4—26,5	19,2	14,6
BC —	38,5—27,5	81,9	16,9
C —	—	1.189,2	47,8

Как указывалось выше, увеличение хлора при поливах Орловский объясняет засоленностью поливной воды. Эта вода содержала в мгр на литр:

Табл. № 200

Сухой остаток	153,0
Прокаленный остаток	103,0
Взвешенные частицы	12,0
SO_3	2,52
Cl	3,86
NO_3	нет
NH_3	0,49

Далее он отмечает, что бессменное двухлетнее парование сказывается уменьшением хлора, как в условиях полива, так и без него.

На большую миграцию хлористых солей под влиянием поливов и промывок от них, осадков и капиллярного поднятия указывает также Кудрин (65), в почвах Голодно-Степной сель-хоз. опытной станции.

Динамика хлора в условиях культуры озимой пшеницы

Озимая пшеница поливалась два раза; 25 и 29-го мая. С этих моментов и наблюдается существенная разница в количестве хлора в почве орошаемого и неорошаемого полей. Относительно пшеницы неполивной вообще нужно отметить, что количество хлора в почве под этой культурой было весьма неустойчиво в течение всего лета (табл. № 201).

Проследим влияние дождей на количество хлора в пахотном слое неорошаемой пшеницы. Оно проявилось сколько-нибудь заметным образом только два раза за весь наблюдаемый период: первый раз—между наблюдениями 17 и 24 июля: когда выпадали дожди и количество хлора упало с 59,26 до 26,73 мгр. Следующее наблюдение было 8 июля. Перед ним также имели место атмосферные осадки, тем не менее мы видим даже некоторое повышение количества хлора в сравнении с предыдущим наблюдением. Это, видимо, нужно объяснить значительным промежутком времени между датой выпавшего дождя и нашего наблюдения.

Последующие слои до глубины 100 см не дали устойчивых рядов показателей количества хлора. Цифры весьма изменчивы и неопределенны, уловить в них какую-нибудь закономерность можно, только сравнивая отдельные слои по средним показателям для всего периода наблюдений; из них отмечается довольно правильное увеличение количества хлора по мере углубления. Так, пахотный слой в среднем содержал только 27,17 мгр. хлора, тогда как слой 80 — 100 см — 85,16 мгр.

В почве поля озимой пшеницы, подвергаемой орошению, в пахотном слое и слое 20 — 40 см наблюдается, приблизительно, одинаковое количество хлора до самого начала поливов (табл № 202).

При дальнейшем развитии пшеницы наблюдается возрастание количества солей хлора во всех нижележащих слоях (поле орошалось в предыдущем году).

Таблица № 201

Хлор (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Озимая пшеница неполивная

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	14,14	0,40	61,68	72,33	34,97	44,70
6/XII	18,87	25,68	44,12	74,27	95,27	51,64
1929 г.						
10/I	21,71	22,09	51,18	57,40	72,96	45,06
11/IV	23,21	27,78	55,54	68,90	121,33	59,33
20/V	8,93	19,04	58,60	88,57	102,38	55,50
2/VI	25,48	36,58	47,59	83,47	89,03	58,43
17/VI	59,26	39,78	48,42	71,67	81,83	59,19
24/VI	26,73	36,58	63,45	46,73	69,86	48,67
8/VII	34,86	31,83	55,81	71,07	81,94	55,10
22/VII	22,09	23,50	26,73	63,85	94,92	46,22
5/VIII	31,52	35,88	26,39	88,24	99,47	56,30
2/IX	28,10	29,89	49,50	79,73	98,06	57,05
16/IX	35,10	30,26	52,55	73,16	89,58	57,55
1/X	30,50	63,53	31,30	33,58	60,67	43,92

Таблица № 202

Хлор (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Озимая пшеница поливная (М = 1325 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20-40	40-60	60-80	80—100	
1928 г.						
5/XI	16,43	131,40	80,76	43,69	65,15	67,58
6/XII	19,01	122,95	115,32	72,19	10,63	68,12
1929 г.						
10/I	26,04	76,70	84,56	52,87	47,01	57,42
11/IV	24,57	103,21	88,73	59,21	88,22	72,79
20/V	18,05	102,79	106,86	75,98	88,40	78,61
3/VI	85,09	104,24	96,91	64,64	53,42	80,86
17/VI	87,03	80,58	121,13	86,30	60,58	87,12
24/VI	82,45	96,41	114,96	84,43	74,95	80,64
8/VII	123,15	143,64	107,83	67,31	89,66	106,19
22/VII	137,17	116,56	129,91	140,95	61,06	117,13
5/VIII	73,84	134,90	140,30	114,08	91,74	110,97
2/IX	80,59	87,40	101,37	110,86	126,43	101,33
16/IX	89,25	121,04	132,06	123,14	103,62	113,84
1/X	114,23	138,52	147,01	128,21	37,28	112,05

Поливы, произведенные 25 и 29 мая, увеличили количество хлора в пахотном слое с 18,05 до 85,09 мгр. Дожди перед 14 июня и 8 июля несколько задержали накопление хлора в пахотном слое, но засуха, установившаяся потом, сопровождалась новым накоплением хлора в этом слое. Не находит объяснений динамика хлоридов в период между 22 июля и 5 августа. В этот промежуток времени не было дождей, и однако же количество хлора со 137,7 мгр. понизилось до 73,84 мгр. Данный случай, а также ряд тождественных явлений, которых мы не отмечали ранее, заставляет думать, что атмосферные осадки и оросительные воды — отнюдь не единственный ряд причин, воздействующих на динамику солей хлора в почве, что есть, может быть, и другие причины, которые еще не уловлены.

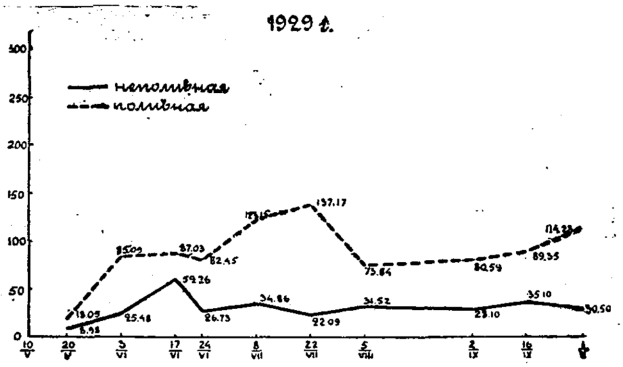


Диаграмма № 74. Динамика хлора в пахотном слое почвы под озимой пшеницей.

В следующем слое 20 — 40 см оросительные воды уже не вызывают такого резкого колебания в запасе солей хлора. Здесь, наоборот, после поливов наблюдается даже как будто смягчение режима хлора и некоторое увеличение имеет место лишь после дождей (наблюдения 24/VI и 8/VII). Как правило, в слое 20 — 40 см — большее количество хлора в сравнении со слоем пахотным.

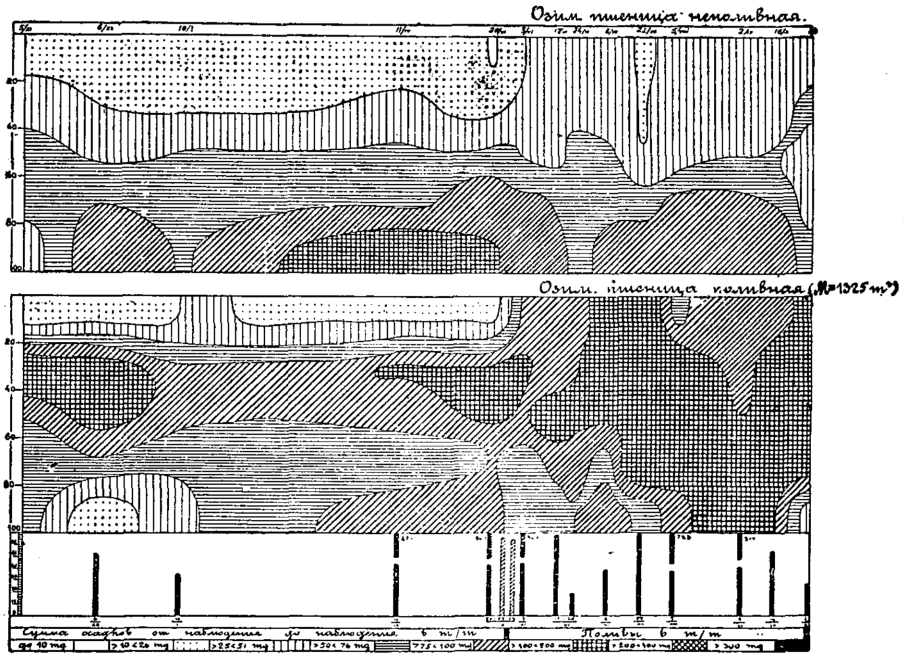


Диаграмма № 75. Динамика хлора в метровом слое почвы под озимой пшеницей.

В слое 40 — 60 см — аналогичное поведение хлора; глубже — количество хлора уменьшается.

Сравнивая средние показатели по орошаемой и неорошаемой пшенице, видим, что орошение значительно повысило % хлоридов. Так, под неорошаемой пшеницей в пахотном слое содержится в среднем из всех наблюдени 27,17 мгр., тогда как под орошаемой — 69,28. По следующим слоям показатели распределяются следующим образом: в слое

20 — 40 см у неорошаемой пшеницы—33,71 мгр. у орошаемой — 111,52; в слое 40 — 60 см соответственно: 47,63 и 111,97; в слое 60 — 80:—69,49 и 87,41. В последнем горизонте метрового слоя соотношение показателей обратное: у неорошаемой пшеницы — 85,16 мгр, у орошаемой же—71,25 мгр. Указанные сравнительные показатели насыщенности хлоридами каждого данного слоя в условиях естественного увлажнения и в условиях искусственного орошения выявляют, что орошение в значительной степени увеличивает количество хлоридов в слоях почвы до 60 см., т. е. в толще, где развивается главная масса корней пшеницы; глубже 60 см количество хлора на обеих делянках выравнивается.

Весьма наглядной иллюстрацией к сказанному являются диаграммы №№ 74, 75.

Особенно рельефно выделяется момент орошения пшеницы, после которого на делянке резко повышается количество хлора. Диаграмма для орошаемого поля заштрихована в период с конца мая-июня весьма густо, — содержание хлора здесь 100 — 200 мгр., в то время как на делянке неорошаемой—25 — 100 мгр.

Диинамика хлора в условиях культуры кенафа

Содержание хлора в почве поля, занятого кенафом, в условиях естественного увлажнения невелико и колебания во времени весьма незначительны (табл. № 203).

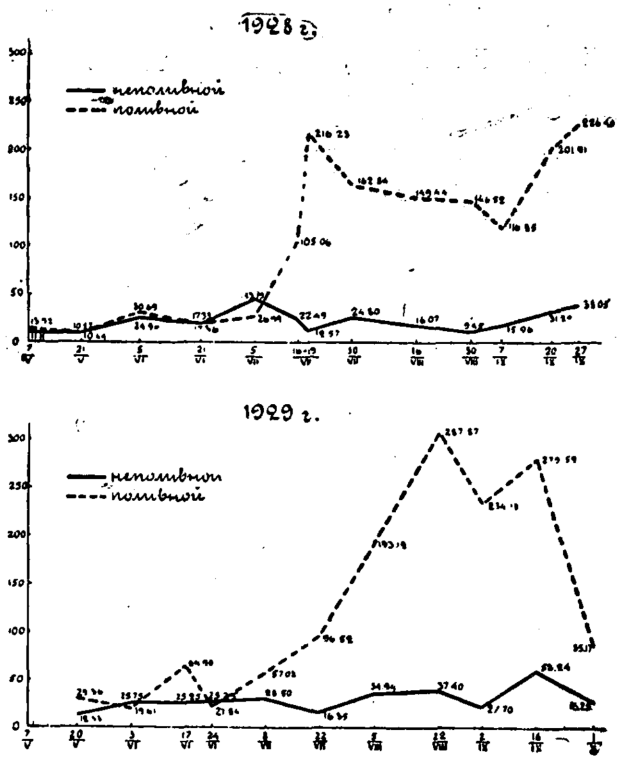


Диаграмма № 76. Динамика хлора в пахотном слое почвы под кенафом.

Отмечается явственная тенденция к нарастанию количества солей хлора с глубиной; это отмечается почти во всех наблюдениях за редким исключением. Точно такое же распределение солей хлора замечалось и в 1928 году в почве поля, занятого кенафом, в условиях искусственного орошения, до момента первого полива (табл. № 204).

Произведенными перед 16/VII и 19/VII поливами увеличено содержание солей хлора с 26,99 мгр до 105,06 и 216,23 мгр. Дальнейшие наблюдения вплоть до самого конца оросительного периода, т. е. 20 сентября, показывают уменьшение количества хлора в пахотном слое.

Поливными водами несколько увеличено количество хлоридов и в следующем 20 — 40 см горизонте, но меньше в сравнении с пахотным. На более глубокие слои почвы орошение не оказало существенного влияния и они, в сравнении с двумя верхними, содержат хлоридов уже значительно меньше. Распределение хлоридов на поливной делянке прямо противоположно их распределению на поле неорошаемом. Если там количество хлора в почве возрастало с глубиной, то здесь, при искусственном орошении, количество хлора с глубиной убывает. И лишь только в послеоросительный период (наблюдения 20 и 27 сентября) последовательность частично изменяется. Содержание хлоридов возрастает в слое 80 — 100 до 133,67 мгр против 87,37 в предыдущее наблюдение; в пахотном слое количество хлоридов увеличивается до 200,91 мгр против 116,85 мгр.; в слоях же промежуточных продолжается дальнейшее уменьшение. В наблюдении 27 сентября во всем метровом слое количество хлора возросло против содержания его в почве

Таблица № 203

Хлор (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф неполивной

Дата	Поверхн. 0–5	Глубина в снт. 0–20	20–40	40–60	60–80	80–100	Среднее
1927 г.							
3/X	—	65,29	12,94	9,74	19,57	85,83	38,67
22/X	—	11,89	17,12	6,65	23,13	72,85	26,32
1/XII	—	5,64	25,53	21,63	19,78	36,50	21,81
1928 г.							
9/I	—	6,36	14,73	16,94	29,74	62,71	26,09
14/II	—	26,82	86,73	52,97	83,82	114,36	72,94
27/III	—	14,21	18,48	39,39	50,62	63,65	37,27
18/IV	—	14,36	47,75	28,95	28,16	22,49	28,34
7/V	—	11,11	25,24	86,19	129,98	81,42	66,79
21/V	—	10,44	17,92	20,96	41,74	35,88	25,39
5/VI	62,96	24,96	15,01	40,56	132,97	158,88	74,47
21/VI	—	17,36	18,41	33,14	72,62	86,06	45,54
5/VII	—	43,79	20,79	43,10	87,82	108,48	60,79
16/VII	15,12	22,49	36,35	48,71	80,51	127,63	63,14
19/VII	—	12,57	26,04	65,39	90,40	114,24	61,72
30/VII	—	24,80	16,21	18,82	80,28	59,94	50,01
16/VIII	—	16,07	20,45	32,55	52,20	93,88	43,03
30/VIII	27,47	9,45	55,92	52,43	72,39	88,73	55,78
7/IX	—	15,96	29,04	39,10	81,84	71,46	47,48
20/IX	61,48	31,29	32,06	64,30	97,90	65,28	58,16
27/IX	30,31	38,05	45,73	45,84	65,14	78,25	54,60

Таблица № 204

Хлор (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф поливной (М = 2714 м³/га)

Дата	Поверхн. 0–5	Глубина в снт. 0–20	20–40	40–60	60–80	80–100	Среднее
1927 г.							
3/X	—	9,39	49,40	46,04	22,88	31,92	31,92
22/X	—	23,82	43,60	19,99	29,23	11,38	25,66
1/XII	—	7,96	40,56	49,70	32,83	39,89	34,18
1928 г.							
9/I	—	6,53	8,29	14,03	17,22	16,45	12,10
14/II	—	40,89	43,68	50,79	47,52	122,40	61,05
27/III	—	11,82	18,77	63,63	43,52	36,89	34,92
18/IV	—	16,61	29,29	39,08	37,75	32,27	31,00
7/V	18,86	13,92	43,61	31,25	36,58	36,27	32,32
21/V	—	10,57	10,48	24,21	59,04	60,23	34,70
5/VI	26,46	30,69	45,90	55,33	66,20	63,65	52,35
21/VI	—	17,33	55,01	48,04	62,16	96,90	55,88
5/VII	—	26,99	27,89	63,50	47,72	66,13	46,44
16/VII	215,43	105,06	49,70	53,11	59,52	59,94	65,46
19/VII	—	216,23	100,50	54,81	42,87	58,42	94,56
30/VII	—	162,84	50,24	50,03	57,00	59,44	75,91
16/VIII	—	149,44	148,47	103,60	87,20	85,50	114,85
30/VIII	136,77	145,52	119,55	76,46	49,82	50,14	88,49
7/IX	—	116,85	98,64	82,94	76,66	87,37	92,49
20 IX	128,59	200,91	66,27	66,55	65,71	133,67	106,62
27/IX	258,88	226,40	153,14	117,60	138,46	179,71	163,06

20 сентября. Таким образом, орошением были созданы условия, способствующие накоплению хлора в послеполивной период, очевидно за счет подъема солей из-за пределов метрового слоя.

Из диаграммы № 76 видно, что с первыми же порциями оросительной воды было внесено в почву большое количество хлоридов, благодаря чему кривая по орошаемой делянке делает резкий скачок вверх—с 27 до 216 мгр. Затем идет непрерывное убывание хлора до конца поливов, а после их прекращения — опять крутой подъем до 226,40 мгр. в то время, как в делянке неорошаемой кривая имеет все время плавный ход.

Сравним средние из всех наблюдений послойные показатели по хлору на орошаемом и неорошаемом полях кенафа в 1928 году.

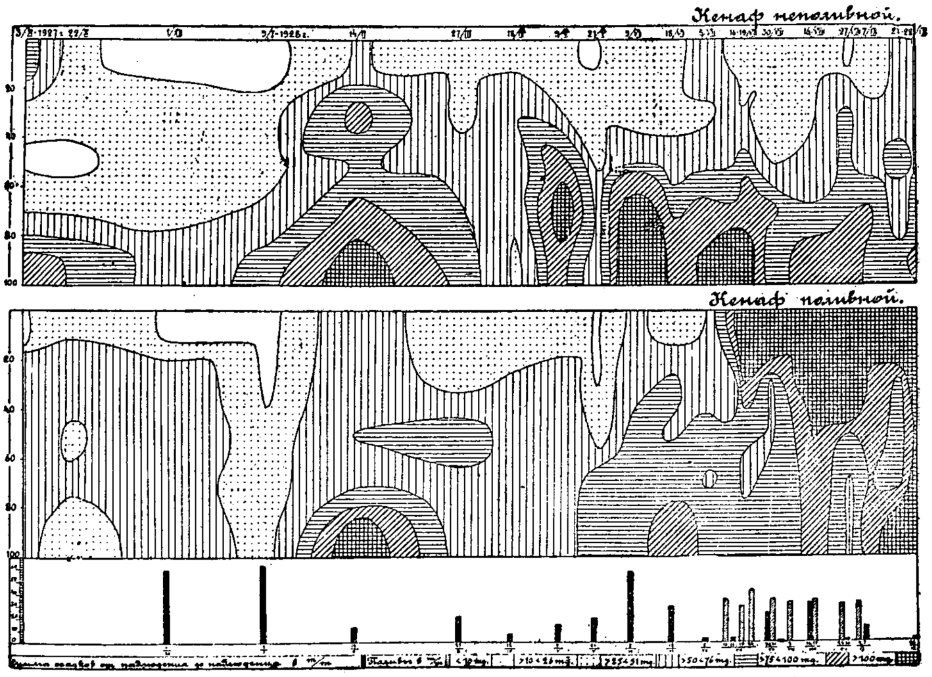


Диаграмма № 77. Динамика хлора в метровом слое почвы под кенафом 1927/28 гг.

Пахотный слой под кенафом неорошаемым содержит 21,15 мгр хлора, в то время как под кенафом орошаемым 77,03 мгр. Слой 20—40 см. соответственно—29,07 и 60,15; слой 40 — 60 см — 38,27 и 55,53; слой 60 — 80 см — 67,02 и 53,99 и слой 80 — 100 см — 81,42 и 66,87 мгр. Орошение сказалось увеличением хлора только до 60 см глубины; в более глубоких слоях почвы хлора даже меньше, чем на неорошаемом поле; глубже 60 см оросительные воды не оказали влияния на почву в смысле передвижения хлористых солей. Приведенные выводы иллюстрируются диаграммой № 77.

Динамика хлора в почве под кенафом в условиях естественного увлажнения в 1929 г. характеризуется такими же показателями, что и в 1928 г. (табл. № 205, 206).

В условиях естественного увлажнения содержание в почве хлористых солей с глубиной увеличивается; колебания во времени незначительны. Первый период орошения в 1929 г. не увеличивал количества хлора в пахотном слое так резко, как это наблюдалось в 1928 году. Заметное повышение отмечается лишь в наблюдении 5 июля, когда зарегистрировано 193,12 против 96,52 мгр. в предыдущем; при этом количество хлора в пахотном слое продолжает увеличиваться, как это обнаруживается и в следующее наблюдение 22/VII.

Далее за промежуток времени с 22/VIII по 16/IX, в период установившейся в то время засухи, как ни странно, хлориды стабилизированы. Небольшие колебания в ту или

Таблица № 205

Хлор (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф неполивной

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	17,22	19,70	13,05	19,61	63,65	26,65
3/XII	19,12	26,41	48,31	59,44	86,74	48,04
1929 г.						
7/I	24,50	41,73	35,28	43,06	72,85	43,48
8/IV	53,08	156,20	82,62	85,36	100,46	95,54
20/V	12,33	9,96	47,78	120,46	113,60	60,83
3/VI	25,75	22,06	42,94	42,24	50,59	36,72
17/VI	25,25	44,20	62,56	64,64	81,99	55,73
24/VI	25,25	39,16	55,66	73,16	76,88	54,02
8/VII	28,50	49,70	49,68	66,96	108,51	60,67
22/VII	16,35	20,04	40,21	98,31	141,25	63,23
5/VIII	34,94	29,63	52,32	65,60	66,31	49,76
22/VIII	37,40	38,00	68,39	58,32	82,48	56,92
2/IX	21,70	19,48	32,52	35,88	56,51	33,22
16/IX	58,24	68,99	59,65	76,45	89,39	70,54
1/X	26,25	28,67	36,58	52,55	45,94	37,99

Таблица № 206

Хлор (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф поливной (М = 3101 м³/г)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20 - 40	40—60	60 - 80	80 - 100	
1928 г.						
31/X	91,57	94,36	63,65	92,15	99,75	88,22
3/XII	22,97	108,53	86,94	107,69	116,73	88,57
1929 г.						
7/I	80,80	171,40	211,86	105,51	124,98	138,91
8/IV	44,45	152,49	115,49	86,59	102,82	100,36
20/V	29,36	75,20	123,49	125,95	89,39	88,67
3/VI	19,61	55,01	112,25	149,57	116,00	90,48
17/VI	64,90	133,11	140,42	102,49	80,31	104,24
24/VI	21,84	61,71	123,50	153,11	165,17	105,06
8/VII	57,03	66,09	166,22	216,60	242,08	149,59
22/VII	96,52	79,06	123,42	165,50	206,44	134,19
5/VIII	193,12	189,33	180,44	170,72	179,70	182,66
22/VIII	287,87	206,50	169,69	176,75	152,48	198,66
2/IX	234,18	165,24	151,94	114,43	107,47	154,65
16/IX	279,52	200,60	148,51	126,70	132,91	177,55
1/X	85,17	222,48	159,51	140,06	136,48	148,74

другую сторону, зарегистрированные в отдельные наблюдения, настолько незначительны, что они вполне укладываются в пределах точности метода.

Обильные осадки второй половины сентября (55 м/м) сильно промыли верхний пахотный слой и снизили содержание в нем хлора с 269,52 до 85,17 мгр.

Влияние оросительных вод на накопление хлоридов в пахотном слое иллюстрируется чрезвычайно яркой диаграммой (диагр. № 76). Засоление пахотного слоя в условиях засушливого года резко повысилось. Значительные изменения в содержании хлора оросительные воды произвели и в глубоких горизонтах почвы, именно в сторону его опреде-

ленного накопления. Так, под кенафом неорошаемым в пахотном слое среднее количество хлора—28,39 мгр., тогда как под кенафом орошаемым—107,26, больше почти в 4 раза. В слое 20—40 см. под кенафом неорошаемым—40,93, а под орошаемым—132,07мг., т. е. больше в три раза слишком. На глубине 40—60 см—48,50 и 138,48, 60—80 см.—64,13 и 135,58 и наконец 80 — 100 см — 82,47 и 130,82 мгр.

Динамика наглядно представлена на диаграмме № 78. Следует оговориться, что содержание хлоридов было различно в полях под орошаемой и неорошаемой культурой кенафа еще в исходном положении опыта при самой его закладке. Особенно большая разница до поливов отмечалась с глубины 20 см; в поверхностном слое до орошения разница не так значительна, но внесение вод повысило содержание хлора в нем после начала орошения в шесть раз.

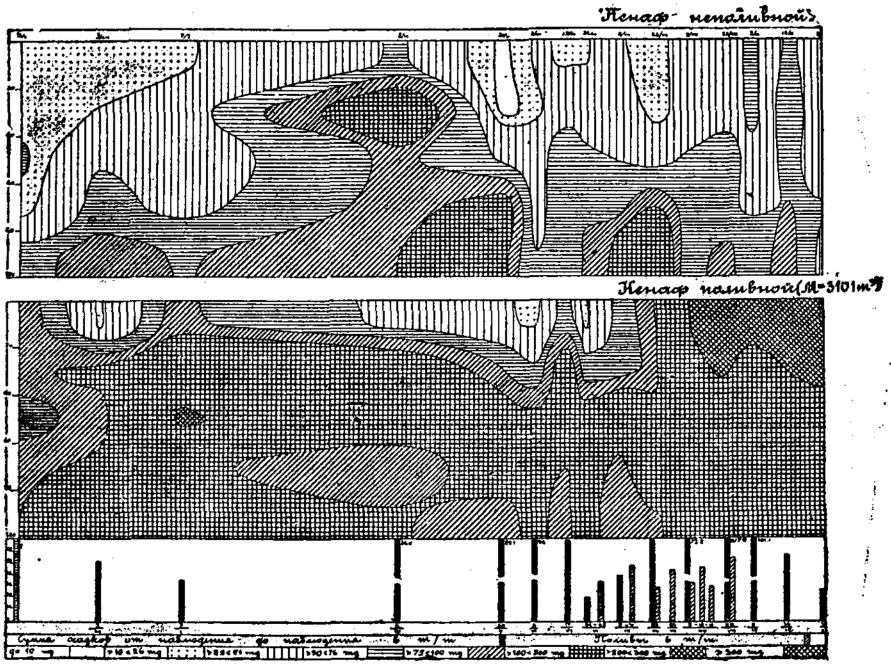


Диаграмма № 78. Динамика хлора в метровом слое почвы под кенафом 1928/29 гг.

Таким образом засоление хлоридами почвы под кенафом в условиях орошения могло итти из первоначального запаса и из оросительных вод: с одной стороны, хлористые соли поднимались вместе с почвенной водой из глубины большей метрового слоя, вследствие роста растений и испарения; с другой — оросительные воды в основной массе потреблялись вегетирующим кенафом, а также испарялись его поверхностью. Соли, содержавшиеся в оросительной воде, концентрировались, главным образом, именно в этом слое и в течение оросительного периода распределились в толще его с известною равномерностью. Но, с прекращением поливов, хлориды, как весьма подвижные соли, начали концентрироваться в пахотном слое (см. диагр. № 78).

В условиях естественного увлажнения к концу вегетации кенафа, как будто бы наблюдается некоторое опреснение почвы; количество хлоридов к осени уменьшилось. Причина в данном случае не совсем ясна, так как в период с мая по октябрь более или менее значительные дожди были только в июне месяце и во второй половине сентября, в остальное время осадки были скудны или же их не было совсем, тем не менее передвижение хлора в поверхностные горизонты, как этого можно было бы ожидать, не наблюдается.

Орошение повышенными нормами повело к промыванию нижних горизонтов (табл. № 207, 208).

Верхний 0 — 20 см слой вообще содержал небольшое количество хлоридов и оно не претерпевало существенных изменений до самого начала поливов. Глубже 20 см коли-

чество хлора то же в общем устойчиво поддерживалось на значительной высоте, в пределах от 100 до 200 мгр., но некоторая подвижность наблюдается в слое 20 — 40 см., очевидно, под влиянием атмосферных осадков. Осадки, безусловно, могли проникать на эту глубину и до известной степени вымывать хлористые соли. С наступлением первых же поливов глубокие слои почвы промываются от хлористых солей, как при одной, так и при другой оросительной норме, но два верхних слоя, напротив, несколько обогащаются хлором. Очевидно, что в данном случае это обогащение слоя 0 — 40 см происходит от действия оросительной воды, содержащей в литре 255 мгр. хлора (см оросит. воды).

В промежутке между наблюдениями 24/VI и 8/VII было произведено два полива кенафа — 28 июня и 5 июля; вылито воды на одно поле 824,8, а на другое—1010,2 м³ на га, но в этот же промежуток времени выпало 33,44 м/м осадков, поэтому определенно заметно промывание на всю глубину до 1 метра (22/VII).

Дальнейшие наблюдения по обоим полям обнаруживают накопление хлоридов в верхних слоях почвы.

В общем, сопоставляя динамику хлора в пахотном слое под культурой кенафа в различных условиях увлажнения, видим, (диагр. № 79) что в естественных условиях запас хлористых солей изменяется незначительно: так например, весной (20/V) хлора было 12,33 мг., а к концу вегетационного периода кенафа (1/X)—26,25 мг. Наивысший подъем не превышал 60 мгр.

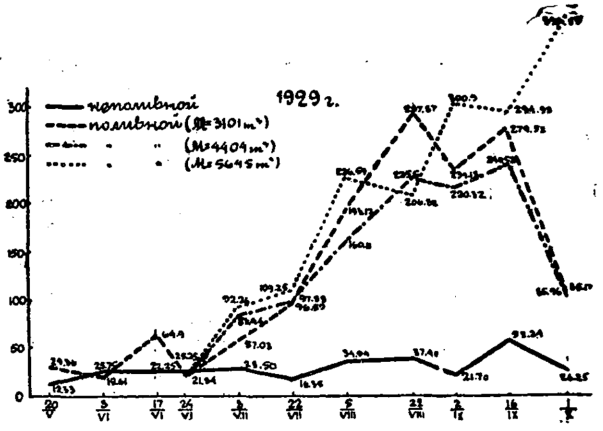


Диаграмма № 79. Динамика хлора в пахотном слое почвы под кенафом при разных нормах орошения.

Сравнивая средние показатели количества хлоридов в различных слоях почвы под кенафом с различными оросительными нормами, усматриваем определенную закономерность: с увеличением оросительной нормы увеличивается содержание хлора в поверхностных корнеоби-

Таблица № 207

Хлор (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф поливной (M = 4404 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	191,57	94,36	63,65	92,15	99,35	88,22
3/XII	22,97	108,53	86,94	107,69	116,73	88,57
1929 г.						
7/I	81,80	171,40	211,86	105,51	124,98	138,91
8/IV	44,45	152,49	115,49	86,59	102,82	100,36
20/V	29,36	75,20	123,49	125,95	89,39	88,67
3/VI	19,61	55,01	112,25	149,57	116,00	90,48
17/VI	64,90	133,11	140,42	102,49	80,31	104,24
24/VI	21,84	61,71	123,50	153,11	165,17	105,06
8/VII	83,44	86,27	85,02	93,62	111,46	92,98
22/VII	97,88	129,18	118,41	67,04	77,18	101,93
5/VIII	160,11	135,44	200,91	204,17	186,69	173,42
22/VIII	225,50	232,89	312,30	273,98	242,73	257,48
2/IX	220,32	225,74	252,51	280,00	309,50	257,61
16/IX	240,52	247,43	250,48	264,08	287,57	258,01
1/X	85,96	195,39	285,77	226,18	175,57	193,77

Таблица № 208

Хлор (в мгр на кгр абсолютоо сухой почвы)

Кенаф поливной (М = 5645 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60 80	80—100	
1928 г.						
31/X	91,57	94,36	63,65	92,15	99,35	88,22
3/XII	22,97	108,53	86,94	107,69	116,73	88,57
1929 г.						
7/I	80,80	171,40	211,86	105,51	124,98	138,91
8/IV	44,45	152,49	115,49	86,59	102,82	100,36
20/V	29,36	75,20	123,49	125,95	89,39	88,67
3/VI	19,61	55,01	112,25	149,57	116,00	90,48
17/VI	64,90	133,11	140,42	102,49	80,31	104,24
24/VI	21,84	61,71	123,50	153,11	165,17	105,06
8/VII	92,26	94,18	66,31	77,67	94,87	85,05
22/VII	109,25	106,66	98,07	71,55	77,67	92,64
5/VIII	226,59	257,87	191,20	146,53	267,79	217,90
22/VIII	206,82	185,65	173,10	182,52	127,49	155,11
2/IX	300,90	264,65	303,56	235,70	212,08	263,38
16/IX	294,92	276,65	226,51	271,52	268,63	271,64
1/X	390,55	190,16	269,33	222,66	193,92	253,32

таемых слоях почвы. Предельно-низкое содержание хлора в пахотном слое поля с оросительной нормой 4404м³/га, нужно отнести к явлениям случайного порядка.

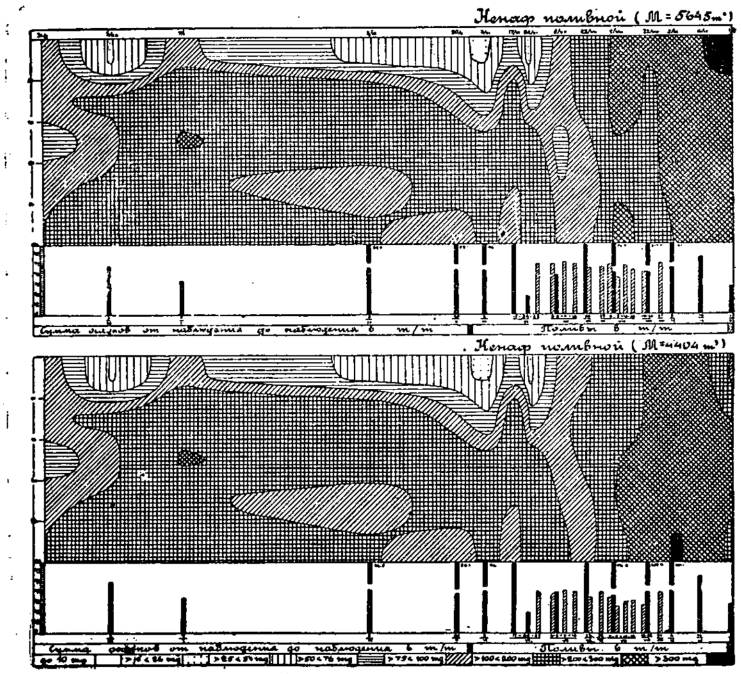


Диаграмма № 80. Динамика хлора в метровом слое почвы под кенафом при разных нормах орошения.

Если мы проследим изменение количества хлоридов от меньшей оросительной нормы к большей, то получим такие ряды: в пахотном слое—107,26; 99,25 и 133,12 мгр.; в слое 20—40 см—133,07, 140,28 и 148,54. мгр. Зависимость содержания хлора от ко-

личества вылитой воды выявляется в слое 20—40 см вполне четко. С глубины 40 см преобладающее количество хлоридов отмечается в почве поля, получившего 4404 м³/га оросительной воды. Слой 40—60 см с этой нормой содержит 165,53 мг., с нормой же в 5645 м³ на 10 мгр. меньше. Такое же, примерно, соотношение имеет место и во всей толще метрового слоя.

Динамика хлора в условиях повышенного орошения под культурой кенафа легко прослеживается на диаграмме №. 80.

Весьма интересным моментом здесь является, как отмечалось выше, действие оросительных вод при первых поливах, снизившее количество хлора во всем метровом слое. Но последующие поливы насыщают почву хлоридами вновь, на всю глубину слоя и при том в количестве значительно превышающем таковое в дополивной период. Зависимость засоления от оросительных вод очевидна: при увеличении хлористых солей в воде увеличивается количество их в почве после орошения. Анализ поливной воды дал при определении 25/VII 269,42 мгр на литр, а через месяц — 22/VIII — 737,36 мгр хлора, т. е. в два с половиной раза больше.

Таким образом по опыту орошения кенафа повышенными нормами видно, что сверх некоторых определенных размеров увеличенные нормы являются только бесполезной тратой воды и труда; не повышая влажности (см. главу о водном режиме), избыточная вода уходит за пределы корнеобитаемого слоя, не удаляет из почвы растворимые соли, а, наоборот, увеличивает их содержание. Диаграммы иллюстрируют все это весьма наглядно.

Динамика хлора в условиях культуры овса.

Переходя к рассмотрению динамики хлора в условиях естественного увлажнения под культурой овса в 1928 году (см. табл. № 209) необходимо прежде всего отметить, что исходные осенние наблюдения 1927 года показывают весьма незначительное содержание хлора во всем метровом слое. Но уже раннею весной (наблюдение от 29 марта) отмечается увеличение количества хлористых солей на всей глубине до 1 метра (может быть в связи с пробуждением в почве биологической деятельности). Первые весенние дожди вымывают хлориды на значительную глубину: 29 марта в пахотном горизонте содержалось 49,60 мгр хлора, в следующее наблюдение—18/IV—хлора было в этом слое только 29,79 мгр. Аналогичное явление отмечено и в нижних слоях до глубины 80 см. В течение всего вегетационного периода количество хлора в почве не увеличивается. Атмосферные осадки здесь в отношении содержания хлора в почве сколько-нибудь значительных изменений не вызывают. Можно думать, что накапливающиеся в результате разложения органических веществ незначительные количества хлора частью поступают в растение, частью же перераспределяются в почвенной толще, без заметного накопления в отдельных слоях. К 7/VIII уже наблюдается сезонное увеличение содержания хлора во всем метровом слое (пахотный слой—68,52 мгр) вследствие усиленного испарения и привноса хлористых солей вместе с почвенной водой из-за пределов метрового слоя. Таким образом, в условиях естественного увлажнения почвы в динамике

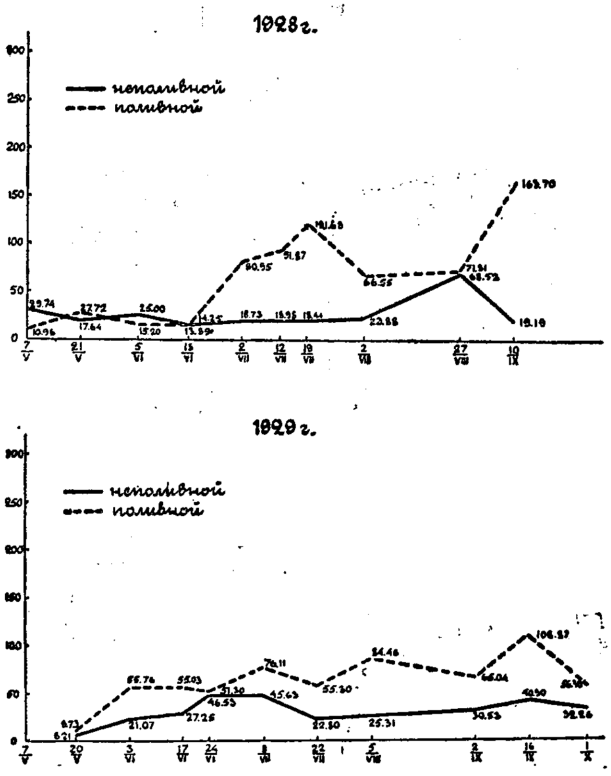


Диаграмма № 81. Динамика хлора в пахотном слое почвы под овсом.

хлора под овсом не улавливается зависимости ни от культуры, ни от атмосферных осадков и такое распределение хлоридов в метровом почвенном слое сохранилось почти до конца опыта.

Оросительные воды, введенные под овес перед наблюдениями 2/VII и 12/VII, дают повышение количества хлора в пахотном слое с 13,89 мгр до 80,95 и 91,87, а затем, в наблюдение 19/VII—121,63 мгр (табл. № 210).

Таблица № 209

Хлор (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Овес неполивной

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
3/X	—	10,91	6,52	6,51	19,40	32,76	15,22
24/X	—	7,36	10,46	10,02	19,95	26,60	14,88
5/XII	—	7,99	29,85	28,67	49,30	34,33	30,03
1928 г.							
12/I	—	10,25	24,94	11,17	74,15	41,06	32,31
29/III	—	49,60	47,50	99,88	62,28	86,56	61,30
18/IV	—	29,79	29,08	33,65	122,98	81,84	39,47
7/V	12,60	29,74	25,48	62,16	27,21	66,83	62,28
21/V	—	17,64	14,17	64,01	68,24	75,01	47,81
5/VI	58,41	25,00	25,00	43,10	77,66	94,56	53,06
18/VI	—	14,25	16,98	38,38	71,04	67,27	41,58
2/VII	—	18,73	18,98	19,11	51,75	157,53	33,22
12/VII	15,09	18,98	22,49	45,64	84,55	02,24	54,78
19/VII	—	18,44	18,94	32,06	51,42	83,81	40,93
2/VIII	—	22,88	16,07	19,32	45,05	58,42	32,35
27/VIII	66,16	68,52	19,52	36,04	65,28	78,25	53,52
10/IX	41,40	19,19	29,04	66,27	29,04	78,08	44,32

Таблица № 210

Хлор (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Овес поливной (М = 1439 м³/га)

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
3/X	—	8,20	19,66	16,45	22,74	46,04	22,61
24/X	—	9,27	20,29	16,84	26,60	37,28	20,05
5/XII	—	5,32	18,73	13,92	20,16	37,36	19,09
1928 г.							
12/I	—	9,24	12,92	7,28	23,47	30,11	16,60
29/III	—	24,85	7,65	53,26	71,52	67,96	45,05
18/IV	—	16,79	39,23	58,31	56,62	58,80	45,95
7/V	35,00	10,96	37,10	43,01	50,56	43,33	36,99
21/V	—	27,72	23,37	23,96	43,61	58,93	35,51
5/VI	67,69	15,20	50,49	56,05	105,08	73,16	59,99
18/VI	—	13,89	17,26	27,61	31,37	60,96	30,22
2/VII	—	80,95	52,15	27,33	78,89	78,28	63,52
12/VII	144,24	91,87	33,60	53,56	66,55	60,71	61,26
19/VII	—	121,63	72,70	65,85	59,82	76,30	79,26
2/VIII	—	66,55	58,42	49,08	68,38	78,92	64,27
27/VIII	61,05	71,31	52,90	49,71	59,31	75,49	61,74
10/IX	140,90	163,70	131,41	97,90	62,85	72,08	105,59

В августе месяце количество хлора уменьшается почти вдвое, зато последнее наблюдение дает максимальную цифру — 163,70 мгр. Сопоставляя динамику хлора в пахотном горизонте орошаемого и неорошаемого овсяных полей, нетрудно видеть существенное различие между ними (см. диагр. № 81). В то время, как в условиях естественного увлажнения почвы колебания количеств хлора в пахотном слое не имеют определенной закономерности,—в условиях орошения выявилась тенденция к накоплению хлора к концу наблюдаемого периода: последнее наблюдение над овсом неорошаемым дает 19,19 мгр, под орошаемым—163,70 мгр.

Примерно такая же закономерность наблюдается и в следующем слое 20—40 см. И здесь после первого же полива количество хлора возрастает с 17,26 до 52,15 мгр, а к концу наблюдений доходит до 131,41 мгр.; следующий слой 40—60 см к 12/VII имеет 53,56 против 27,33 мгр. Глубже 60 см оросительная вода не проникла.

Как усматривается из диаграммы, слои от 60 до 100 см до конца наблюдений показывают одинаковый запас хлора (диагр. № 82).

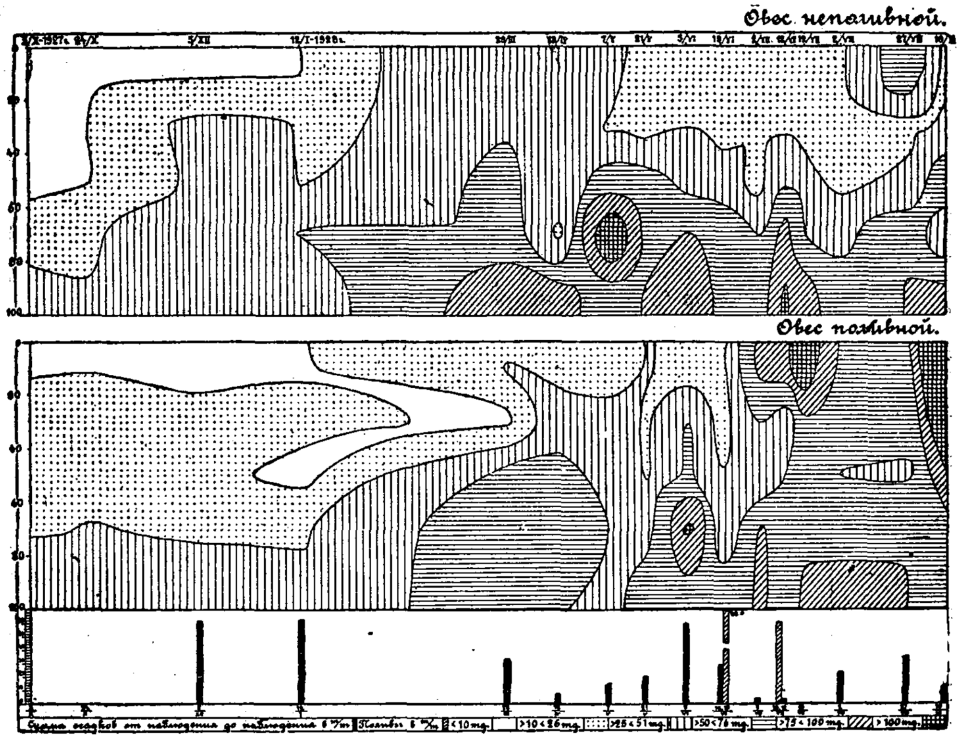


Диаграмма № 82. Динамика хлора в метровом слое почвы под овсом 1927/28 гг.

Накопление хлоридов в верхних слоях орошаемого поля отмечается и средними послойными показателями. Так, в поле неорошаемом в пахотном слое хлоридов—23,08 мгр, а в орошаемом—46,09; в слое 20—40 см, в поле неорошаемом — 22,19, в орошаемом—40,19; в слое 40—60 см разница уже значительно меньше:—в неорошаемом 36,00, в орошаемом—41,25 мгр (разница в пределах 5 мгр). В слоях 60—80 и 80—100 см—явление обратного порядка: хлора больше в пару неорошаемом. Напрашивается вывод, что содержание хлора в корнеобитаемом слое овса возрастает, вероятно, вследствие приноса с грунтовой водой солей из нижних горизонтов.

В наблюдениях 1929 года характер распределения хлора в условиях естественного увлажнения не дает ничего нового;—повторяется, в общем, последовательность и зависимость явлений, представленных нами по 1928 году (табл. № 211). Колебания запасов хлора в зависимости от осадков также весьма незначительны. С глубиной количество хлора увеличивается.

В условиях орошения в 1929 году, несмотря на значительные запасы хлора в осенний период 1928 года (табл. № 212), поле ко времени поливов почти нацело лишено хлоридов

Таблица № 211

Хлор (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Овес неполивной

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	14,33	16,94	36,27	69,12	72,39	41,81
3/XII	45,65	45,14	49,90	75,98	77,59	58,85
1929 г.						
7/I	16,44	17,96	39,55	80,13	60,58	42,93
8/IV	15,96	89,89	51,38	54,35	72,39	56,79
20/V	6,21	15,70	31,62	67,32	96,53	59,43
3/VI	21,07	42,33	33,79	88,15	107,83	58,63
17/VI	27,25	37,75	58,32	89,06	83,54	59,18
24/VI	46,53	39,78	49,08	89,77	106,69	66,37
8/VII	45,63	35,29	54,78	62,00	75,54	54,68
22/VII	22,80	20,00	22,95	77,04	97,85	48,14
5/VIII	25,31	25,42	35,18	38,85	35,33	32,02
2/IX	30,53	22,65	25,99	29,18	48,44	31,36
16/IX	40,30	39,10	59,01	91,94	127,70	71,61
1/X	32,26	62,12	40,04	62 91	66,03	52,67

Таблица № 212

Хлор (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Овес поливной (М = 1326 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	162,65	110,21	62,58	62,44	61,91	91,97
3/XII	42,59	275,09	207,36	70,30	102,97	139,86
1929 г.						
7/I	15,82	162,30	161,35	116,09	94,45	110,00
8/IV	19,95	199,84	126,39	71,34	265,32	136,57
20/V	9,73	9,92	72,20	93,96	147,11	66,58
3/VI	55,76	56,82	107,33	122,15	133,36	95,08
17/VI	55,03	66,15	144,63	144,27	298,48	141,71
24/VI	51,30	47,52	131,00	116,64	133,16	95,92
8/VII	76,11	139,65	157,05	156,45	114,18	128,69
32/VII	55,30	80,07	79,39	192,30	173,40	116,09
5/VIII	84,46	94,97	166,14	173,43	167,24	137,25
2/IX	65,04	126,04	248,44	290,78	433,12	232,28
16/IX	108,87	75,31	89,01	106,93	116,81	99,39
1/X	56,39	142,44	121,95	193,99	161,50	135,25

в первых двух горизонтах: при начальной огромной разнице в содержании хлора в слоях 0—20 см и 20—40 см 8/IV (19,95 и 199,84 мгр) оба слоя затем (20/V) дают одинаково низкие показатели (9,73 и 9,92 мгр); содержание хлора понизилось также и в слоях 40—60 и 80—100 см.

Обращает на себя внимание большое количество хлора в зимне-весенний период в слоях 20—100 см. Осеннее наблюдение 31/X дает значительно меньшие запасы хлора чем последующие зимние—3/XII и 7/I. В связи с этим возможно допустить, что почвенные процессы и в зимний период не затухают совершенно, что и при низких температурах в почве все-таки продолжают происходить явления перемещений хлоридов и сульфатов что и будет видно из дальнейшего.

Первое же наблюдение после полива дает увеличение количества хлора на глубине в 0—80 см, особенно сильное в пахотном слое и слое 20—40 см (с 9,73 до 55 76 мгр в первом и с 9,92 до 56,82 мгр во втором). Второй полив—28/VI—также повышает количество хлора на глубину 0—80 см, как и первый. В дальнейшем такие факторы, как вегетационный забор почвенной влаги овсом и ее перемещение вследствие испарения и, наконец, атмосферные осадки, вызывают некоторые разносторонние колебания в ту или другую сторону. Наивысшее количество хлора в пахотном слое отмечено 16/IX, в остальных слоях—2/IX. В дальнейшем количество его уменьшается.

Рассматривая динамику хлора под овсом в условиях различного увлажнения и сопоставляя показатели орошаемого и неорошаемого полей, видим существенные различия как с самого момента закладки опыта, так и различия под влиянием поливов по сравнению с последним предполивным наблюдением. В пахотном слое различия по обеим делянкам еще укладываются в пределах 25 мгр (см. диагр. № 81), но в остальных горизонтах метрового слоя разница в содержании хлора на орошаемой и неорошаемой делянках достигает 100 и более мгр. Сказанное видно из диаграмы № 83.

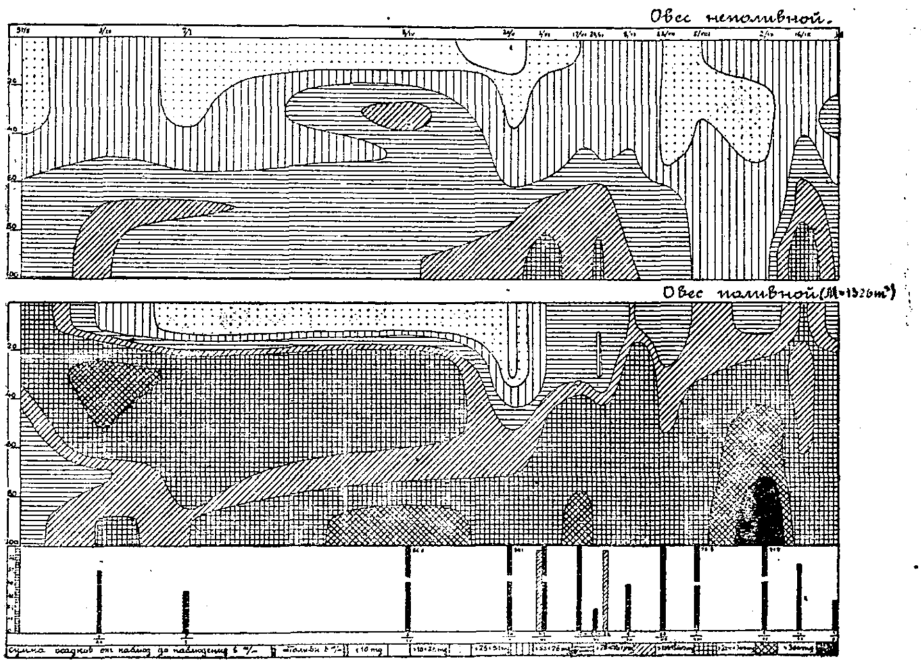


Диаграмма № 83. Динамика хлора в метровом слое почвы под овсом 1928/29 гг.

Динамика хлора в почве в условиях яровой культуры пшеницы.

Динамика хлора в почве под яровой пшеницей в условиях орошения и без орошения в 1928 году характеризуется данными, приведенными в табл. № 213, 214.

В условиях естественного увлажнения динамика хлора в поле под яровой пшеницей аналогична ранее рассмотренной под культурой овса. Можно смело принять, что поведение хлористых солей под всеми неорошаемыми яровыми культурами совершенно одинаково.

Поливы сильно изменили характер распределения хлористых солей во всем метровом слое. Всего поливов было дано два: первый—20/VI, второй—10/VII. Вылито воды за два полива 1551 м³ на га. После первого полива количество хлоридов в пахотном слое резко увеличилось. В наблюдение 18/VI было 14,25 мгр хлора, 2/VII—уже 71,77, а 12/VII, т. е. после второго полива,—149,06; увеличение в 10 раз против начального содержания.

Однако, средние показатели за рассматриваемый 1928 год показывают накопление хлора под влиянием орошения лишь до глубины 60 см. Глубже количество его почти одинаковое, как с орошением, так и без орошения.

Таблица № 213

Хлор (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Пшеница яровая неполивная

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
5/X	—	16,13	9,87	9,87	19,78	23,03	15,73
26/X	—	7,49	10,71	6,76	19,82	39,70	16,89
7/XII	—	5,97	7,52	7,14	26,99	39,44	17,41
1928 г.							
16/I	—	9,68	37,49	28,84	57,00	41,51	34,90
2/IV	—	12,16	28,86	28,39	79,18	95,88	44,89
23/IV	—	29,70	44,63	58,42	95,35	89,11	63,44
7/V	9,05	10,29	10,73	24,11	49,29	60,81	31,04
24/V	—	19,95	94,34	58,32	74,87	86,45	66,78
8/VI	82,73	32,89	70,03	50,79	143,45	66,55	72,74
18/VII	—	18,99	24,75	49,30	77,41	69,71	48,04
2/VII	—	15,61	19,15	32,13	85,28	110,44	52,52
12/VII	27,09	15,05	22,20	6,43	84,00	105,54	46,64
19/VII	—	12,35	15,79	108,96	44,85	118,23	60,03
2/VIII	—	15,65	18,90	19,63	28,29	54,00	27,29
27/VIII	15,05	39,36	19,70	29,04	58,42	71,61	43,62
10/IX	56,26	42,60	45,84	51,42	48,34	54,72	48,58

Таблица № 214

Хлор (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Пшеница яровая поливная (М = 1551 *м*³/га)

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
5/X	—	31,14	10,06	9,77	13,16	13,30	15,48
26/X	—	12,99	27,83	6,61	6,59	13,24	13,45
7/XII	—	15,55	28,95	10,63	3,69	16,56	15,07
1928 г.							
16/I	—	12,87	11,44	29,29	27,27	30,87	22,35
2/IV	—	50,48	38,15	34,79	23,42	63,11	41,99
23/IV	—	63,77	71,69	116,84	74,87	69,86	79,40
10/V	9,24	14,36	50,00	107,04	71,30	58,55	61,25
24/V	—	50,88	48,11	24,06	33,32	52,09	41,69
8/VI	18,17	22,34	32,51	54,91	53,32	74,86	47,59
18/VI	—	14,25	21,08	42,33	38,61	49,40	33,13
2/VII	—	71,77	39,87	113,76	85,83	103,59	82,96
12/VII	149,81	149,06	140,16	100,98	71,63	64,19	105,40
19/VII	—	148,47	118,23	117,39	113,28	105,77	120,62
2/VIII	—	111,60	97,90	71,61	61,91	62,18	81,04
27/VIII	95,05	110,16	105,73	94,76	89,49	88,53	97,73
10/IX	118,48	134,84	123,40	62,32	62,18	68,10	90,17

В 1929 году в условиях естественного увлажнения под яровой пшеницей как будто бы более, нежели в 1928 году, выявляется в динамике хлора зависимость от воздействия атмосферных осадков (табл. № 215, 216). Дожди в конце мая и в первых числах июня понизили содержание хлора в пахотном горизонте и в слое 20—40 см вдвое. Как видно из таблицы, в наблюдение 23 мая в пахотном слое хлора содержалось 35,05 мгр, а 6/VI—только 17,64; в слое 20—40 см 23/V было 44,77, а 6/VI—21,76 мгр. Уменьшение отмечается и в остальных изучаемых слоях, но в меньших размерах, чем в первых двух. Следующие наблюдения, произведенные 20 и 27 июня, констатируют интенсивное нарастание во всем метровом слое, но под влиянием июльских дождей (выпало 27,8 мм) это нарастание прекращается. Итак, под влиянием выпадающих дождей и бездождных периодов, все время—до самого конца наблюдений—происходят взаимнопротивоположные передвижения хлора в пределах всего исследуемого слоя.

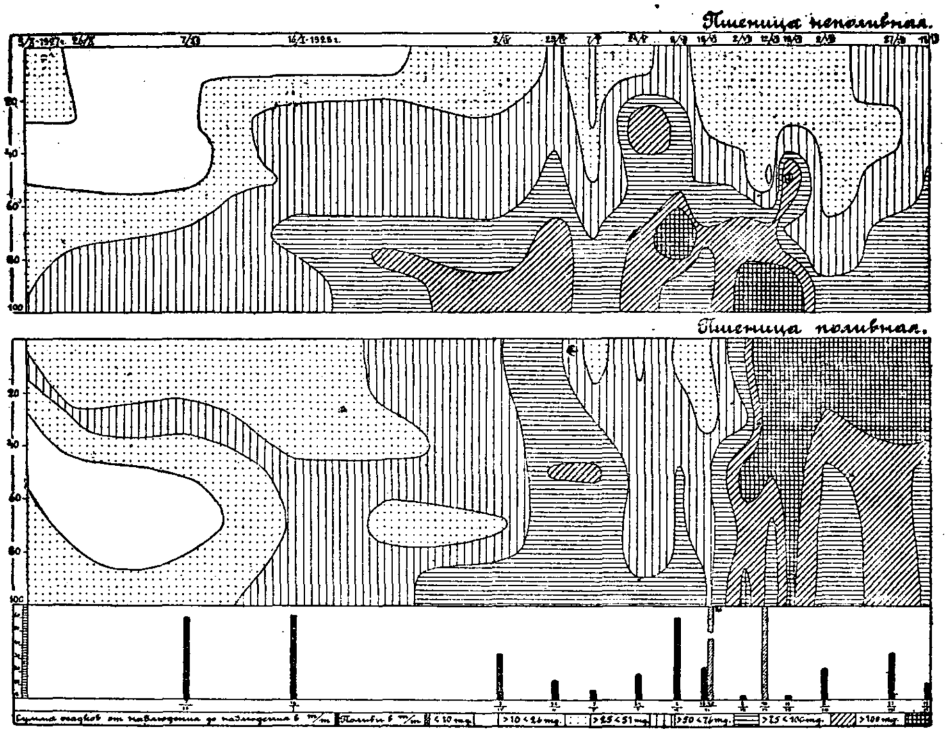


Диаграмма № 84. Динамика хлора в метровом слое почвы под яровой пшеницей 1927/28 гг.

Переходя к рассмотрению динамики хлора в условиях орошения, видим, что поле, предназначенное к орошению, имело большие запасы солей в почвенной толще 40—100 см с момента закладки опыта и с самого начала производства наблюдений.

Особенно обращает на себя внимание слой 80—100 см; содержание хлора в нем достигает величины максимальной для всех рассмотренных нами полей. Здесь до 6/VI, т. е. до майско-июньских дождей, показатели не опускаются ниже 200 мгр, достигая в отдельные периоды даже 500 мгр. Поливы пшеницы в 1929 году были произведены 29/V и 28/VI. Всего дано два полива. Вылито 1154,9 м^3 на га оросительной воды. Как видим из таблицы, первый полив не повысил количества хлора в почве, может быть потому, что в этот период между ближайшими наблюдениями до и после полива (23/V и 6/VI) выпали дожди (3/VI—5,1 мм.). Второй полив значительно повысил количество хлора в слое 20—100 см, но на 5 мгр уменьшил его в слое пахотном: перед вторым поливом 27/VI в пахотном слое было 96,61 мгр, а после него (12/VII) отмечено только 91,99 мгр. В дальнейшем шло непрерывное нарастание количества хлора во всем метровом слое, и лишь последнее сентябрьское наблюдение дает некоторое снижение.

Таблица № 215

Хлор (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Яровая пшеница неполивная

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	55,26	43,06	43,24	62,85	55,92	52,06
6/XII	37,31	32,82	20,54	39,53	52,43	36,52
1929 г.						
10/I	11,42	52,37	54,47	73,63	109,98	60,37
11/IV	32,70	46,07	73,41	52,26	69,37	54,72
23/V	35,05	44,77	42,56	59,30	62,30	48,67
6/VI	17,64	21,76	38,84	42,76	49,30	34,06
20/VI	26,28	36,11	42,69	46,04	43,15	38,85
27/VI	41,77	39,36	99,47	63,47	59,52	60,71
12/VII	16,81	33,02	30,08	40,63	63,59	36,72
25/VII	25,88	49,18	49,40	69,29	63,45	51,44
8/VIII	40,30	38,85	55,42	73,08	68,24	55,17
5/IX	35,11	41,95	55,42	68,54	97,03	59,61
19/IX	30,96	36,27	42,04	45,44	58,37	42,61

Таблица № 216

Хлор (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы)

Яровая пшеница поливная (М = 1336 $м^3$/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	68,74	81,97	81,97	23,81	290,64	109,42
6/XII	18,69	98,30	78,52	91,77	216,29	100,71
1929 г.						
10/I	18,87	91,17	112,92	161,24	505,34	199,90
11/IV	28,32	98,48	101,59	125,72	360,17	142,45
23/V	46,74	32,07	106,48	112,71	212,27	102,05
6/VI	41,35	67,58	63,89	97,15	107,94	75,58
20/VI	67,17	74,70	137,95	174,89	266,00	144,14
27/VI	96,61	106,86	158,01	160,62	153,07	135,03
12/VII	91,94	128,53	162,50	290,61	669,71	268,65
25/VII	97,24	78,54	72,07	135,02	549,82	186,55
8/VIII	118,69	124,28	95,38	105,10	113,75	111,44
5/IX	169,20	180,18	187,06	402,34	677,16	323,18
19/IX	125,24	118,95	126,87	148,34	627,21	229,32

Сопоставляя за два рассматриваемые года движение хлористых солей в орошаемых и неорошаемых полях, опять видим, что на полях неорошаемых движение это равномерно и мало колеблется в течение года (см. диагр. №№ 84,86); осадки не производили сильного изменения в содержании хлора. В условиях орошения совсем другое. Особенно сильно сказались поливы в 1928 году. Имели место такие повышения, как с 14,27 до 71,77 и далее—149,06 мгр. Для 1929 года особенно характерно постепенное и неуклонное нарастание количества хлористых солей в пахотном слое орошаемого поля вплоть до 5 сентября (диагр. № 85). Лишь последнее — сентябрьское — наблюдение дает понижение до 125,24 мгр против 169,20 предыдущего наблюдения.

Содержание хлора в орошаемом поле возросло не только от приноса его с оросительной водой, но и вследствие подъема солей из нижележащих горизонтов и грунтовой воды, где они могли быть накоплены в результате орошения в предшествовавшем 1928 г.

Расчет показывает, что с поливной водой (1155 м³) при содержании хлора в воде р. Грушевки 9/VII 0,221 гр./литр могло быть внесено не более 354 кгр. хлора на га, между тем сравнение дополивного срока 23/V с осенним 5/IX показывает увеличение содержания хлоридов примерно на 2 700 кгр на га (в среднем на метровый слой 102 мгр. на кгр 23/V и 323 мгр 5/IX).

Совершенно ясно отсюда, что и средние показатели, особенно для нижних горизонтов, должны существенно различаться между собой. Если для пахотного слоя на орошаемом поле показатель равен 76,97, а на неорошаемом— 31,23, то в слое 80—100 см соответственно имеем: 365,33 и 65,58 мгр; разница огромная.

Сопоставляя приведенные по динамике хлоридов материалы можно заключить:

1) В первый (1928) год в результате орошения верхние горизонты всех полей содержали больше хлоридов чем нижние; в 1929 году (на второй год орошения) при общем увеличении содержания хлоридов больше засолены нижние горизонты (накопление солей при орошении).

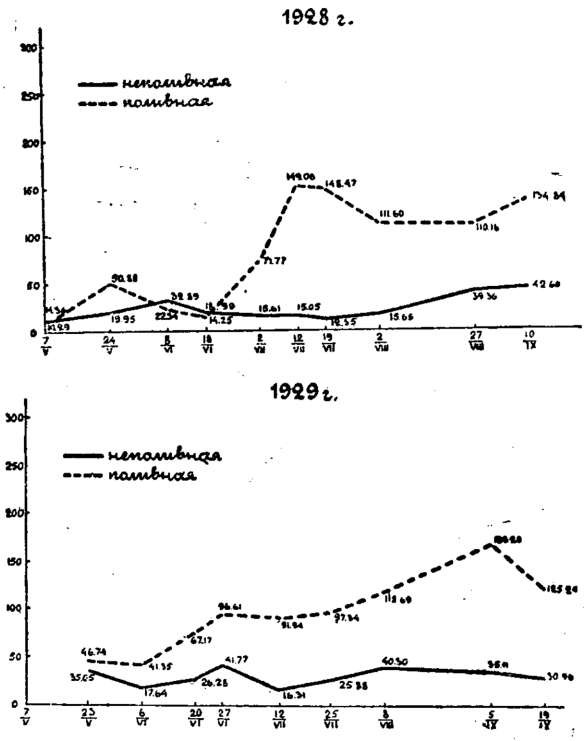


Диаграмма № 85. Динамика хлора в пахотном слое под яровой пшеницей.

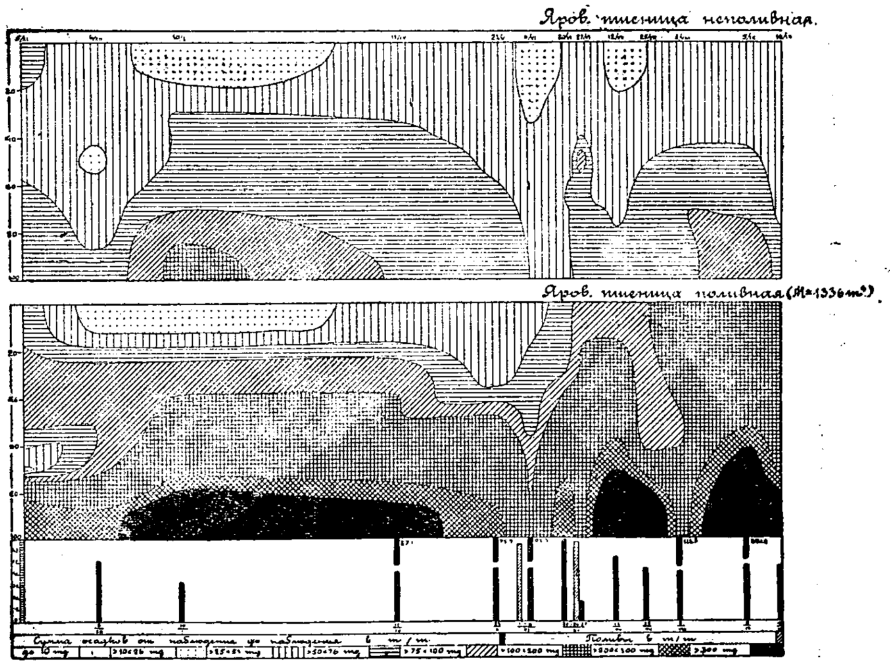


Диаграмма № 86. Динамика хлора в метровом слое почвы под яровой пшеницей 1928/29 гг.

2) Хлористые соли обладают большой подвижностью под действием оросительных вод и атмосферных осадков. Отмеченное многими исследователями это явление в наших наблюдениях находит всестороннее подтверждение.

3) Атмосферные осадки, особенно в ранне-весенний период, в условиях всех культур и лучше в пару вымывают хлористые соли из корнеобитаемого слоя.

4) При орошении происходит засоление почвы как в пару, так и под культурами из оросительных вод и вследствие подъема солей с почвенными водами из глубоких горизонтов (ниже метрового слоя).

II. СУЛЬФАТЫ

Динамика сульфатов на черном пару.

Атмосферные осадки зимне-весеннего периода и растаявший снег повлекли за собою убыль сульфатов во всем метровом слое (24/V) по сравнению с количеством в наблюдении 12/I—28 г. И только в пахотном слое 0 — 20 см наблюдается некоторое накопление (табл. № 217).

За десятидневку — с 24 мая по 8 июня—обильными дождями (выпало осадков 54,7 мм) вызвано дальнейшее уменьшение количества сульфатов во всем метровом слое.

Следующее наблюдение 21/VI дает уменьшение содержания солей серной кислоты лишь в верхнем пахотном слое; в остальных слоях произошло заметное накопление за этот период (с 8 по 21 июня).

Обращаясь к метеорологическим данным 1928 года, видим, что июль, август и сентябрь месяцы этого года по количеству выпавших осадков беднее предыдущих месяцев—мая и июня, и вполне понятно, что и миграция сернокислых солей в этот промежуток времени наименьшая, что весьма ярко иллюстрируется изменением количеств серно-кислых солей в верхнем 0—20 см слое почвы. Здесь мы имеем: 16/VII—87,89 мгр, 30/VII—84,66 мгр, 16/VIII—80,75 мгр, и только в конце августа, а именно 30 числа, количество сульфатов возросло до 110,22 мгр на кгр почвы. Увеличение содержания сульфатов во вторую половину августа происходит исключительно благодаря отсутствию в этот период атмосферных осадков (с 16 по 30 августа выпало только 1,9 мм), тогда как между предшествующими сроками наблюдений были дожди: 22/VII—18,5 мм и 10/VIII—14,6 мм. 1 и 2 сентября выпало 11,6 мм осадков и к наблюдению 7-го числа этого месяца содержание сульфатов в рассматриваемом слое упало до 64,61 мгр. Следующее наблюдение дает увеличение, которое для пахотного слоя равно 15 мгр на кгр почвы.

Просматривая данные, характеризующие динамику сернокислых солей в остальных слоях почвы видим, что отсутствие на первый взгляд ее связи с осадками при более детальном рассмотрении все таки выявляется, но, правда, не так отчетливо, как в первую половину наблюдений или как в течение всего сезона в верхнем пахотном слое.

Из таблицы видно, что начиная с середины июля (16/VII) и до начала сентября (7/IX) количество сернокислых солей под влиянием выпавших осадков (за июль август—62,5 мм) уменьшается, затем, начиная с сентября, начинает возрастать и это возрастание продолжается до конца наблюдения (20/IX), что стоит в связи с полным отсутствием осадков за период с 3 по 24 сентября. Отсутствие атмосферных осадков к концу наблюдений вызвало передвижение сернокислых солей из более глубоких слоев почвы вверх и, кроме того, возможно допустить и капиллярное передвижение почвенно-грунтовых вод, богатых сернокислыми солями. Прямых указаний на проявление этого последнего процесса мы не имеем, но характер послойного распределения сульфатов, отмеченный 20/IX, может быть более или менее удовлетворительно объяснен только при введении в учет этого влияния почвенно—грунтовых вод.

Динамика сернокислых солей в пару орошаемом в течение 1928 года представлена в таблице № 218.

Первое наблюдение дает ряд цифр, почти аналогичных рассмотренным ранее в таблице № 217. Так же как и в пару неорошаемом, наименьшее количество сульфатов содержится в средних слоях 20—40 см и 40—60 см; слой пахотный содержит 121,73 мгр, а слой 60—80 см и 80—100 см еще больше:—180,12 и 323,0 мгр, в то время, как средние слои содержат не более 80—81 мгр. Но уже следующее наблюдение 24 мая дает прямо

Таблица № 217

Серная кислота (в мгр SO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Пар черный неполивной

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.							
12/I		101,14	141,91	79,35	128,57	109,94	112,78
24/V		106,26	114,77	73,95	111,78	70,35	95,42
8/VI	119,37	81,15	43,20	79,20	77,55	40,40	64,30
21/VI		46,17	90,10	88,20	88,06	126,36	87,78
2/VII		83,64	46,86	45,81	85,85	114,95	75,42
5/VII		45,90	77,01	87,89	84,15	81,09	75,21
16/VII	119,60	87,89	135,72	133,38	131,82	126,88	123,14
30/VII		84,66	111,19	131,56	85,34	108,90	104,33
16/VIII		80,75	68,64	97,24	85,24	148,20	96,01
30/VIII	84,15	110,22	45,36	65,13	79,90	75,14	75,15
7/IX		64,61	65,91	65,26	86,36	130,78	82,58
20/IX		79,73	110,22	106,04	151,20	147,30	118,89

Таблица № 218

Серная кислота (в мгр SO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Пар черный поливной (М = 2562 $м^3$/га)

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.							
12/I		121,73	81,15	80,10	180,12	323,00	157,22
24/V		69,00	146,10	107,18	71,85	135,60	105,95
8/VI	76,35	43,60	77,55	78,90	74,25	140,10	82,88
21/VI		90,61	89,42	46,89	85,34	80,07	78,46
2/VII		45,45	87,55	46,35	83,47	121,68	76,90
5/VII		131,30	46,44	86,87	84,83	124,54	94,79
16/VII		137,76	86,70	152,10	132,60	171,15	136,06
30/VII		101,67	114.62	85,85	99,30	80,24	96,33
16/VIII		138,58	143,52	47,52	75,99	70,09	95,14
30/VIII	643,72	138,32	89,93	47,25	86,87	125,06	97,48
7/IX		87,38	115,72	114,18	87,04	46,08	90,08
20/IX	128,10	114,62	114,40	87,38	130,00	84 32	106,14

противоположную первому наблюдению картину: при общем уменьшении количества сульфатов в метровом слое—увеличение в средних слоях за счет уменьшения в пахотном и двух нижних слоях. В пахотном слое количество сульфатов упало до 69 мгр, т. е. почти в два раза; еще больше в слое 60—80 см—до 71,85 мгр, т. е. почти в три раза, и до 135,6 мгр в слое 80—100 см (в 2,5 раза). Следовательно, весенние атмосферные осадки проникли через метровую почвенную толщу и в значительной степени вымыли из нее сернокислые соли. Правда, в слоях 20—40 и 40—60 см за этот промежуток времени к 20/V имеет место некоторое накопление сульфатов, но это вполне удовлетворительно можно объяснить миграцией их в период с первого по второе наблюдение.

Затем, до первого полива (14/VII), идет постепенное убывание сернокислых солей во всей метровой почвенной толще, вследствие показанного выше влияния июньских дождей. Увеличение, отмеченное в отдельных слоях за этот промежуток времени, есть переходное явление, связанное с передвижением почвенной влаги и солей из одного слоя в другой.

Совершенно ясную картину увеличения количества сернокислых солей за счет ороси-

тельных вод дает наблюдение 16/VII, произведенное на следующий день после первого полива. Количество солей во всех слоях, кроме верхнего, увеличилось в два раза и более. Так, мы имеем для слоя 20—40 см 86,72 мгр против 46,44 мгр до полива, в слое 40—60 см—152,10 мгр против 86,87 и т. д., и лишь в пахотном слое количество сульфатов возросло всего лишь на 6,5 мгр.

В наблюдение 30 июля (после третьего полива) отмечаем, что произошла убыль сульфатов во всех слоях, за исключением слоя 20—40 см, где, наоборот, количество сульфатов несколько увеличилось (на 28 мгр). Снижение количества сульфатов в почве стоит в связи с тем, что оросительные воды во время второго полива содержали растворимых сернокислых солей в три с лишним раза меньше, чем во время первого полива: 12/VII в оросительной воде их было 758,4 мгр, а 19/VII—только 228,6 мгр в литре.

Последующие наблюдения не дают такой отчетливой зависимости динамики сернокислых солей от оросительной воды, как при первых поливах. Резкое нарастание в почве содержания солей происходит всегда при первых поливах; последующие поливы оказывают известное промывающее действие. Но, в общем, количество сернокислых солей в почве всегда больше после орошения, нежели до орошения; атмосферные осадки в сочетании с орошением чрезвычайно энергично их вымывают.

Орошение в 1928 году, несмотря на значительное содержание серно-кислых солей в оросительной воде, все-таки не вызвало сильного увеличения общего количества сульфатов в почве орошаемого пара в сравнении с неорошаемым. Это наглядно представлено на диаграмме № 87 и очевидно также из средних прослойных данных. Некоторое, правда, весьма незначительное увеличение произошло в двух верхних и нижних слоях пара. Среднее за период наблюдений содержание сернокислых солей в пахотном слое в пару орошаемом—101,67 мгр на кгр почвы, в неорошаемом же—81,26 мгр; в слое 20—40 см соответственно 99,42 и 87,57; в нижнем же — 125,16 и 106,69. В слое 60—80 см количество сульфатов одинаково, а в слое 40—60 см разница лишь на 6 мгр (меньше в пару орошаемом).

Наблюдения 1929 года над динамикой сернокислых солей в паровом поле начаты с момента осенней вспашки, т. е. с 5/XI 1928 года. Данные наблюдения сведены в таблицах № 219, 220.

Как видим, в 1929 году паровое поле еще с осени имело больший запас сульфатов, нежели в 1928 году. За весенний период, когда происходит энергичное промачивание атмосферной влагой почвы парового поля, произошло весьма сильное вымывание солей во всем метровом слое. Так, в верхнем пахотном слое к 23/V количество их уменьшилось до 26,25 мгр против 260 мгр, зарегистрированных 10/I. В слое 20—40 см осталось 63,00 мгр вместо прежних 270, в слое 40—60 см—37,8 мгр вместо 211, и т. д. Дальнейшие наблюдения, вплоть до 22/VIII не дают больших колебаний в содержании сернокислых солей для двух верхних слоев 0—20 и 20—40 см.; их количество сильно изменялось в ту или другую сторону исключительно в связи с отсутствием или с наличием дождей в тот или иной наблюдаемый промежуток времени.

Совсем иную картину за этот же период мы наблюдаем в нижних слоях. Здесь идет непрерывное увеличение количества сульфатов в продолжение значительного промежутка времени, начиная с 6 июня вплоть до 22 августа.

К концу августа и началу сентября установилось капиллярное смачивание исследуемого слоя почвенно-грунтовыми водами. Передвигаясь из нижних слоев почвы в верхние, они попутно обогащали почву сернокислыми солями. Что это так, подтверждается и состоянием влажности почвы в наблюдение 5/IX (см. табл. № 36) и показаниями количества сернокислых солей. В период с 22/VIII по 5/IX не было ни одного дождя, но почвенная влажность возрастает: в слое 0—20 см с 6,4 до 13,5%, в слое 20—40 см—с 10,7 до 18,8%, в слое 40—60 см с 7,8 до 18,8%, в слое 60—80 см с 11,3 до 17,7%; в последнем слое—80—100 см—с 13,2 до 17,20%. Увеличение влажности за этот промежуток времени могло произойти только за счет грунтовых вод и вследствие богатства этих вод сернокислыми солями последовало значительное отложение сульфатов. Но уже незначительные дожди, выпавшие 12 и 13 сентября и давшие в сумме всего лишь 2,1 м/м осадков, дают по всем слоям парового поля сильный обратный толчек. В верхнем 0—20 см слое содержание сульфатов с 155,60 упало до 85,32 мгр; в слое 20—40 см

с 209,00 до 14.45 мгр; в слое 40—60 см—с 323,0 до 52,98; в слое 60—80 см—с 510,15 до 125,23 и в слое 80—100 см—с 507,3 до 77,06 мгр на кгр почвы (табл. № 219).

В отличие от пара без орошения в орошаемом пару весенние атмосферные осадки не вызывали такого сильного уменьшения содержания сернокислых солей в почве. Наблюдение 8/IV, правда, дает уменьшение количества сульфатов во всех слоях, но уже 23/V количество их вновь сильно увеличивается за исключением верхнего, пахотного слоя, где вместо 137,65 зарегистрированных в предыдущее наблюдение 8/IV, осталось только 35,70 мгр.

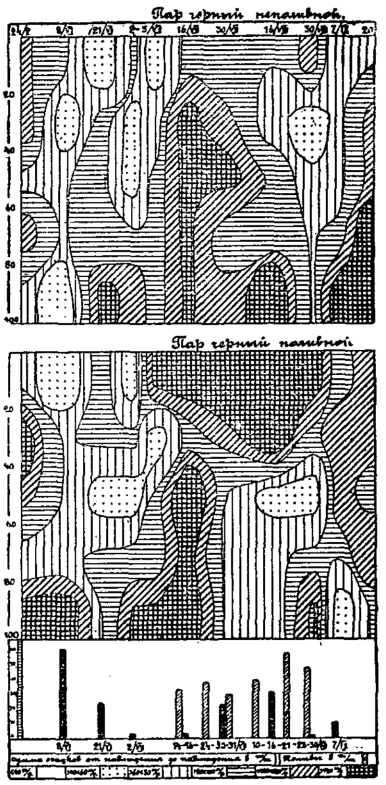


Диаграмма № 87. Динамика сульфатов в метровом слое почвы на черном пару 1928 г.

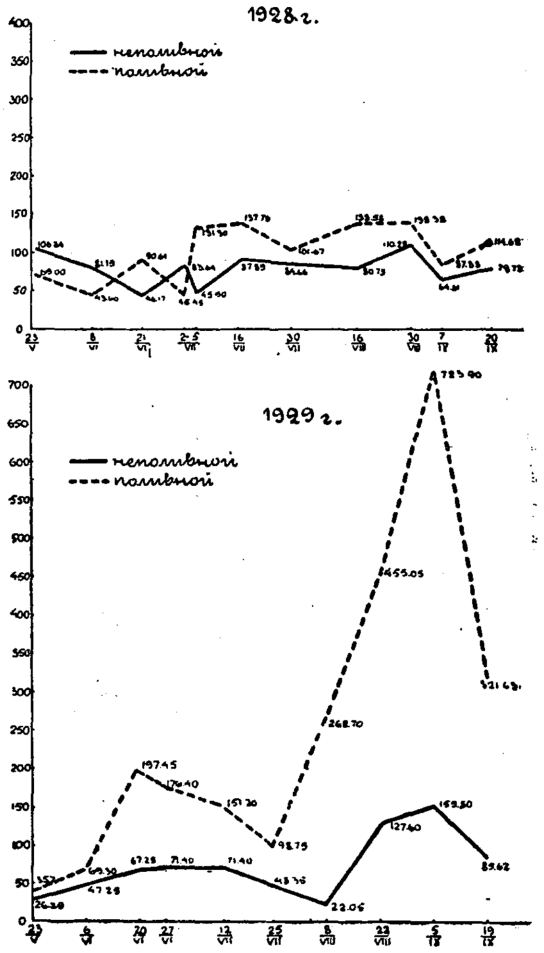


Диаграмма № 88. Динамика сульфатов в пахотном слое почвы на черном пару.

Июньское наблюдение 6 числа показывает увеличение количества сульфатов в первых двух слоях и значительное их уменьшение в остальных. За эту первую пятидневку июня выпало 6,5 мм осадков, которые, очевидно, и понизили количество сульфатов.

Первый полив был произведен 17 июня. Вылито было воды 516 м³ на га. Как видим, после полива количество сульфатов сильно увеличилось во всех слоях, кроме второго—20—40 см—слоя, где наблюдение отметило некоторое понижение (197,40 — 144,95). Увеличение количества сульфатов произошло, конечно, за счет оросительных вод. В наблюдение 27/VI, после второго полива отмечается почти стабильное состояние в первых двух слоях и значительное увеличение в остальных. В дальнейшем сернокислые соли в исследуемом слое почвы орошаемого пара перемещаются в зависимости от поливов и от атмосферных осадков. Поливы неизменно увеличивают количество сульфатов в почве, дожди же—уменьшают. Противоположное действие этих двух факторов и дает к 22/VIII неустойчивые ряды цифр (табл. № 220).

Таблица № 219

Серная кислота (в мгр SO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Пар черный неполивной

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	139,00	132,00	163,00	180,00	181,00	159,00
1929 г.						
10/I	260,00	270,00	211,00	302,00	339,00	276,40
8/IV	88,30	77,80	117,70	150,25	179.65	122,74
23/IV	26,25	63,00	37,80	178,50	112,35	83,58
6/VI	47,25	37,80	65,10	225,70	258,30	126,83
20/VI	67,25	51,50	184,85	56,75	105,05	93,08
27/VI	71,40	91,35	140,70	392,70	48,95	235,62
12/VII	71,40	92,40	142,80	195,30	245,70	149,52
25/VII	48,35	98,75	68,30	161,75	161,75	107,78
8/VIII	22,05	48,30	135,45	341,15	438,80	197,15
22/VIII	127,60	106,70	100,08	102,00	298,55	145,15
5/IX	155,80	209,00	323,00	510,15	507,80	341,25
19/IX	85,62	14,45	52,98	125,23	77,06	71,07

Таблица № 220

Серная кислота (в мгр SO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Пар черный поливной (М = 2837 *м*³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	173,00	124,00	186,00	174,00	284,00	190,20
1929 г.						
10/I	334,00	301,00	370,00	426,00	292,00	344,60
8/IV	137,65	155,50	132,40	224,80	392,80	203,63
23/VI	35,70	179,55	453,60	443,10	486,16	319,62
6/VI	69,30	197,40	148,05	201,60	232,00	169,67
20/VI	197,45	144,95	176,45	265,70	263,60	209,63
27/VI	176,40	126,00	248,85	484,05	616,35	330,33
12/VII	151,20	178,50	73,50	96,60	72,45	114,45
25/VII	98,75	171,20	140,75	255,20	286,70	190,52
8/VIII	268,70	176,30	94,40	72,35	172,10	156,77
22/VIII	455,05	248,90	201,40	292,60	298,30	299,25
5/IX	723,90	250,80	247,95	302,10	427,50	390,45
19/IX	321 63	253,65	116,24	177,84	212,42	216,36

Явления засухи также сильно сказались в обоих парах на увеличении количества сульфатов в почве, но в пару поливном увеличение протекало в значительно больших

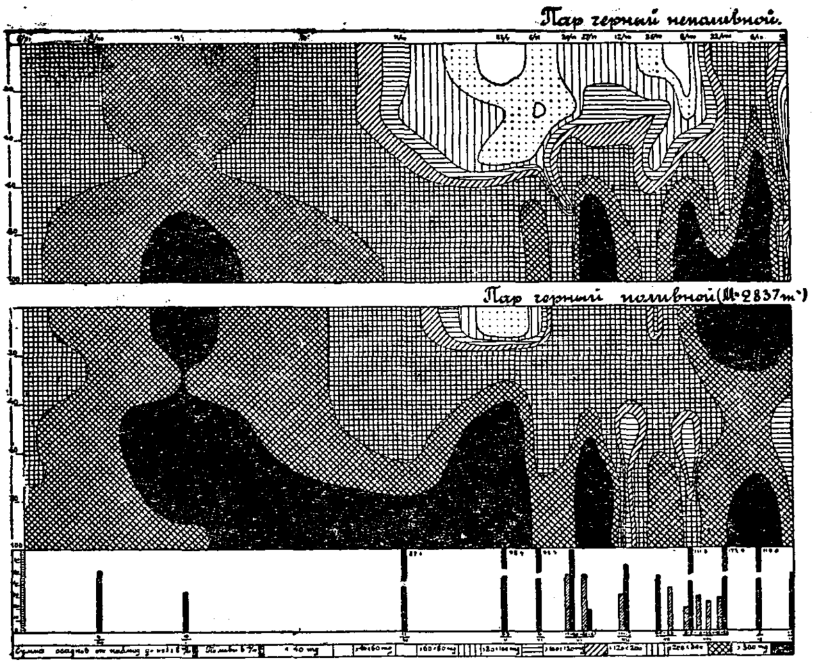


Диаграмма № 89. Динамика сульфатов в метровом слое почвы на черном пару 1928/29 гг.

абсолютных количествах, нежели в пару без орошения. Разница, отмеченная к 22/VIII к 5/IX достигает наивысших пределов за весь наблюдаемый период. Особенно отчетливо выявляется влияние орошения на накопление сульфатов в пахотном слое, как в 1928, так и в 1929 году. (диагр. № 88).

В 1928 году, более влажном по сравнению с 1929 годом, кривые содержания сульфатов в парах со времени внесения оросительных вод имеют незначительное расхождение, которое нигде не превышает 100 гр. Зато в засушливом 1929 году это расхождение достигает 600 мгр, как, например, в наблюдение 5/IX.

Средние данные и диаграмма № 89 показывают, как именно повышалось содержание сернокислых солей в почве орошаемого парового поля. Глубинные слои в пару орошаемом еще до орошения содержали в себе сернокислых солей значительно больше, нежели в пару неорошаемом (жирная штриховка), но к концу наблюдаемого периода в глубоких слоях (60—100 см) количество сульфатов выровнялось, зато в пахотном слое количество их сильно увеличилось в пару орошаемом по сравнению с неорошаемым. Средние показатели подтверждают сказанное.

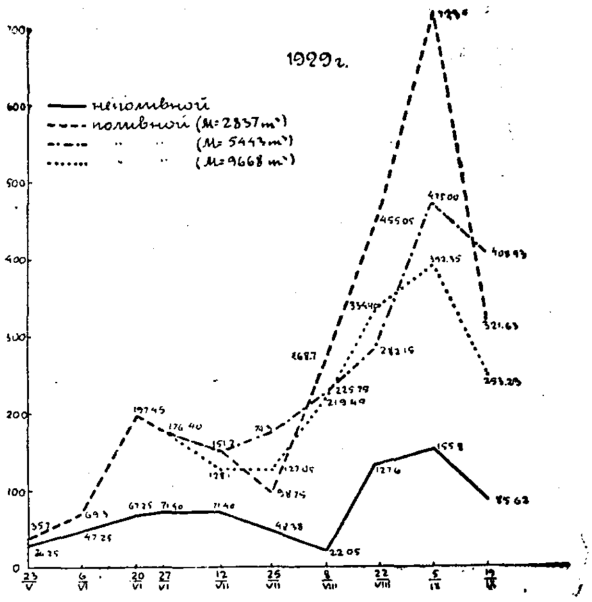


Диаграмма № 90. Динамика сульфатов в пахотном слое на черном пару при разных нормах орошения 1928/29 гг.

Таблица № 221

Серная кислота (в мгр SO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Пар черный поливной (М = 5443 $м^3$/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	173,00	134,00	186,00	174,00	284,00	190,20
1929 г.						
10/I	334,00	301,00	370,00	426,00	292,00	344,60
0/IV	137,65	155,50	132,40	224,80	392,80	208,63
23/V	35,70	179,55	453,60	443,10	486,16	319,62
6/VI	69,30	197,40	148,05	201,60	232,00	169,67
20/VI	197,45	144,95	176,45	265,70	263,60	209,63
27/VI	176,40	126,00	248,85	484,05	616,35	330,33
12/VII	152,25	181,65	152,25	222,60	177,45	177,24
25/VII	174,30	196,35	174,30	194,25	187,95	185,43
8/VIII	225,75	250,95	254,10	199,50	253,06	236.67
22/VIII	282,15	318,25	337,25	290,70	323,95	310,46
5/IX	475,00	421,80	380,00	412,30	429,40	423,70
19/IX	408,93	457,32	330,96	349,28	302,39	369,78

Таблица № 222

Серная кислота (в мгр SO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Пар черный поливной (М = 9668 $м^3$/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	173,00	134,00	186,00	174,00	284,00	190,20
1929 г.						
10/I	334,00	301,00	370,00	426,00	292,00	344,60
0/IV	137,65	155,50	132,40	224,80	392,80	208,63
23/V	35,70	179,55	453,60	443,10	486,16	319,62
6/VI	69,30	197,40	148,05	201,60	232,00	169,67
20/VI	197,45	144,95	176,45	265,70	263,60	209,63
27/VI	176,40	126,00	248,85	484,05	616,35	330,33
12/VII	128,10	201,60	97,65	123,90	174,30	145,11
25/VII	127,05	119,70	173,25	172,20	228,90	164,22
8/VIII	219,45	250,95	233,10	269,85	215,25	237,72
22/VIII	334,40	330,60	377,15	357,20	310,65	342,00
5/IX	392,35	428,45	359,10	365,75	361,95	381,52
19/IX	253,23	302,67	311,19	318,40	289,70	295,04

В пару неорошаемом в слое 0—20 см среднее за наблюдаемый период количество сульфатов равно 93,10 мгр, в пару орошаемом оно возросло до 241,75 мгр. В слое 20—40 см соответственно получены средние: 99,47 и 193,67 мгр. Меньшую разницу дает слой 40—60 см, в котором имеем 134,06—199,20 и эта разница еще меньше в слоях 60—80 см и 80—100 см (слой 60—80 см—224,73 и 262,77; слой 80—100 см—260,11 и 310,49).

Наблюдения обоих годов—1928 и 1929—установили, что внесение оросительных вод влечет за собою повышение содержания сульфатов в почве парового поля. Но, вместе с тем, необходимо отметить, что это повышение отнюдь не пропорционально размерам оросительной нормы.

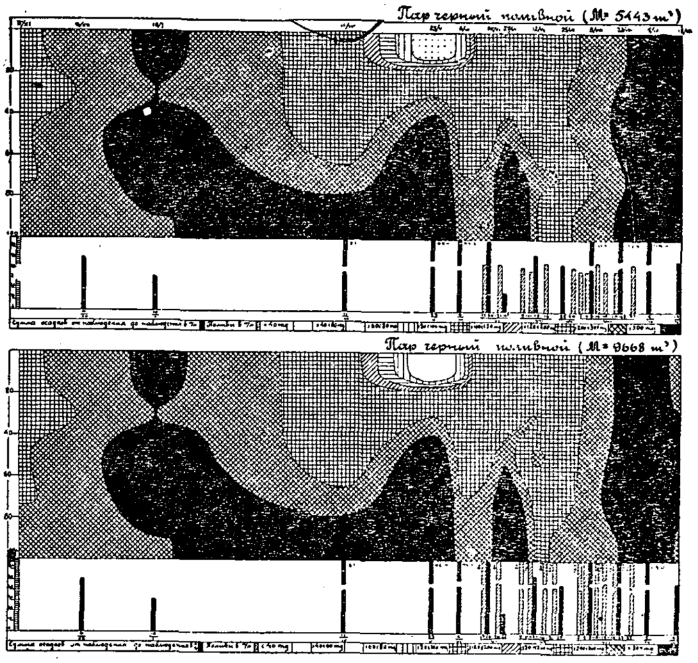


Диаграмма № 91. Динамика сульфатов в метровом слое почвы на пару при разных нормах орошения 1928/29 гг.

По сравнению с естественным увлажнением или с орошением по оптимальной норме при больших оросительных нормах — 5 443 и 9 668 м³ (табл. № 221 и № 222) имели место гораздо меньшие колебания в количестве сернокислых солей. И эта сравнительная устойчивость наблюдалась с самого начала поливов до конца наблюдений. Как выявилось при наблюдениях, самые абсолютные величины количества сернокислых солей при повышенных нормах орошения отнюдь не дают значительного превышения над содержанием их в почве пара, орошавшегося нормой в 2 837 м³ на га.

В верхнем пахотном слое количество сернокислых солей с увеличением оросительной нормы (см. диагр. № 90) уменьшилось. При повышенных оросительных нормах следует предполагать преобладание перемещения влаги сверху вниз.

С другой стороны, таблицы и диаграммы не оставляют сомнений, что в более глубоких слоях при повышенных оросительных нормах сульфатов накапливается больше.

Средние показатели поэтому для глубинных слоев больше при повышенных оросительных нормах, в сравнении с оптимальной. При оросительной норме 2 837 м³ на га для пахотного слоя среднее за период наблюдений с 5/XI—28 г. по 19/IX—29 г. количество сернокислых солей равно 241,75 мгр; при норме 5 443 м³ на га оно равно только 218,60 м³, а при норме 9 668 м³ на га—еще менее—198,31 мгр. В более глубоких слоях имеем обратную картину: в слое 60—80 см соответственно содержание сульфатов—262,76, 299,06 и 294,35 мгр, а на глубине 80 — 100 см — 310,49, 326,23 и 319,05 мгр.

Устойчивое высокое содержание сернокислых солей в паровом поле при высоких оросительных нормах также видно наглядно из диаграмы № 91. С начала полива 17/VI и до конца наблюдений количество сульфатов, как в одном, так и в другом поле, не опускалось ниже 100 мгр. А к концу наблюдений во всем метровом слое обоих полей оно возросло до 300 мгр и больше. Следовательно, увеличение оросительной нормы вдвое против оптимальной несколько увеличило содержание сульфатов во время орошения и значительно в послеполивной период. Увеличение нормы до 4-х раз против оптимальной не увеличивает количества сульфатов по сравнению с нормой двойной.

Динамика сульфатов в условиях культуры озимой пшеницы

В почве поля, занятого озимой пшеницей, так же, как и в паровом поле, количество сернокислых солей от 5/XI—1928 года до 10/I—1929 года увеличилось в два раза и больше. (Пшеница с орошением даже до 3 раз—табл. № 223, 224).

Затем, к весне, происходит резкое уменьшение сульфатов в почве поля неорошаемой пшеницы, особенно в верхнем 0—20 см слое (88,30 после 318,00 предыдущего наблюдения).

Майские атмосферные осадки, выпавшие ко времени наблюдения 20/V, сильно понизили содержание сернокислых солей во всем метровом слое. Такого сравнительно небольшого количества осадков,—9,8 мм,—выпавших в течение 12 дней—с 6 по 18 мая, оказалось, очевидно, достаточно, чтобы в значительной степени вымыть легкорастворимые сернокислые соли из метрового слоя почвы под культурой озимой пшеницы.

Но отсутствие осадков с 25 мая по 3 июня, всего в течение 9-ти дней, вызвало обратный процесс—возрастание количества сернокислых солей в верхних слоях почвы. Источником пополнения солей, безусловно, являются нижние слои, увлажняющиеся почвенно-грунтовыми водами. При отсутствии атмосферных осадков устанавливается капиллярный ток, который и несет с собой растворимые соли, в частности, сернокислые.

Несколько своеобразные данные получены в наблюдениях 17 и 24 июня. Как перед о ним, так и перед другим наблюдением выпали дожди, но результат получился неодинаковый. По наблюдению 17/VI содержание сульфатов понизилось во всех слоях, кроме верхнего, а по наблюдению 24/VI—повысилось. Это явление противоречит всем предыдущим наблюдениям.

В дальнейших наблюдениях, с июля по октябрь, содержание сернокислых солей в почве под озимой пшеницей без орошения изменяется как-бы под влиянием случайных причин и не реагирует на атмосферные осадки. Это явление можно объяснить лишь тем, что в июле пшеница была убрана и поверхность почвы подвергалась непосредственному воздействию внешних влияний. Вследствие этого процессы перемещения и влаги и легкорастворимых солей протекали сравнительно быстро, а наблюдения производились через 2—3 недели, и мы, конечно, не могли уловить этих изменений. По этой причине мы и получили за вторую половину наблюдений несколько противоречивый материал. Все же можно считать твердо установленным, что в 1929 году после уборки количество сульфатов в почве увеличилось, несмотря на перепадавшие дожди. Весной их было в пахотном слое 88,30 мгр, а осенью—142,29 мгр (1/X). Кроме того, с глубиной количество сульфатов также увеличивается.

Иную картину в распределении сернокислых солей представляет поле озимой пшеницы в условиях орошения. Как видим из таблицы, количество сернокислых солей подвергается колебаниям, особенно в пахотном слое 0—20 см. Здесь в наблюдение 10/I—29 г. их количество достигает наибольшей величины—831,0 мгр на кгр почвы. В весенний период, под влиянием осадков, количество сульфатов быстро уменьшается: к 20/V в семь раз (упало до 109,2 мгр), но после первых поливов (25 и 29 мая) вновь возрастает до 232,05 мгр, т. е. больше чем в два раза; к 17 июня опять падает до 153,35 мгр (за это время выпало 15,5 мм осадков). К наблюдению 24/VI количество сульфатов еще больше уменьшилось, опять-таки под влиянием продолжающихся дождей. Но наблюдение 8 июля дает для сульфатов 517,53 мгр—высокую цифру, небывалую в течение летнего и весеннего периода.

Таблица № 223

Серная кислота (в мгр SO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Озимая пшеница неполивная

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	131,00	135,00	180,00	200,00	178,00	164,80
1929 г.						
10/I	318,00	174,00	429,00	301,00	212,00	286,80
0/IV	88,30	116,65	240,55	262,60	250,00	191,62
20/V	45,15	57,75	80,85	141,75	203,70	105,84
3/VI	60,90	98,70	122,85	226,80	233,05	148,26
17/VI	63,00	63,05	83,00	175,40	147,05	106,10
24/VI	82,95	64,05	173,25	218,40	226,80	153,09
8/VII	132,96	153,72	129,10	397,08	196,90	201,95
22/VII	64,05	64,05	127,05	154,35	220,50	126,00
5/VIII	78.75	106,05	126,00	276,15	279,30	173,25
2/IX	120,55	128,15	159,50	271,60	194,75	174,91
16/IX	97,85	127,30	208,05	222,30	285,00	188,10
1/X	142,29	204,38	362,24	265,01	357,88	266,36

Таблица № 224

Серная кислота (в мгр SO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Озимая пшеница поливная (М = 1325 $м^3$/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	276,00	229,00	146,00	134,00	178,00	192,60
1929 г.						
10/I	831,00	275,00	376,00	193,00	296,00	414,20
0/IV	120,85	337,15	130,30	311,95	595,45	299,14
20/V	109,20	223,65	94,50	192,15	474,60	218,82
3/VI	232,05	441,00	189,00	69,30	69,30	200,12
17/VI	153,35	238,40	173,30	63,05	239,45	173,51
24/VI	132,30	299,25	260,40	85,05	116,55	178,71
8/VII	517,53	421,59	173,76	62,86	197,62	274,67
22/VII	288,75	458,85	238,35	154,35	109,25	249,91
5/VIII	313,95	404,25	338,10	404,10	445,20	381,12
2/IX	216,60	442,70	393,30	354,35	304,00	342,19
16/IX	229,90	452,20	388,55	214,70	178,98	292,87
1/X	439 45	560,62	691,32	545,72	354,00	518,22

Сопоставляя динамику сульфатов в пахотном 0—20 см слое полей, занятых озимой пшеницей орошаемой и неорошаемой (см. диагр. № 92) видим, что начиная с 20/V и до конца наблюдений количество сернокислых солей в почве значительно больше при орошении, но все время подвергается более или менее значительным колебаниям.

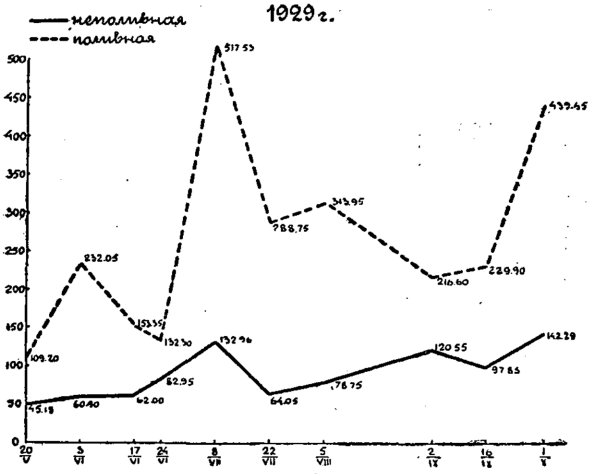


Диаграмма № 92. Динамика сульфатов в пахотном слое почвы под озимой пшеницей.

В нижних слоях орошаемого поля, занятого озимой пшеницей, количество сульфатов во времени за рассматриваемый период подвергалось меньшим колебаниям. Наиболее устойчивым оказалось количество сульфатов во втором 20—40 см слое, как это видно из табл. № 224. Здесь наименьшее количество 223,65 мгр (зарегистрировано 20 мая), затем 17/VI—24/VI в период выпадения осадков.

До самого конца наблюдений количество сульфатов в этом слое непрерывно растет, достигая к 1 октября 560,62 мгр.

Несколько большие колебания отмечаются в следующем 40—60 см слое и в последнем—80—100 см. В первом наименьшее количество 94,5 (зарегистрировано 20 мая), а наибольшее—691,32 (зарегистрировано 1 октября). В слое 80—100 см наибольшее количество 595,45 (зарегистрировано весной—8 апреля), а наименьшее после поливов пшеницы—69,80 мгр (зарегистрировано 3 июня).

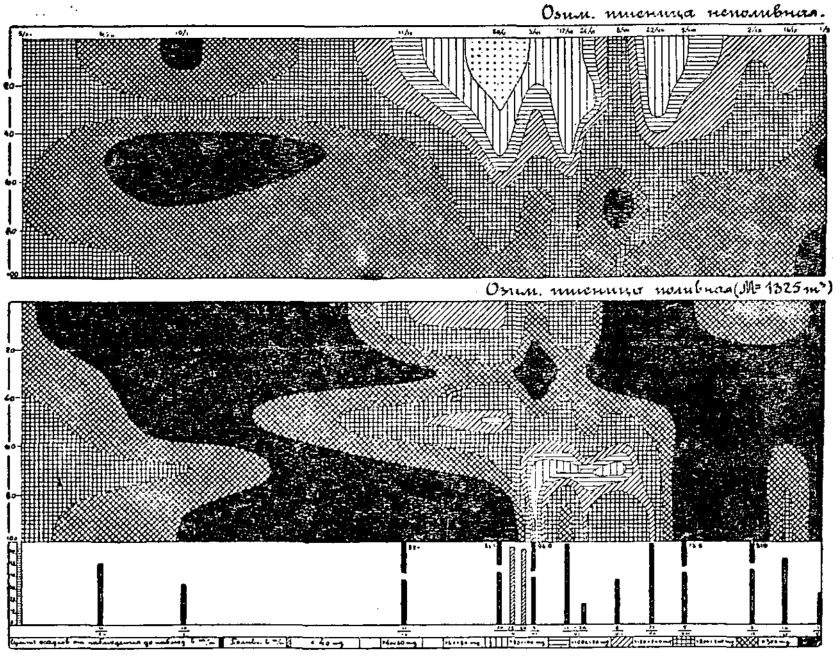


Диаграмма № 93. Динамика сульфатов в метровом слое почвы под озимой пшеницей 1928/29 гг.

Наибольшие колебания в течение изучаемого периода были отмечены в слое 60—80 см. Здесь совершенно определенно выявляется депрессия после поливов, охватившая промежуток времени от 3 июня до 8 июля. Оросительная вода при прохождении через вышеле-

жащие слои, очевидно, совершенно освободилась там от бывших в ней сернокислых солей, а затем вымыла соли из этого горизонта в нижележащий.

В итоге необходимо отметить: 1) больший запас сернокислых солей в почве поля под орошаемой пшеницей в сравнении с неорошаемой, 2) сильное увеличение количества сернокислых солей во вторую половину наблюдаемого периода (с 8/VII до конца) в почве как одного, так и другого полей, но более резкое для орошаемого.

Указанные соотношения отражаются в средних послойных данных. Для верхних слоев поля орошаемого количество сульфатов выше в два-три раза, чем в поле без орошения, а для слоев нижних послойные данные почти одинаковы для полей под орошением и без орошения. Так, для слоя 0—20 см при орошении мы имеем 296,99, мгр. а без орошения—109,6; в слое 20—40 см соответственно—375,67 и 114,83 мгр. В слое же 80 — 100 см незначительная разница: 273,72 и 229,53 мгр (диагр. № 93).

Динамика сульфатов в условиях культуры кенафа

Динамика сульфатов в поле, занятом кенафом, в 1928 году, в условиях естественного увлажнения, видна из табл. № 225.

Как видим, количества серной кислоты под кенафом в условиях более влажного 1928 года, незначительны по всему метровому слою. На глубине 60—100 см сульфатов несколько больше. Атмосферные осадки здесь уже не производят вымывания, а, возможно, даже вымывают сюда сульфаты из вышележащих слоев.

Из таблицы видно, что, начиная с мая месяца, количество сульфатов сильно падает почти во всех слоях. Далее — имеют место лишь незначительные колебания в связи с отсутствием или выпадением осадков. К осени поле вышло с небольшим запасом сернокислых солей, даже несколько с меньшим, нежели паровое поле.

До поливов поле под орошаемым кенафом дает аналогичную картину (табл. № 226).

Первый полив произведен был 13 июля. С внесением оросительных вод количество сульфатов сильно возрастает во всем метровом слое и особенно сильно на глубине 0—60 см, т. е. в зоне наибольшего насыщения оросительными водами. В слое 0—20 см до орошения 5/VI содержалось 43,38 мгр сернокислых солей, а после первого полива 16/VII—уже 133,9 мгр. В слое 20—40 см 5/VI было 44,82, а 16/VII—150,6 мгр и т. д. Наблюдение 30/VIII после поливов дает заметное убывание сульфатов во всем метровом слое. Поливные воды, следовательно, и явились источниками увеличения количества сернокислых солей в поле, занятом культурой кенафа.

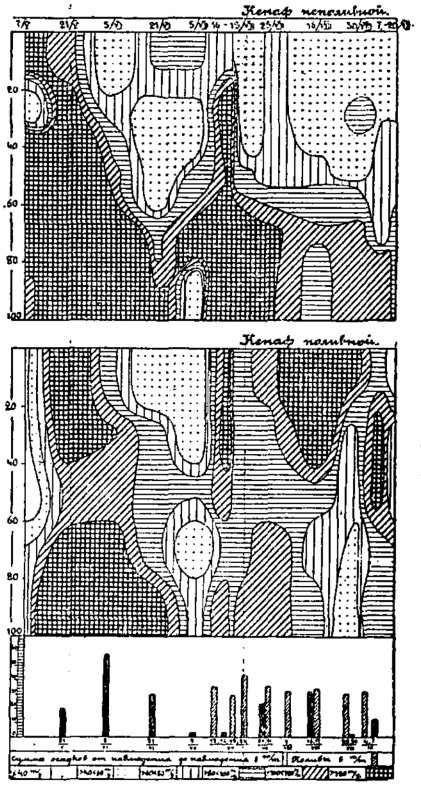


Диаграмма № 94. Динамика сульфатов в метровом слое почвы под кенафом 1928/29 гг.

Все вышеизложенное иллюстрируется диаграммой № 94. Мы видим, что до орошения сульфатов содержалось больше в поле нероошаемом, а после орошения соотношение изменилось в обратную сторону. Особенная разница в содержании сульфатов отмечается для верхних слоев, на что указывают и средние послойные данные. Так, например, в слое 0—20 см поля, занятого кенафом неполивным, показано 72,0 мгр сернокислых солей, а под кенафом поливным—112,72. Но в слое 80—100 см в первом поле 148,61 и во втором—только 130,53. Орошение кенефа в 1928 г. повысило содержание сернокислых солей только в верхних слоях до глубины 40 см.

Таблица № 225

Серная кислота (в мгр SO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф неполивной

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.							
14/II		110,17	134,09	160,50	74,40	268,18	149,47
7/V		142,83	56,65	346,80	378,48	109,02	206,75
21/V		114,31	153,60	149,70	220,95	243,80	176,47
5/VI	89,10	43,36	80,40	119,60	223,20	182,40	129,79
21/VI		84,15	47,34	47,34	87,55	127,14	78,70
5/VII		80,92	44,55	86,19	174,65	43,20	85,90
16/VII	112,32	78,03	163,10	127,92	173,95	323,61	173,30
19/VII		40,47	41,85	82,96	172,90	104,72	88,58
30/VII		78,71	78,71	76,16	123,50	122,72	95,96
16/VIII		41,31	43,83	79,05	113,10	87,21	72,90
30/VIII	74,12	40,50	79,50	41,76	121,42	121,42	80,92
7/IX		41,04	59,93	78,20	60,45	119,86	71,89
20/IX	39,24	40,23	59,54	116,35	102,08	78,71	79,38

Таблица № 226

Серная кислота (в мгр SO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф поливной (М = 2714 $м^3$/га)

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.							
14/II		144,67	84,00	117,99	72,00	153,00	114,33
7/V	152,66	54,67	56,43	39,68	89,11	88,35	65,65
21/V		194,94	149,70	113,62	147,60	294,00	180,09
5/VI	81,00	82,20	124,20	120,06	148,20	180,50	131,03
21/VI		44,55	88,23	88,74	88,06	132,60	88,43
5/VII		43,38	44,82	85,00	43,38	79,73	59,26
16/VII	130,26	133,90	150,60	110,22	83,81	122,72	120,25
19/VII		82,79	78,37	82,45	79,22	111,20	84,81
30/VII		103,84	80,58	80,24	123,50	121,68	101,97
16/VIII		211,17	193,90	83,47	73,10	82,62	128,85
30/VIII	126,10	128,70	62,92	80,24	61,10	42,57	75,10
7/IX		91,12	140,14	133,12	88,06	155,10	121,51
20/IX	136,80	142,50	79,80	80,24	102,08	142,20	109,36

В зимне-весенний период 1929 года и позднее до начала поливов почва поля под-кенафом неполивным содержала несколько большее количество сульфатов по сравнению с поливным полем, особенно верхний слой 0—20 см (см. табл. № 227).

Начиная с весны, с наблюдения 8/IV—до конца, т. е. до 1/X, динамика сульфатов в первых двух слоях 0—20 и 20—40 см аналогична рассмотренной ранее для 1928 года, но в 1929 году абсолютные количества сульфатов значительно выше, вследствие большей сухости этого года. Что же касается глубоких слоев—40—100 см, то необходимо отметить, что в условиях естественного увлажнения с глубины 60 см количество сульфатов держится приблизительно на одном и том же уровне в течение всего вегетационного периода. Несколько колебалось содержание сульфатов в слое 40—60 см, но абсолютные количества в этом слое больше, чем в вышележащих слоях. Вообще же количество сульфатов под кенафом с глубиной увеличивается. На это указывают и средние данные: верхний слой имел запас 144,77 мгр, а последний 270,59 мгр.

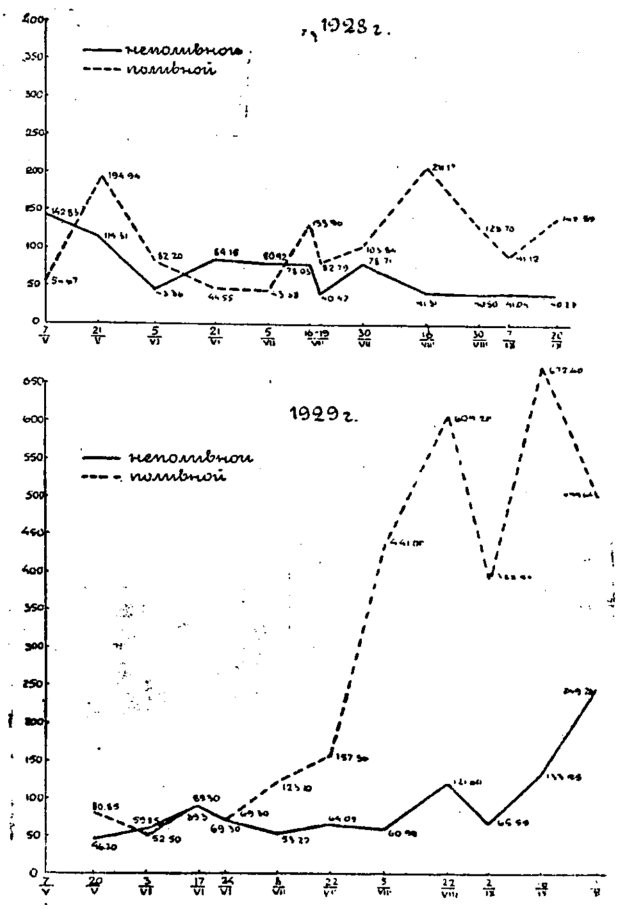


Диаграмма № 95. Динамика сульфатов в пахотном слое почвы под кенафом.

В условиях орошаемой культуры кенафа в 1929 году динамика сульфатов сильно отличается от динамики в поле без орошения еще до внесения оросительных вод (табл. № 228).

Как видим из таблицы, только верхний 0—20 см слой реагирует на атмосферные осадки, резко снижая после них содержание сульфатов. Весьма слабо реагирует слой 20—40 см и совсем мало более глубокие слои. Начиная же с первого полива (28/VI) содержание сульфатов сильно увеличивается во всем метровом слое и повышается с каждым новым поливом. Вследствие этого к осени поле из-под орошаемого кенафа выходит с очень большим запасом сернокислых солей. В 1928 году в верхних слоях, до глубины 40 см, орошение сказалось лишь незначительным повышением количества сульфатов, вследствие сравнительно большей влажности поля. В засушливом 1929 году мы наблюдаем повышенное содержание сернокислых солей во всем метровом слое почти в два раза. Особенно рельефно выявляется это действие оросительных вод при сопоставлении динамики сульфатов в пахотном слое за оба изучаемых года (см. диагр. № 95). На диаграмме № 95 видно, что в период с осени 1928 года до начала орошения 1929 г. в почве обоих полей содержание сернокислых солей было почти одинаково.

С момента же первого полива до самого конца наблюдений налицо резкое различие. Под кенафом неорошаемым более или менее значительное увеличение отмечалось к концу наблюдений, не дальше глубины 60—100 см, а при орошаемом—увеличение захватило весь метровый слой почвы.

Орошение в 1929 г. значительно повысило содержание сульфатов во всем метровом слое. (диагр. № 96) Из сравнения средних данных видим, что особенно возросло количество сульфатов в верхних горизонтах. Так, под неполивной культурой верхний 0—20 см слой содержал

Таблица № 227

Серная кислота (в мгр SO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф неполивной

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	212,00	164,00	130,00	103,00	204,00	162,60
7/I	707,00	310,00	403,00	440,00	338,00	439,60
1929 г.						
8/IV	94,60	117,20	183,85	196,45	328,75	184,37
20/V	46,20	60,20	124,95	380,10	237,30	169,89
3/VI	59,85	70,35	87,15	344,40	279,30	168,21
17/VI	89,30	140,75	118,70	301,40	274,10	184,85
24/VI	69,20	47,25	150,15	247,80	177,45	138,39
8/VII	53,22	68,51	73,70	250,00	240,34	137,25
22/VII	64,05	64,05	129,15	384,20	348,60	198,08
5/VIII	60,90	44,10	107,10	233,10	235,20	136,08
22/VIII	121,60	63.04	64,96	173,40	319,28	148,46
2/IX	65,55	68,30	69,35	169,95	208,05	116,24
16//IX	138,95	145,35	162,45	240,25	315,40	199,50
1/X	249,26	286,60	191,48	211,93	282,00	244,25

Таблица № 228

Серная кислота (в мгр SO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф поливной ($M = 3101$ м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	152,00	187,00	166,00	233,00	209,00	189,40
7/I	416,00	555,00	938,00	436,00	420,00	553,00
1929 г.						
8/IV	145,00	398,05	148,15	168,10	252,10	222,28
20/V	80,85	176,40	217,35	166,95	196,25	167,58
3/VI	52,50	92,40	287,70	426,30	279,30	227,64
17/VI	89,30	240,50	191,15	210,05	270,95	300,39
24/VI	69,30	165,90	250,95	368,55	401,10	251,16
8/VII	123,10	308,38	315,45	388,67	604,22	347,96
22/VII	157,50	133,20	223,65	297,15	205.55	223,23
5/VIII	441,00	455,70	426,30	449,40	557,54	465,99
22/VIII	609,20	88,38	422,92	395,04	354.35	374,08
2/IX	388,55	313,40	259,25	232,65	243,20	287,41
16/IX	672,60	488,30	357,20	340,10	280,25	427,69
1/X	499,64	591,88	545,95	508,90	614,75	552,22

144,77 мгр, в поле с орошением—278,32, слой 20—40 см соответственно—117,92 и 299,58 мгр. Оросительные воды, таким образом, больше засоляют верхние горизонты,

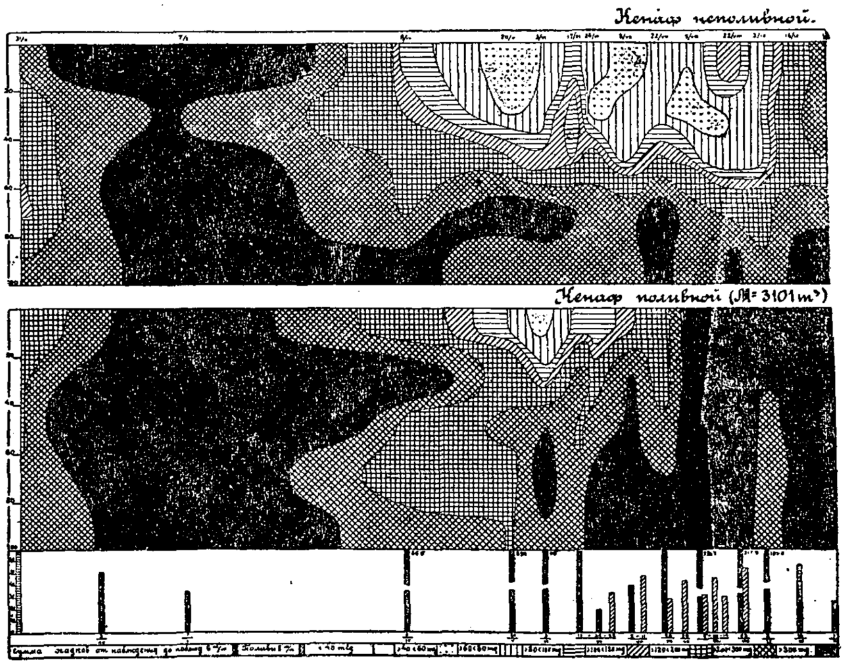


Диаграмма № 96 Динамика сульфатов в метровом слое почвы под кенафом 1928/29 гг.

в соответствии с тем, что вода, как было установлено, проникает на глубину только до 60 см.

Преувеличенные нормы 4404 м³ и 5645 м³ на га (табл. №№ 229,230) точно также повышают количество сульфатов в пахотном горизонте. Однако, это увеличение непропорционально увеличению оросительных норм и для всех норм характеризуется близкими цифрами. К концу наблюдений сильно увеличилось содержание сульфатов лишь по максимальной оросительной норме (см. диагр. № 97).

На представленной диаграмме (№ 100) — динамика сульфатов в метровом слое почвы полей, занятых кенафом поливным, с увеличенными оросительными нормами,—возрастание количества сернокислых солей с увеличением оросительной нормы не выявляется. Сопоставляя же средние данные, видим, что большие количества сернокислых солей содержит почва, получившая и большее количество

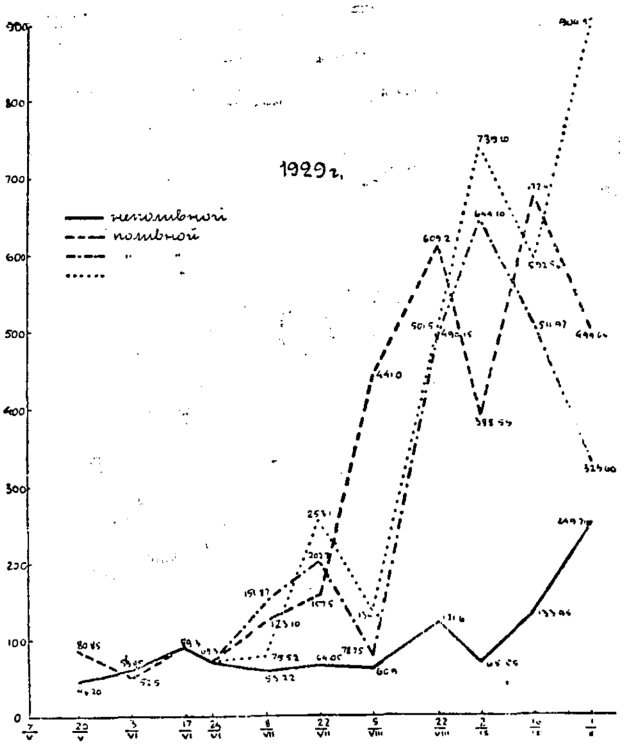


Диаграмма № 97. Динамика сульфатов в пахотном слое почвы под кенафом при разных нормах орошения 1928/29 гг.

Таблица № 229

Серная кислота (в мгр SO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф поливной (М = 4404 *м*³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	152,00	187,00	166,00	233,00	209,00	189,40
1929 г.						
7/I	416,00	555,00	938,00	436,00	420,00	553,00
8/IV	145,00	398,05	148,15	168,10	252,10	222,28
20/V	80,85	176,40	217,35	166,95	196,35	167,58
3/VI	52,50	92,40	287,70	426,30	279,30	227,64
17/VI	89,30	240,50	191,15	210,05	270,95	200,39
24/VI	69,30	165,90	250,95	368,55	401,10	251,16
8/VII	151,87	73,74	95,74	173,66	200,51	139,10
22/VII	202,70	246,80	192,20	173,30	281,45	219,29
5/VIII	78,75	153,30	326,80	296,10	344,40	219,87
22/VIII	490,15	632,65	765,15	532,30	440,15	572,08
2/IX	644,10	604,30	854,05	627,00	475,95	641,06
16/IX	511,97	644,14	542,12	630,76	556,86	577,17
1/X	329,66	575,79	818,64	644,03	534,36	580,50

Таблица № 230

Серная кислота (в мгр SO_3 на кгр абсолютнн сухой почвы)

Кенаф поливной (М = 5645 *м*³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	152,00	187,00	166,00	233,00	209,00	189,40
1929 г.						
7/I	416,00	555,00	938,00	436,00	420,00	553,00
8/IV	145,00	398,05	148,15	168,10	252,10	222,28
20/V	80,85	176,40	217,35	166,95	196,35	167,58
3/VI	52,50	92,40	287,70	426,30	279,30	227,64
17/VI	89,30	240,50	191,15	210,05	270,95	200,39
24/VI	69,30	165,90	250,95	368,55	401,10	251,16
8/VII	75,52	150,20	177,59	299,02	344,10	209,29
22/VII	253,10	173,30	195,35	143,90	199,55	193,04
5/VIII	134,40	101,85	202,65	266,70	311,85	203,49
22/VIII	501,55	487,30	488,25	394,20	300,15	434,29
2/IX	739,10	699,20	710,60	448,40	494,95	618,45
16/IX	592,56	638,25	627,96	638,94	584,25	616,39
1/X	904,57	692,29	735,79	692,75	734,05	751,89

оросительной воды. Максимум накопления падает на конец орошения и послеполивной период.

В слое 0—20 см содержание сульфатов при норме 3101 м³—278,32, при норме 4404—243,87 при норме 5645 м³—300,34 и без орошения—144,77 мгр. В слое 20—40 см соответственно:—299,58—338,99—339,83—117,92 мгр, а в последнем 60—80 см слое—

356,33—347,31—356,97—270,59 мгр. И по средним показателям, следовательно, увеличение количества солей серной кислоты при орошении в условиях культуры кенафа происходит главным образом в верхних горизонтах почвы.

Динамика сульфатов в условиях культуры овса.

Наблюдения над динамикой под культурой овса (табл. № 231) неорошаемого в 1928 году не дают ничего нового по сравнению с рассмотренными ранее культурами. Здесь также совершенно отчетливо выявляется рассоляющее действие атмосферных осадков, которые понижают содержание сульфатов, вымывая их за пределы изучаемой метровой почвенной толщи. Отсутствие атмосферных осадков в тот или иной период наблюдений неизменно сопровождается повышением содержания этих солей. Это особенно хорошо прослеживается в верхнем 0—20 см слое, так как он непосредственно, в первую очередь, подвергается воздействию внешних факторов. Необходимо также отметить, что в 1928 году

Таблица № 231

Серная кислота (в мгр SO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Овес неполивной

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.							
12/I	73,65	149,27	72,59	37,24	190,38	33,81	96,66
21/V	—	151,20	75,90	192,52	195,32	277,80	178,35
5/VI	82,85	81,60	118,68	116,61	190,38	216,00	144,65
18/VI	—	86,55	82,45	127,92	81,60	124,02	100,51
2/VII	—	75,82	40,68	77,35	77,86	77,01	69,74
12/VII	73,27	117,52	78,03	119,86	78,54	164,15	111,62
19/VII	—	39,51	40,59	41,22	77,35	160,30	71,79
2/VIII	—	79,39	78,03	78,20	100,10	101,20	87,38
27/VIII	75,99	41,67	60,58	60,06	78,71	78,71	63,94
10/IX	40,50	59,41	78,35	79,90	59,90	101,14	75,84

Таблица № 232

Серная кислота (в мгр SO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Овес поливной (М = 1432 $м^3$/га)

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.							
12/I	1,61	43,12	94,99	36,40	71,85	71,70	63,61
21/V	—	148,50	143,10	112,47	213,30	134,20	150,31
5/VI	137,77	124,89	77,40	71,08	149,40	141,60	112,87
18/VI	—	84,32	83,81	44,37	84,66	84,66	76,36
2/VII	—	81,43	83,64	43,92	83,64	44,82	67,69
12/VII	92,48	130,52	43,20	123,24	80,24	81,26	91,69
19/VII	—	79,22	79,73	79,39	103,62	164,85	101,36
2/VIII	—	103,84	101,20	78,88	101,86	140,10	105,17
27/VIII	73,61	78,20	79,73	42,21	79,39	79,22	71,75
10/IX	166,60	136,80	163,10	78,88	113,18	102,30	118,85

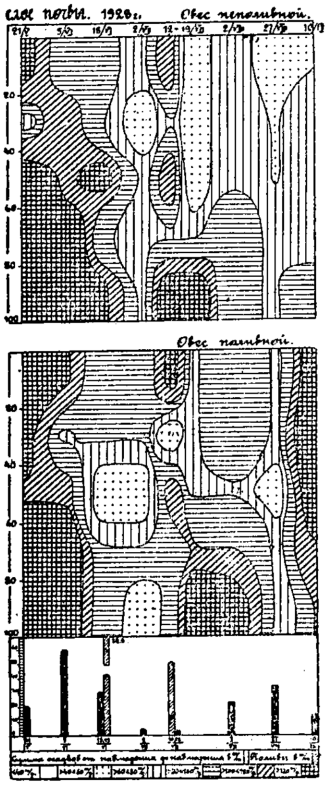


Диаграмма № 98. Динамика сульфатов в метровом слое почвы под овсом 1928 г.

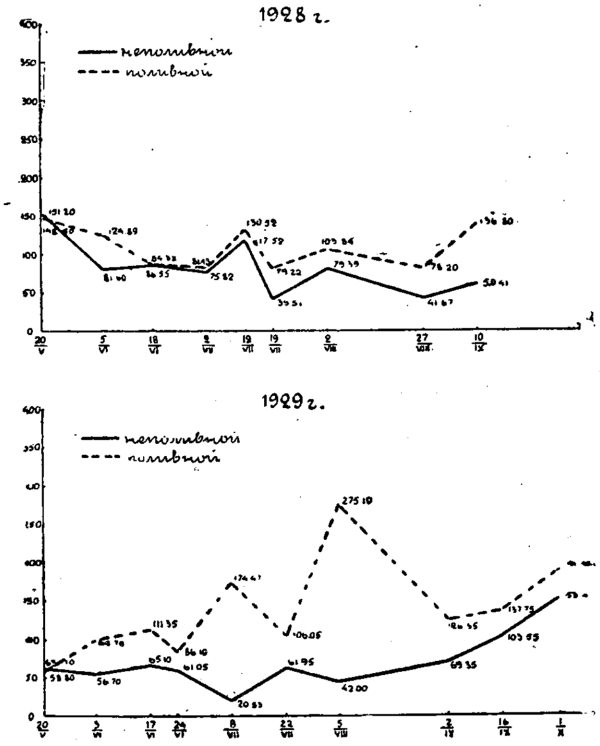


Диаграмма № 99. Динамика сульфатов в пахотном слое под овсом.

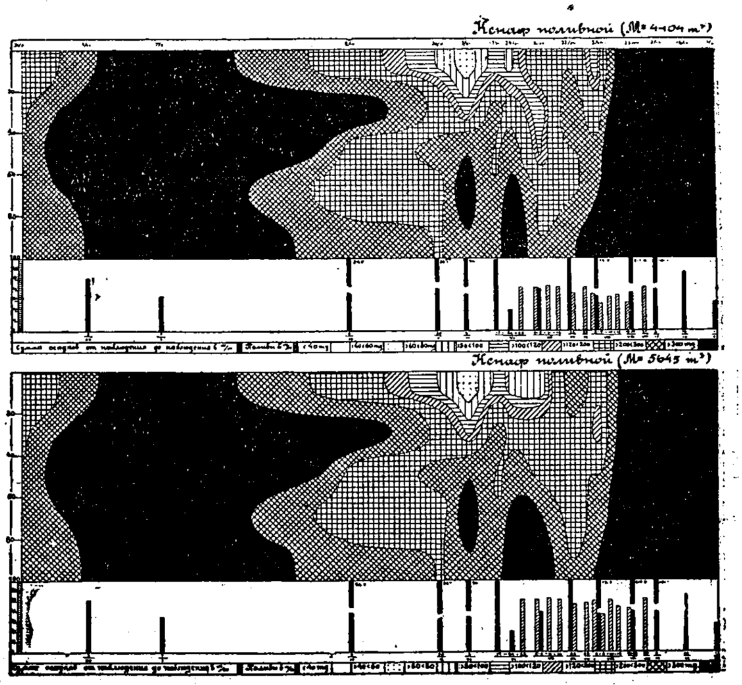


Диаграмма № 100. Динамика сульфатов в почве метрового слоя под кенафом при разных нормах орошения 1928/29 гг.

Таблица № 233

Серная кислота (в мгр SO_3 на кгр абсолютно сухой нормы)

Овес неполивной

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	143,00	126,00	181,00	182,00	163,00	159,00
1929 г.						
7/I	299,00	369,00	330,00	413,00	329,00	348,00
8/IV	53,55	99,80	139,75	118,75	286,75	139,72
20/V	63,10	32,65	65,20	233,20	26,25	84,08
3/VI	56,70	89,25	194,25	387,45	294,00	204,33
17/VI	65,10	66,15	66,15	198,45	173,25	113,82
24/VI	61,05	82,95	82,95	217,35	315,00	151,86
8/VII	20,83	67,84	67,98	204,75	207,58	113,80
22/VII	61,95	82,95	63,00	281,40	284,55	154,77
5/VIII	42,00	42,00	61,95	81,90	227,85	91,14
2/IX	69,35	77,90	69,35	116,85	329,90	112,67
16/IX	103,55	165,30	223,25	399,00	429,40	264,10
1/X	153,11	207,65	92,29	309,78	366,54	225,87

Таблица № 234

Серная кислота (в мгр SO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Овес поливной (М — 1326 $м^3$/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	291,00	166,00	200,00	163,00	268,00	217,60
1929 г.						
7/I	345,00	128,00	359,00	338,00	519,00	337,80
8/IV	75,70	296,20	139,75	129,25	382,30	204,64
20/V	58,80	71,40	254,05	170,10	152,25	141,32
31/IV	99,75	135,45	262,50	383,25	432,60	262,71
17/VI	111,35	245,75	478,85	697,25	341,85	373,01
24/VI	86,10	181,65	183,75	182,70	364,35	199,71
8/VII	174,47	335,99	337,53	314,20	212,52	274,94
22/VII	106,05	153,30	323,40	219,45	306,60	221,76
5/VIII	275,10	358,05	623,70	453,60	213,15	384,72
2/IX	126,35	398,05	421,80	469,30	439,85	371,07
16/IX	137,75	259,35	358,15	409,45	371,45	307,23
1/X	191,94	726,45	461,36	434,84	549,90	472,09

поле под культурой овса без орошения содержало во всем метровом слое очень мало сульфатов, особенно в слое 20—40 см. Средние послойные данные показывают также, что ниже 40 см содержание сульфатов в почве несколько возрастает по мере углубления.

Обращаясь к данным таблицы № 232 видим (см. диагр. № 98), что орошение овса в 1928 году не повлияло в заметных размерах на содержание сульфатов в почве под данной культурой. Чрезвычайно незначительное повышение в слоях 0—20 и 20—40 см, конечно, не имеет сколько-нибудь существенного значения, тем более, что общий запас сульфатов в метровом слое почвы под овсом как при орошении, так и без орошения почти совершенно одинаков.

В 1929 году в условиях естественного увлажнения в почве под культурой овса (табл. № 233) динамика сульфатов до глубины 60 см аналогична рассмотренному 1928 году. Здесь так же содержание сульфатов колеблется исключительно под воздействием атмосферных осадков, но на глубине 60—100 см количество их, в сравнении с верхними слоями и прошлым годом, значительно больше. Для слоя 0—20 см среднее количество серной кислоты за наблюдаемый период составляло 91,71 мгр, для глубины 80—100 см—уже 256,39 мгр.

Влияние поливов в 1929 г. (табл. № 234) на содержание сульфатов в почве под овсом оказалось совершенно иным, нежели в предшествующем году. Первый полив овса был произведен 29 мая. Как видим из таблицы, наблюдение после полива 17 июня отмечает повышенное количество сульфатов до глубины 80 см и лишь слой 80—100 см показывает некоторое снижение. В этом году совершенно ясно выявляется засоляющее действие оросительных вод: по анализу на 23 мая они содержали 461,35 мгр SO_4 в литре, т. е. в 3 раза больше, чем в прошлом году.

Также отчетливо цифры таблицы показывают засоляющее действие и второго полива 28 июня. Наблюдение 8 июля дает, в сравнении с показаниями наблюдения от 24 июня, повышенные данные до глубины 80 см, совершенно так же, как и в первом поливе. Следовательно, оросительные воды, при равномерном распределении их в два полива по 560—590 м³ на га за полив, произвели одинаковый эффект в смысле проникновения вглубь почвы, но в смысле увеличения количества сернокислых солей второй полив сказался сильнее, благодаря большему содержанию сульфатов в оросительной воде во время второго полива (576,68 мгр в литре). Согласно всем дальнейшим наблюдениям, содержание сульфатов возрастает с глубины 40 см и ниже, в поверхностном же слое 0—20 см оно колеблется, очевидно, в связи с атмосферными осадками.

Сопоставляя динамику сульфатов в верхнем пахотном слое под овсом за оба года, видим (см. диагр. № 99), что в 1928 году кривые почти совпадают по обоим полям с орошением и без орошения. Кривые 1929 года имеют иной характер. Первый подъем кривой по орошаемой культуре происходит сразу же после первого полива, а второй, максимальный, после второго. В условиях засушливого 1929 года, по сравнению с предшествующим годом, оросительная вода больше содержала в себе SO_4; осадков же в 1929 году было гораздо меньше. Средние данные и диаграмма № 101 показывают с полной ясностью, что процесс накопления сульфатов захватил весь метровый слой, при этом количество солей на обеих делянках с глубиной возрастает. В слое 0—20 см средняя равна 159,95 мгр, а на глубине 80—100 см—349,52 мгр.

Динамика сульфатов под яровой пшеницей

В таблицах №№ 235, 236 представлена динамика сульфатов в полях под пшеницей яровой, как с орошением, так и без него.

Как видим из таблицы № 235, динамика сульфатов под яровой пшеницей неорошаемой в высшей степени похожа на динамику сульфатов под овсом, рассмотренную в таблице № 225. Здесь также количество их во всем метровом слое весьма незначительно и колебания происходят под влиянием атмосферных осадков. С глубиной количество сульфатов несколько возрастает.

В итоге, орошение в 1928 году количества сульфатов в почве под яровой пшеницей в заметных размерах не увеличило (первый год орошения).

В условиях неполивной культуры яровой пшеницы в 1929 году существенным отличием от прошлого года являются большие абсолютные количества в глубинных горизонтах 60—100 см, а также меньшая, нежели в 1928 году, динамичность сульфатов в верхних горизонтах в течение летнего периода, что связано с меньшим количеством

атмосферных осадков в 1929 году (табл. № 237). Нарастание сульфатов с глубиной весьма значительно и превышает размеры предшествующего года.

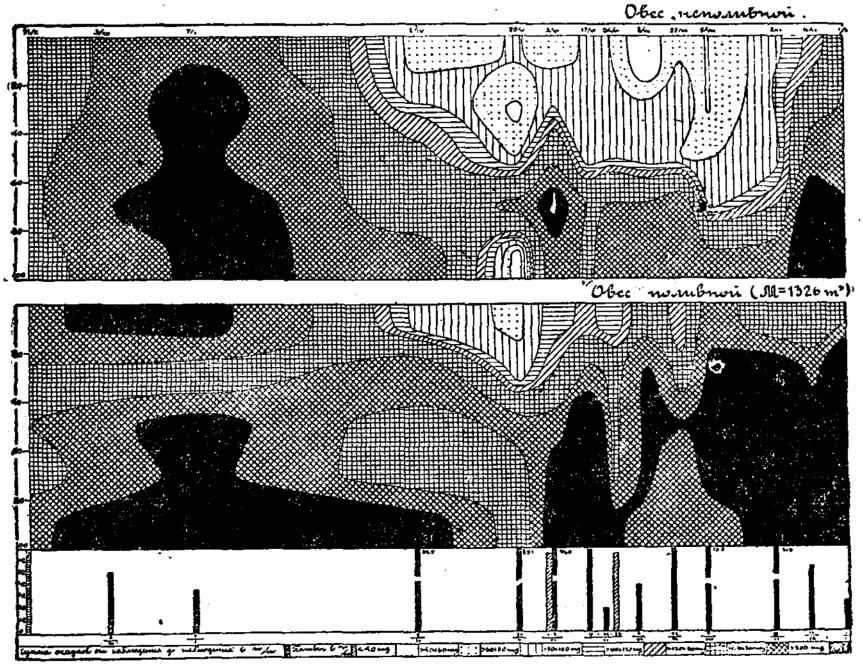


Диаграмма № 101. Динамика сульфатов в метровом слое под овсом 1928/29 гг.

В отличие от 1928 года, орошение значительно повысило количество сульфатов в сравнении с полем неорошаемым. Первый полив, произведенный 1 июня, повысил количество сульфатов лишь в двух крайних слоях: в пахотном и в слое 80—100 см. В остальных слоях количество серной кислоты после полива в общем несколько убавилось (табл. № 238). В отличие от первого полива, второй полив, произведенный 26 июня, увеличил количество сульфатов во всем метровом слое. К концу наблюдений почва из под орошаемой пшеницы выходит с большим запасом сульфатов. Этот запас больше, чем в неорошаемом поле и больше, чем в орошаемом поле 1928 года. Отчасти это иллюстрируется кривыми

Таблица № 235

Серная кислота (в мгр SO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Пшеница яровая неполивная

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.							
16/I	44,94	50,96	47,60	97,85	41,20	47,44	57,01
24/V	—	109,25	72,90	111,78	111,09	204,75	121,95
8/VI	76,65	41,70	78,45	76,95	69,15	108,56	74,96
18/VI	—	86,53	82,45	127,92	81,60	124,02	100,50
2/VII	—	40,14	77,52	78,03	79,22	123,24	79,63
12/VII	73,10	76,50	77,01	78,13	78,03	121,42	86,20
19/VII	—	39,69	76,69	76,67	117,18	194,79	100,88
2/VIII	—	75,99	76,50	77,01	76,33	76,50	76,46
27/VIII	73,10	78,10	42,21	78,37	41,40	78,54	63,72
10/IX	57,59	60,19	60,19	59,15	77,52	136,80	78,77

Таблица № 236

Серная кислота (в мгр SO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Пшеница яровая поливная (М — 1551 $м^3$/га)

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.							
16/I	29,88	58,24	89,87	57,32	38,96	39,20	56,76
24/V	—	72,00	111,78	112,93	109,48	69,15	95,07
8/VI	41,52	42,56	77,40	77,70	115,69	72,45	77,16
18/VI	—	84,32	83,81	44,37	84,66	81,60	75,75
2/VII	—	78,71	42,21	42,66	79,73	165,55	81,77
12/VII	121,42	141,96	88,91	128,70	77,18	124,54	112,26
19/VII	—	83,30	77,01	120,01	165,20	121,68	113,44
2/VIII	—	120,90	102,08	78,54	120,12	120,12	108,35
27/VIII	74,12	78,03	82,45	81,77	83,13	85,51	82,18
10/IX	95,48	97,00	117,52	82,69	102,08	125,58	105,15

динамики серной кислоты в пахотном слое за 1928 год и 1929 год. (См. диагр. № 102) Более же наглядно это представлено на диаграммах № 103 и № 104. Из диаграмм видно, что

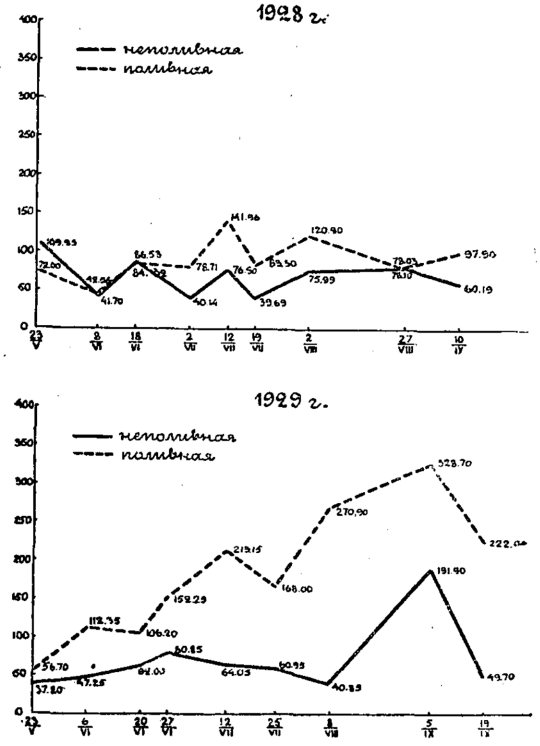


Диаграмма № 102. Динамика сульфатов в пахотном слое почвы под яровой пшеницей.

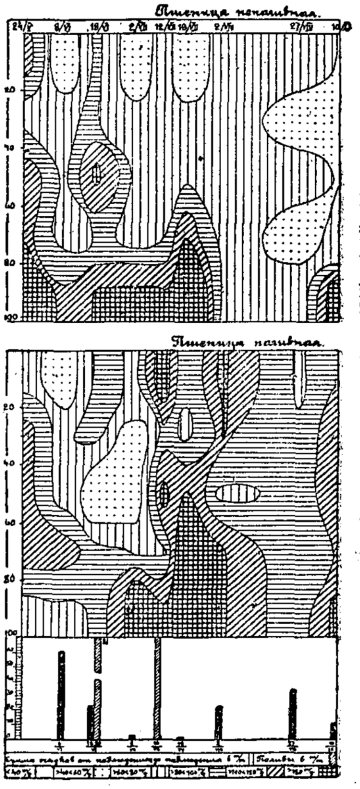


Диаграмма № 103. Динамика сульфатов в метровом слое почвы под пшеницей 1928 г.

в 1928 году, как под несрошаемой, так и под орошаемой яровой пшеницей почва содержала лишь незначительные количества сульфатов и орошение не внесло существенных изменений. В 1929 году оба поля под пшеницей содержали большие исходные количества;

весенние осадки и снеговые воды снизили количество сульфатов, но к концу наблюдений почва из под овса и пшеницы, как было уже сказано, вышла с большим количеством сульфатов, чем в 1928 году.

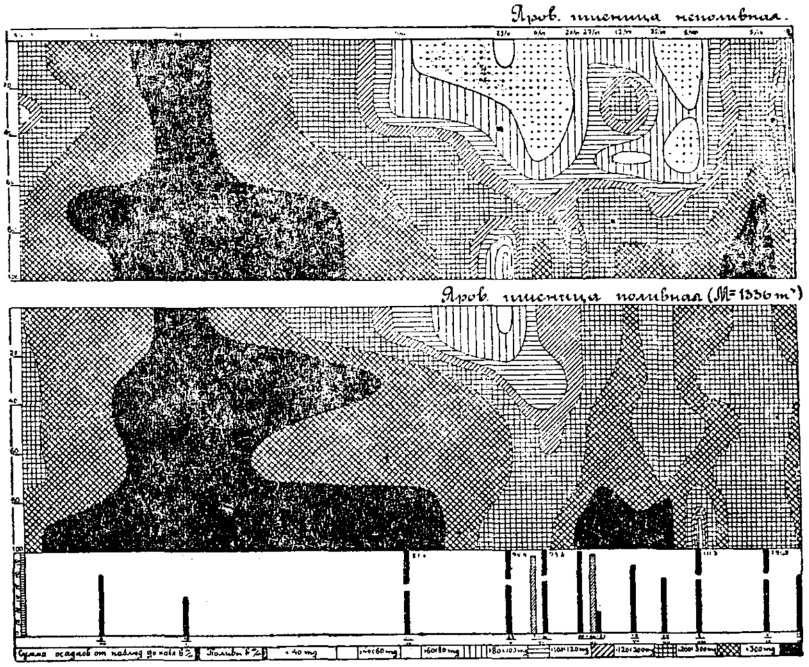


Диаграмма № 104. Динамика сульфатов в метровом слое почвы под яровой пшеницей 1928/29 г.

Таблица № 237

Серная кислота (в мгр SO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Яровая пшеница неполивная

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	171,00	80,00	165,00	202,00	200,00	163,60
1929 г.						
10/I	355,00	344,00	333,00	551,00	378,00	392,20
11/IV	65,20	71,50	170,20	199,60	282,55	157,81
23/V	37,80	63,00	78,06	140,66	34,65	70,83
6/VI	47,25	48,30	57,75	105,00	250,95	101,85
20/VI	62,00	57,80	80,90	116,65	80,95	79,66
27/VI	80,85	82,95	82,95	145,95	151,20	108,78
12/VII	64,05	151,20	44,10	155,40	217,35	126,42
25/VII	60,95	81,95	63,05	106,10	191,90	100,79
8/VIII	40,85	61,85	42,95	135,90	230,90	100,49
5/IX	191,90	138,70	204,25	336,70	393,30	252,97
19/IX	49,70	44,17	56,44	69,77	173,28	78,67

Таблица № 238

Серная кислота (в мгр SO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Яровая пшеница поливная (М — 1336 $м^3$/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/IX	200,00	170,00	170,00	190,00	265,00	199,00
1929 г.						
10/I	313,00	373,00	373,00	330,00	594,00	396,60
11/IV	89,35	290,95	201,70	254,20	409,60	249,16
23/V	56,70	91,35	201,60	198,45	116,55	132,93
6/VI	112,35	82,95	110,25	133,35	170,10	121,80
20/VI	106,20	108,30	132,45	187,05	317,25	170,25
27/VI	152,25	141,75	274,05	271,95	436,80	255,36
12/VII	213,15	273,00	199,50	237,30	330,75	250,74
25/VII	168,00	126,00	107,10	190,05	409,50	200,13
8/VIII	270,90	296,10	170,10	233,10	59,85	206,01
5/IX	328,70	478,80	383,80	541,50	709,65	488,49
19/X	222,04	219,16	265,41	167,77	184,14	231,70

Из рассмотренного материала вытекает:

1. Сернокислые соли в почве пара и под различными культурами обладают большой подвижностью под воздействием атмосферных осадков и действия на почву ветров и высоких температур (иссушение).

2. В условиях естественного увлажнения, независимо от культуры, в засушливом 1929 г. произошло накопление сульфатов по сравнению с 1928 г.

3. При орошении накопление сульфатов в почве происходит из оросительных вод. За один год орошения количество сульфатов возросло на 10—25%.

III. КАРБОНАТЫ

Динамика щелочности в черном пару

Осенью 1927 года с наступлением морозов начался непрерывный процесс нарастания общей щелочности почвы черного пара (табл. № 239), и к началу декабря месяца это нарастание достигло наибольшей величины. Так, например, 5 октября в пахотном слое содержалось 397,94 мгр, а через 2 месяца—5 декабря—уже 599,53, т. е. на 200 мгр больше; слой 20—40 см дал увеличение несколько меньшее—с 387,86 до 520,38 мгр, в горизонтах более низких наблюдаем темп нарастания верхнего слоя: в слое 40—60 см с 415,25 до 695,62 мгр и т. д. В итоге к 5/XII щелочность увеличилась во всем метровом слое на величину около 200 мгр или, примерно, на 45—50%.

Наблюдением 12/I—28 г. отмечено некоторое понижение во всех слоях, кроме слоя 20—40 см.; в котором щелочность с 520,38 увеличилась до 587,38. Затем к весне—29/III—произошло новое весьма заметное накопление щелочности, особенно в первых двух слоях, очевидно, в связи с отсутствием осадков в марте и наступлением теплого весеннего периода. К 25/IV апрельские дожди, хотя не обильные, но выпадавшие почти через день—два, начиная с 7/IV и до дня наблюдения, обусловили падение щелочности во всем метровом слое. Наблюдение 13 мая, произведенное на следующий день после сравнительно обильного дождя (12/V выпало 16,5 мм), дает дальнейшее падение щелочности во всех изучае-

Таблица № 23

Общая щелочность (в мгр HCO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Пар черный неполивной

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0-20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
5/X	—	397,94	387,86	415,25	426,55	346,24	394,77
24/X	—	457,78	460,78	467,86	429,24	431,92	449,51
5/XII	—	599,43	520,38	695,52	690,99	591,23	605,51
1928 г.							
12/I	—	490,74	598,38	592,25	647,89	569,78	577,60
29/III	—	555,41	811,09	626,58	639,28	597,18	645,91
25/IV	—	473,01	495,55	455,52	469,20	355,68	449,49
13/V	385,44	457,63	431,76	396,00	326,40	281.52	378,66
24/V	—	437,98	668,66	684,28	604,58	514,02	581,90
8/VI	608,27	698,97	749,52	669,50	700,02	664,58	696,52
21/VI	—	625,86	839,52	670,55	619,53	524,88	656,07
2/VII	—	468,38	493,49	496,78	442,38	365,98	451,40
5/VII	—	446,76	485,62	630,74	568,26	477,00	521,67
16/VII	482,08	630,74	686,95	675,11	630,71	534,85	631,67
30/VII	—	462,14	472,35	518,14	427,70	374,22	450,91
16/VIII	—	637,47	591,74	644,16	468,46	439,00	556,16
30/VIII	580,14	575,15	639,07	609,22	607,24	473,82	580,90
7/IX	—	491,04	488,75	483,93	477,52	484,89	485,22
20/IX	—	403,34	509,02	694,03	306,43	377,09	457,99

Таблица № 24

Общая щелочность (в мгр HCO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Пар черный поливной

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
5/X	—	314,14	324,54	379,66	407,34	415,77	368,29
24/X	—	392,41	439,12	489,53	476,84	402,48	440,07
5/XII	—	537,74	518,40	589,20	532,42	419,24	519,40
1928 г.							
12/I	—	439,58	627,60	619,20	565,01	494,00	549,80
29/III	—	623,10	825,85	794,95	792,54	619,04	731,25
23/IV	—	459,08	579,88	590,90	382,98	337,68	470,10
13/V	310,10	442,38	494,83	375,96	307,34	303,96	384,89
24/V	—	414,00	487,00	466,00	490,50	320,02	435,50
8/VI	533,43	743,38	756,89	782,69	639,54	592,16	702,93
21/VI	—	637,47	704,84	800,26	746,98	574,62	692,83
2/VII	—	480,76	539,72	476,42	441,90	365,04	460,77
5/VII	—	505,00	703,82	623,42	510,98	431,10	554,86
16/VII	539,72	641,72	703,80	567,84	546,72	573,11	606,64
30/VII	—	517,12	443,89	553,48	512,47	460,67	497,52
16/VIII	—	441,32	470,30	553,34	500,64	500,19	493,16
30/VIII	493,70	466,03	412,62	472,50	588,67	365,56	461,07
7/IX	—	495,50	654,34	537,68	583,68	583,68	570,97
20/IX	290,36	412,63	528,32	598,30	508,00	527,74	514,99

мых слоях почвы. За следующие 12 дней без осадков в промежуток времени с 12 по 24 мая произошло увеличение щелочности чрезвычайно интенсивное—почти в два раза.

Приведенные цифры наглядно иллюстрируют большую подвижность легкорастворимых солей угольной кислоты, количество которых в почве все время меняется в зависимости от выпадения атмосферных осадков в тот или иной период наблюдения.

Дальнейшие наблюдения, с 8 июня по 20 сентября, не дают для почвы пара такой зависимости динамики щелочности от атмосферных осадков. В промежуток времени между наблюдениями 24/V и 8/VI выпало до 58,1 мм атмосферных осадков, а между тем во всех изучаемых слоях щелочность определенно возросла; наоборот, за шесть дней—с 15 до 21 июня—дождей совершенно не было, а наблюдение, произведенное 21/VI, указывает на падение щелочности в отдельных слоях. Так, в слое 0—20 см понижение с 698,97 до 625,86 мгр, в слое 60—80 см—с 700,02 до 619,53 и в слое 80—100 см— с 664,58 до 524,88; в слоях же 20—40 и 40—60 см произошло увеличение: в первом с 749,52 до 832,52 и во втором—669,50 до 670,56 мгр.

В дальнейшем, несмотря на отсутствие дождей, происходит падение щелочности и наоборот, наблюдения, проведенные после дождя, показывают ее увеличение, и можно сказать, что исчезают всякие следы какой-либо зависимости щелочности почвы от осадков. Доминирующее значение, очевидно, приобретают факторы биологические.

Последнее наблюдение—20/IX, также как и средние послойные данные, указывают на некоторое увеличение щелочности в паровом поле к концу 1928 г. в сравнениях с содержанием ее в почве в соответствующий период осени 1927 г.

Средние послойные показатели из всех наблюдений указывают на большую концентрацию щелочности на глубине от 20 до 60 см.; несколько меньше в верхнем слое и в слое 60—80 см., и наименьшее количество щелочности зарегистрировано в самом нижнем 80—100 см слое. В абсолютных количествах это будет: для слоя 0—20 см—517,21; для слоя 20—40 см—572,75, для слоя 40—60 см—579,19, для слоя 60—80 см,—522,91 и для последнего слоя 80—100 см—466,88 мгр (на килограмм абсолютно сухой почвы).

В почве поля орошаемого пара, в 1928 г. (табл. № 240) изменения щелочности до полива являются в полной мере анологичными изменениям в пару неорошаемом. Первый полив парового поля был произведен 14 июля; вылито оросительной воды 345 мм на га. Оросительная вода содержала 12/VII—506,07 мгр. в литре HCO_3. Наблюдение проведено на третий день после полива — 16/VII. Из цифр таблицы № 240 видно, что со внесением оросительных вод щелочность почвы возросла в пахотном слое с 505 до 641,72 мгр, в слое 60—80 см —с 510,98 до 546,72 и в слое 80—100 см—с 431,10 до 573,11 мгр.; в промежутке—процесс обратный: в слое 20—40 см щелочность совершенно не изменилась, а на глубине 40—60 см уменьшилась с 623,42 до 567,34 мгр. Нельзя допустить, что атмосферные осадки в количестве 3,7 мм., выпавшие 11 и 12 июля могли оказать существенное влияние на распределение щелочности в почве. Здесь должны иметь место соотношения иных факторов. Вероятнее всего, что за два дня, протекшие от полива до наблюдения, поверхность почвы успела подсохнуть после полива и начала энергично испарять влагу. В силу этого установился капиллярный подъем влаги с некоторой глубины, а следовательно, и вынос с ней солей угольной кислоты. С глубины же, примерно, 40 см масса оросительной воды еще продвигалась в нижележащие слои и уносила вниз соли, за счет которых и произошло увеличение щелочности в нижних слоях.

Полив 24 июля, так же как и последующие поливы, уменьшил щелочность почвы. С прекращением поливов и щелочность в почве вновь возрастает. Наблюдением 7/IX зарегистрировано увеличение против наблюдения 30/VIII в верхнем слое с 466,03 до 495,50 мгр, в слое 20 — 40 см—412,62 до 654,35 мгр и т. д...

Из разбора цифрового материала таблицы № 240 вытекает, что орошение парового поля в 1928 г. несколько понизило щелочность почвы. По степени щелочности почвы в пахотном слое 0—20 см цифры несколько выше для пара без искусственного орошения, нежели для пара поливного (см. диагр. № 105). К концу оросительного периода щелочность почвы, в сравнении с дополивным периодом, очень сильно пала как при наличии, так и при отсутствии орошения. Из графика видно, что 16/VIII пахотный слой пара неоро-

шаемого имел щелочность 637,47 мгр, а орошаемого — только 441,32 мгр. К концу наблюдений эта разница выравнялась. Орошение сказалось и на средних послойных показателях: для пара неорошаемого они все несколько выше; так в слое 0—20 см пара неорошаемого щелочность равна 517,21, в том же слое пара орошаемого—только 497,96 мгр. Соответственно в слое 20—40 см—572,75 и 567,54, 40—60—579,19 и 570,63 мгр.; 80—100 см—466,88 и 460,38 мгр. Орошение понизило щелочность в почве черного пара, что наглядно иллюстрируется приводимой диаграммой № 106.

Щелочность почвы неорошаемого черного пара 1929 года еще с осени 1928 г. (табл. № 241) была значительно выше, нежели щелочность такого же пара в 1928 году. Также как и в 1928 г., в течение зимнего периода происходило нарастание щелочности, но ко времени первого весеннего наблюдения—11/V, в связи с прошедшими в первых числах апреля дождями, щелочность пахотного слоя снизилась с 640,56 до 588,84 мгр. Правда, это действие дождей сказалось только в верхнем слое, в остальных слоях до глубины 80 см щелочность продолжала увеличиваться. Падение щелочности отмечается в это наблюдение и на глубине 80—100 см с 800,7 до 660,22 мгр, вероятно, в связи с передвижением углекислых щелочей и двууглекислых щелочных земель в вышележащие слои.

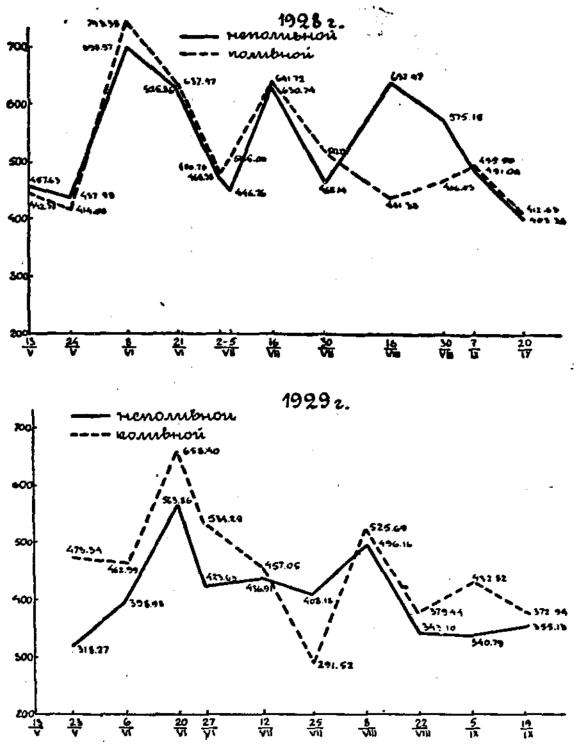


Диаграмма № 105. Динамика общей щелочности в пахотном слое черного пара.

В мае месяце осадков выпало очень мало; только 18 мая был значительный дождь с 3,5 мм. осадков, и тем не менее щелочность сильно уменьшилась, начиная с верхнего 0—20 см слоя до глубины 80 см. Особенно сильное падение щелочности произошло в пахотном и 60—80 см слоях; в первом—с 558,54 до 318,27 мгр и во втором—с 681,82 до 317,15 мгр (наблюдаемый период с 11 апреля по 20 мая). Наблюдение 6/VI показывает увеличение щелочности в слоях 0—20, 20—40 и 60—80 см при некотором падении в остальных слоях. И это увеличение имеет место, несмотря на сравнительно значительные осадки в эти первые дни июня (9,5 мм по 5 число). Нарастание щелочности продолжается до 20 июня и лишь к самому концу месяца сменяется падением, так как в конце месяца с 20/VI и 30/VI—прошли сильные дожди, давшие в сумме 54,4 мм. осадков. Эти осадки, конечно, увлажнили все слои и уменьшили щелочность.

Последующие наблюдения также указывают на колебания щелочности, происходящие в зависимости от увлажнения почвы атмосферными осадками. Вообще необходимо отметить, что в 1929 г. связь щелочности почвы с атмосферными осадками выявляется более определенно, нежели годом раньше. В этом году лишь августовские и сентябрьские наблюдения как будто несколько нарушают появившуюся закономерность, но отмеченные отклонения очень незначительны и укладываются в пределы возможных случайных причин (например, некоторая неоднородность образцов в отдельные наблюдения).

Из цифр, приведенных в таблице № 241, отчетливо выявляется некоторая концентрация легкорастворимых углекислых солей в промежуточных слоях, обусловливающая повышенную щелочность. Эта тенденция проявляется как в отдельные сроки наблюдений, так и в средних послойных показателях. Так, средняя для всего слоя 0—20 см—455,51 мгр, для слоя—80—100 см—468,64 мгр, а для слоев 20—40 см—508,16 и 40—60 см—507,52 мгр. (может быть признак солонцового профиля почвы).

Таблица № 241

Общая щелочность (в мгр HCO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Черный пар неполивной

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0–20	20—40	40—60	60—80	80–100	
1928 г.						
5/XI	487,04	496,32	527,51	462,84	444,54	483,65
6/XII	606,90	566,38	429,60	362,21	483,37	489,69
1929 г.						
10/I	640,56	649,61	652,68	641,70	800,70	677,05
11/IV	558,54	687,49	823,06	681,82	660,81	682,34
23/V	318,27	458,77	513,38	317,26	739,32	469,40
6/VI	398,98	592,88	449,78	449,01	320,69	442,26
20/VI	563,86	724,28	673,80	562,74	546,26	614,18
27/VI	423,63	555,58	478,33	421,17	345,81	444,90
12/VII	436,91	411,77	285,53	289,91	326,47	350,11
25/VII	408,18	442,77	434,52	399,00	273,95	391,68
8/VIII	496,16	422,47	534,85	491,03	414,07	471,71
22/VIII	343,10	325,68	367,84	362,80	385,43	356,97
5/IX	340,79	410,18	429,50	396,61	398,67	395,15
19/IX	355,13	370,11	504,97	425,37	420,89	415,29

Таблица № 242

Общая щелочность (в мгр HCO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Черный пар поливной (М = 2831 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40–60	60–80	80—100	
1928 г.						
5/XI	409,02	420,64	466,48	547,58	469,80	462,71
6/XII	385,03	606,82	504,25	457,78	527,42	492,26
1929 г.						
10/I	805,87	631,04	684,65	664,44	694,14	696,12
11/IV	667,20	667,01	617,95	538,14	477,52	593,56
23/V	473,34	473,06	265,18	384,05	419,50	403,02
6/VI	462,99	451,10	436,46	430,88	440,50	444,38
20/VI	658,40	613,57	555,90	561,27	554,92	588,81
27/VI	534,29	470,97	463,22	408,63	364,08	448,13
12/VII	457,05	430,73	427,43	529,74	426,93	454,37
25/VII	291,52	478,59	501,87	419,92	469,56	432,29
8/VIII	525,69	544,88	583,04	600,75	540,60	558,99
22/VIII	379,44	424,25	536,89	528,88	451,91	464,27
5/IX	432,82	394,48	402,73	478,67	461,68	434,17
19/IX	372,94	505,70	510,19	479,44	542,88	482,83

В заключение необходимо заметить, что щелочность несрошаемого черного пара значительно ниже в более засушливом 1929 г., нежели в 1928 году.

Первый полив в 1929 г. был дан 17 июня: вылито воды было 516 кб. м. на га. Оросительная вода на 20/VI содержала в себе лишь следы щелочности, а именно— 35,26 мгр в литре, а 23/V еще меньше (27,17 мгр). Следовательно, во время первого полива она могла иметь также лишь небольшую щелочность. А между тем 20/VI на третий день после полива отмечена была высокая щелочность (табл. №242) почвы в сравнении с наблюдением, произведенным раньше полива; пахотный слой 0—20 см 6/VI содержал карбонатов 462,99, а 20/VI—уже 658,4 мгр. Следующий 20—40 см

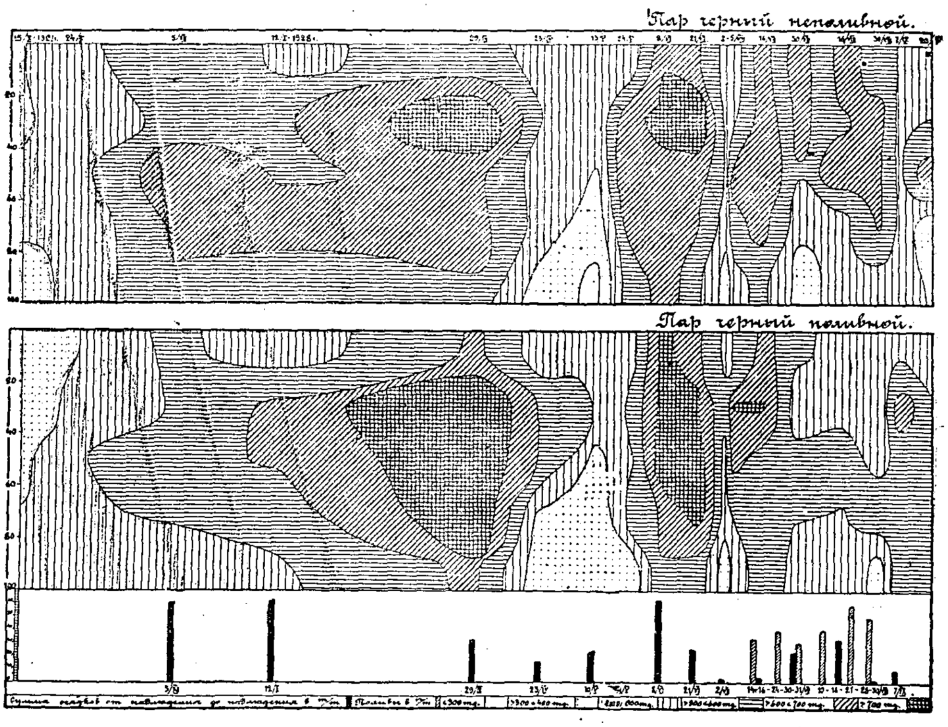


Диаграмма № 106. Динамика общей щелочности в метровом слое черного пара 1927/28 гг.

слой содержал 5/VI 451,1, а 20/VI—613,57 мгр и т. д. Увеличение щелочности после полива произошло во всех горизонтах. Очевидно, что на увеличение щелочности в почве оказала влияние не оросительная вода, а, возможно, биологические факторы, т. к. в этот срок заметен подъем и на неорошаемом пару. Следующий полив был произведен 26 июня, а наблюдение в этот раз имело место 27/VI, т. е. на следующий день. После этого полива щелочность во всем метровом слое понизилась, примерно, до состояния, зарегистрированного наблюдением 6/VI, а в нижних слоях даже несколько ниже этого уровня. Второй полив был дан вскоре после первого, почва еще удерживала в себе большой остаточный запас влаги от первого полива, так что вновь поступившая оросительная вода быстро просочилась через всю толщу метрового слоя и унесла с собой вниз за пределы этого слоя большие количества углекислых солей, понизив тем самым щелочность почвы всех горизонтов. Если мы обратимся к таблице № 37, то увидим, что влажность почвы после второго полива увеличилась в значительно меньшей степени, чем после первого, хотя поливные нормы были совершенно одинаковы; часть воды могла уйти за пределы метрового слоя.

Наблюдение 12/VII после третьего полива, который был проведен 11 июля, показало новое уменьшение щелочности до глубины 60 см. Глубже щелочность увеличилась. В пахотном 0—20 см слое в наблюдение 12/VII было отмечено 584,69, а 27/VI—только 457,05 мгр; в слое же 80—100 см—наоборот: 12/VII было 363,08, а 12/VII стало 426,93 мгр. Поливная вода проникла на глубину не далее 60 см и в этих горизонтах понизила щелочность почвы; глубже щелочность осталась высокой.

Последний полив черного пара был произведен 19 августа; всего за время с 17 июня по 19 августа было дано 8 поливов и вылито оросительной воды 2837,2 кб. м. на га. Содержание солей угольной кислоты за весь оросительный период не превышало 40 мгр в литре, т. е. вода содержала в себе лишь следы их. Изменение щелочности в почве, следовательно, происходило за счет перераспределения солей послойно оросительной водой без приноса их извне и возможно через влияние поливов на биологическую деятельность.

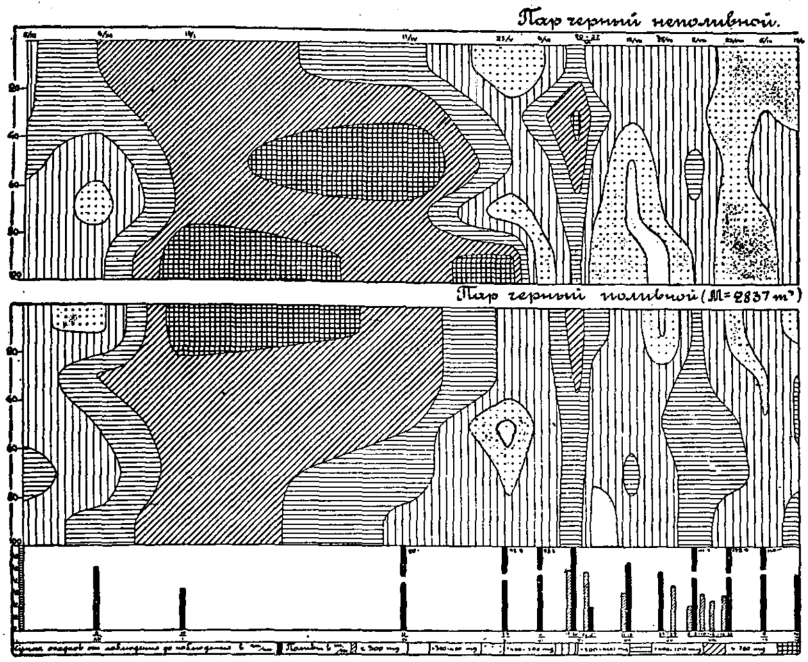


Диаграмма № 107. Динамика общей щелочности в метровом слое почвы черного пара 1 28/29 гг

В первых числах сентября, в связи с отсутствием атмосферных осадков, началось высыхание поверхностного слоя и концентрация в нем углекислых солей,—это обусловил. повышение щелочности с 379,44 до 432,82 мгр. В остальных слоях падение продолжается. В последнее наблюдение 19/IX щелочность повысилась во всех горизонтах метрового слоя от 20 до 100 см., и лишь в пахотном слое она с 432,82 мгр упала до 372,94 мгр.

Сопоставляя содержание щелочности и ее динамику в отдельных слоях во времени, видим, что в пахотном слое поливного пара она была обычно выше, чем в неполивном пару в течение всего наблюдаемого периода (см. диагр. № 108), за исключением лишь 25/VII, когда щелочность в пахотном слое пара орошаемого была 291,52 мгр, а неорошаемого—408,18 мгр. Точно так же и остальных слоях пара орошаемого щелочность была несколько выше, чем в соответственных слоях пара без орошения. Все это иллюстрируется средними прослойными показателями, а также и диаграммой № 107.

В 1928 г. мы наблюдали явление обратного порядка, хотя оросительная вода в 1928 г. была и более щелочная, нежели в 1929 г. Видимо, причина этого заключается в различии количества осадков, выпавших за эти годы, и в 1929 году, как более засушливом, в связи с орошением происходило увеличение щелочности в почве, вероятно, за счет усиленной орошением биологической деятельности, хотя не исключена возможность подъема легкорастворимых углекислых солей.

Увеличение оросительной нормы для черного пара в 1929 г. до 5 443 кб. м. на га, как видно из таблиц № 243, 244, повысило общее содержание щелочности лишь в верхнем пахотном слое, в остальных же слоях она несколько ниже в сравнении с паровым полем, получившим оптимальную норму. В остальных глубинах—20—100 см—щелочность в пару с оросительной нормой 5 443 кб. м на га приближается к щелочности пара неорошаемого.

Таблица № 243

Общая щелочность (в мгр HCO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Черный пар поливной (М = 5443 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	409,03	420,64	466,48	547,58	469,80	462,71
6/XII	385,03	606,82	504,25	437,78	527,42	492,26
1929 г.						
10/I	805,87	631,04	684,65	664,44	694,14	696,12
11/IV	667,20	667,01	617,95	538,14	477,52	593,56
23/V	473,34	473,06	265,18	384,05	419,50	403,02
6/VI	462,99	451,10	436,46	430,88	440,50	444,38
20/VI	658,40	613,57	555,90	561,27	554,92	588,81
27/VI	534,29	470,97	463,22	408,63	363,08	448,13
12/VII	460 35	438,92	432,11	432,48	428,67	438,51
25/VII	446,96	418,94	469,73	460,95	454,66	450,25
8/VIII	519,04	412,01	482,02	505,92	530,04	489,81
22/VIII	607,50	565,38	521,32	468,12	558,05	544,07
5/IX	463,08	303,97	464,05	443,19	417,58	418,37
19/IX	535,99	505,83	531,70	446,12	427,52	489,43

Таблица № 244

Общая щелочность (в мгр HCO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Черный пар поливной (М = 9668 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	409,03	420,64	466,48	547,58	469,80	462,71
6/XII	385,03	606,82	504,25	437,78	527,42	492,26
1929 г.						
10/I	805,87	631,04	684,65	664,44	694,14	696,12
11/IV	667,20	667,01	617,95	538,14	477,52	593,56
23/V	473,34	473,06	265,18	384,05	419.50	403,02
6/VI	462,99	451,10	436,46	430,88	440,50	444,38
20/VI	658,40	613,57	555,90	561,27	554,92	588,81
27/VI	534,29	470,97	463,22	408,63	363,08	448,13
12/VII	485,53	432,30	615,34	472,36	440,55	489,22
25/VII	468,69	4:4,40	473,12	464,46	362,48	446,63
8/VIII	539,28	512,45	510,60	605,47	516,01	536,77
22/VIII	572,92	560,14	534,85	534,24	496,43	539,71
5/IX	736,90	561,27	630,95	497,38	432,62	571,86
19/IX	554,88	413,64	521,43	542,64	467,59	500,03

Сопоставляя динамику щелочности в пахотном слое сравниваемых паровых полей (диаграмма № 108), видим, что, начиная с 8 июля, т. е. с момента усиленной подачи на поле оросительной воды, щелочность возрастает пропорционально количеству оросительной воды. На диаграмме № 108 кривые располагаются в такой последовательности: пар неполивной, выше пар поливной с оросительной нормой в 2 873 кб. м. на га; дальше кверху пар с оросительной нормой в 5 443 кб. м. на га и на самом верху — кривая пара с максимальной оросительной нормой.

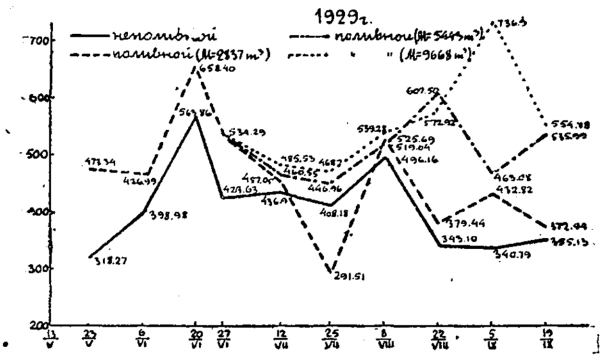


Диаграмма № 108. Динамика общей щелочности в пахотном слое почвы черного пара при разных оросительных нормах 1929 г.

Изменения щелочности в остальных слоях не обнаруживают такой зависимости, как в пахотном слое.

Выше было отмечено, что в пару с максимальной оросительной нормой и щелочность почвы во всех слоях также выше, нежели при всех меньших нормах, в то время как в паровом поле, получившем 5443 куб. мет. воды, щелочность приближается к средней пара неорошаемого, что видно из средних послойных показателей и из диаграммы № 109.

В слое 20 — 40 см средняя общая щелочность в пару неорошаемом — 508,16 мгр в пару с оптимальной нормой — 508,06, в пару с оросительной нормой 5443 м³ — 498,52 мгр и в пару с максимальной оросительной нормой — 519,88 мгр (табл. № 243, № 244). В слоях 80 — 100 см соответственно 468,64, 488,60, 483,24 и 475,91 мгр и т. д.

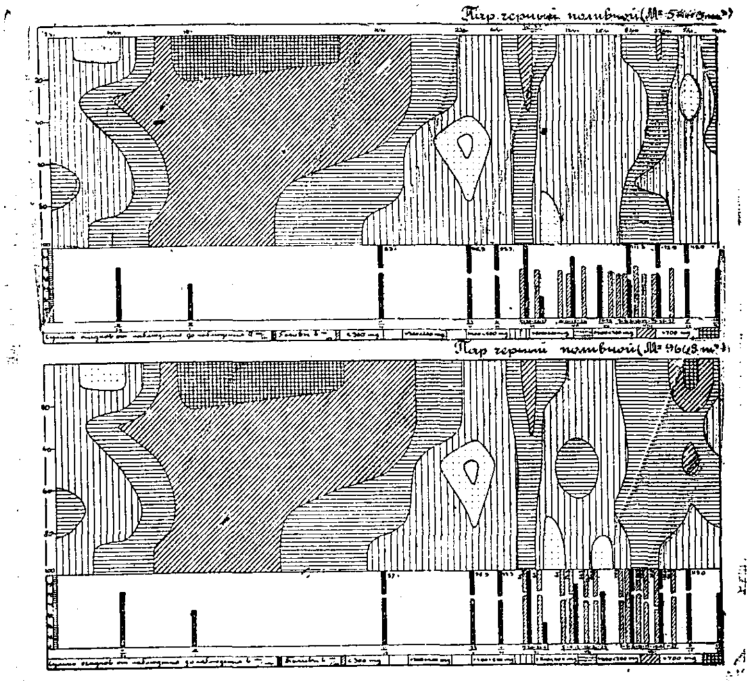


Диаграмма № 109. Динамика общей щелочности в метровом слое почвы черного пара при разных нормах орошения 1928/29 гг.

Таблица № 245

Общая щелочность (в мгр HCO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Озимая пшеница неполивная

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	510,40	520,07	503,72	502,74	523,25	512,03
6/XII	717,95	643,47	664,32	462,51	487,55	595,16
1929 г.						
10/I	650,41	494,44	500,46	451,10	477,22	514,72
11/IV	864,55	839,37	683,30	725,88	736,00	769,82
20/V	430,05	483,97	482,65	517,35	521,33	487,07
3/VI	443,87	429,14	374,47	474,31	460,25	436,40
17/VI	477,82	390,31	474,36	427,13	347,89	423,50
24/VI	416,47	409,91	368,01	382,32	494,46	414,03
8/VII	410,97	367,18	368,72	337,72	328,24	362,56
22/VII	308,32	442,74	411,78	445,57	486,54	418,99
5/VIII	433,79	295,32	254,19	252,71	527,98	352,79
2/IX	229,16	323,63	442,25	364,88	368,00	345,58
16/IX	563,40	523,19	536,61	541,23	541,23	541,13
1/X	500,23	484,05	444,99	430,43	437,03	459,34

Таблица № 246

Общая щелочность (в мгр HCO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Озимая пшеница поливная (М — 1325 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5-XI	466,40	508,59	614,78	503,72	527,36	524,17
6-XII	595,13	676,80	579,78	548,86	635,54	607,22
1929 г.						
10/I	550,56	498,30	478,15	724,10	680,65	586,35
11/IV	807,30	633,94	606,90	616,22	588,98	650,64
20/V	434,64	366,66	441,19	423,63	528,84	438,99
3/VI	530,87	370,39	343,34	369,66	408,24	404,50
17/VI	339,14	352,66	366,23	507,93	510,87	415,36
24/VI	468,51	475,96	510,87	541,40	591,53	517,65
8/VII	271,85	257,39	260,78	372,56	384,78	309,47
22/VII	518,74	447,45	414,42	618,48	568,11	513,44
5/VIII	486,52	504,04	481,62	517,50	525,08	512,95
2/IX	334,63	283,80	264,58	295,32	324,77	301,62
16/IX	441,37	431,97	463,14	479,81	503,50	403,95
1/X	414,28	383,05	369,41	562,32	669,90	479,79

Общая щелочность почвы под озимой пшеницей

В 1929 г. в отличие от парового поля в почве под озимой пшеницей (табл. № 245) 11/IV зарегистрирована высокая щелочность, достигающая в пахотном 0—20 см слое 864,55 мгр на кгр абсолютно сухой почвы. Примерно, столько же и в следующем 20—40 см слое и несколько меньше в остальных слоях.

К наблюдению 20/V щелочность во всем метровом слое сильно упала. Последующие наблюдения, вплоть до 22/VII, также указывают на равномерное и постепенное падение щелочности решительно во всех наблюдаемых слоях почвы. Опять-таки это объясняется сравнительно дождливой погодой июня месяца, за который выпало в в общей сумме 71,3 мм атмосферных осадков. Промачивание почвы распространилось на всю метровую глубину, и, естественно, имел место вынос подвижных углекислых солей за пределы метрового слоя. Менее обильные июльские дожди в состоянии были увлажнить лишь поверхностный слой почвы, в связи с чем в наблюдение 22/VII отмечено уменьшение щелочности в пахотном 0 — 20 см слое (с 410,07 мгр до 308,32 мгр) и увеличение во всех остальных слоях. Нарастание щелочности в этих слоях в наблюдение 22/VII произошло сравнительно небольшое—в пределах 40—80 мгр на кгр почвы, и лишь в самом нижнем 80 — 100 см слое нарастание достигло 160 мгр (с 328,24 до 486,54 мгр).

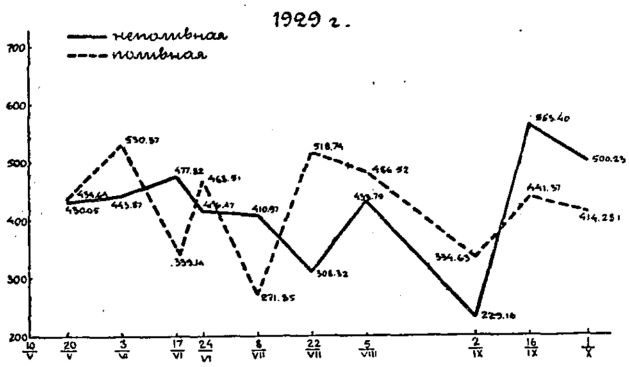


Диаграмма № 110. Динамика общей щелочности в пахотном слое почвы под озимой пшеницей в 1929 г.

С 5/VIII характер послойного распределения щелочности резко изменяется; щелочность сильно увеличилась в самом верхнем и в самом нижнем слоях и настолько же сильно уменьшилась в слоях средних.

Августовское падение—явление не совсем для нас понятное, так как август-месяц отличался большой сухостью воздуха, и, следовательно, происходило иссушение почвы. Казалось бы, что испаряющаяся влага должна выносить карбонаты в верхние слои, на самом же деле этого не произошло, и, даже наоборот, мы наблюдаем сильное падение щелочности решительно во всех слоях на метровой глубине, что, очевидно, связано с переходом $Ca(HCO_3)_2$ в $CaCO_3$. Средние послойные данные указывают на большую концентрацию общей щелочности в верхнем 0—20 см (496,95) и в нижнем 80—100 см слоях (481,21 мгр) и меньшее содержание в средних слоях.

Со внесением оросительной воды под пшеницу 25 и 29 мая в количестве 1325,3 кб. м. на га щелочность несколько повысилась лишь в пахотном слое (с 434,64 мгр до 530,87 мгр к 3/VI) в слое 20—40 см она не изменилась, а в остальных уменьшилась (таб. № 246).

К 17/VI щелочность, наоборот, уменьшилась в пахотном слое с 530,87 до 339,14 мгр; в слое 20—40 см.—с 370,39 до 352,66 мгр, в остальных слоях она возросла: в слое 40—60 см с 343,34 до 363,23 мгр, в слое 60—80 см—с 369,66 до 507,93 мгр и в слое 80—100 см—с 408,24 до 510,87 мгр. К 24/VI отмечено нарастание щелочности во всех слоях, а к 8/VII—сильное падение в связи с обильными осадками, выпавшими 29 и 30 июня (31,5 мм). Дальнейшие наблюдения дают аналогичную картину, отмеченную для поля с неорошаемой озимой пшеницей, т. е. и здесь динамика щелочности находится в связи с атмосферными осадками, а, следовательно, и с состоянием увлажнения отдельных изучаемых горизонтов.

Сравнивая динамику щелочности в почве под культурой озимой пшеницы неорошаемой и в условиях искусственного орошения по отдельным слоям и во времени, прежде всего необходимо остановиться на верхнем пахотном слое, как наиболее подверженном и внешним атмосферным влиянием и воздействию корневой системы пшеницы. Как видно из таблиц № 245 и № 246 и из диаграммы № 110, в период вегетации озимой пшеницы щелочность большей динамичностью отличалась в пахотном слое поля орошаемого,

давая то меньшие, то большие показатели в отдельные сроки наблюдений по сравнению с неполивной делянкой. После уборки пшеницы (убрана 11/VII), начиная с 22/VII по 16/XI, щелочность в 0—20 см слое орошаемого поля значительно выше, чем в поле неорошаемом. Последние два наблюдения 16/IX и 1/X дают обратное соотношение.

В остальных слоях более высокая щелочность поля неорошаемого держалась примерно до июля месяца, а затем оба поля почти сравниваются, и лишь к концу наблюдений щелочность в поле неорошаемом возрастает сильнее, чем в поле орошаемом. Наглядно сказанное иллюстрируется диаграммой № 111.

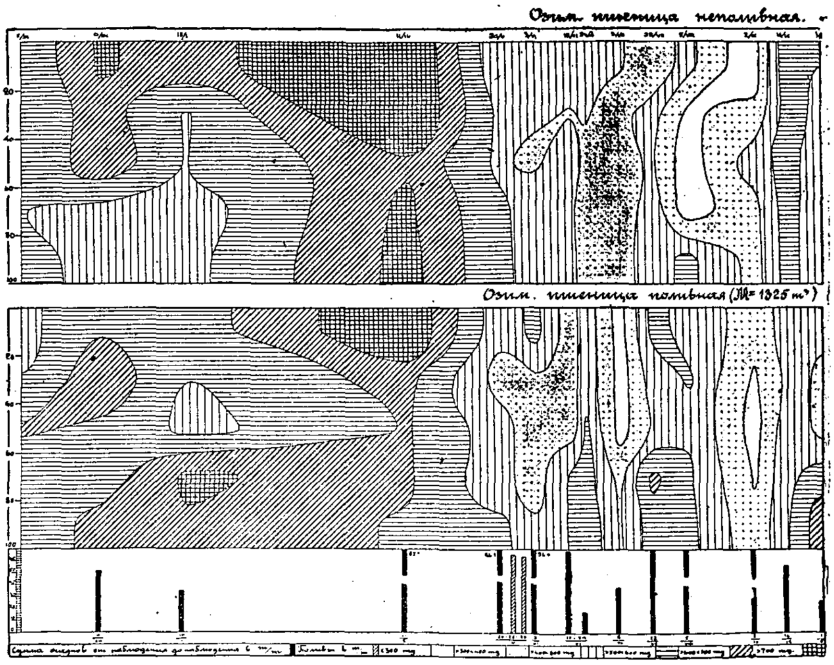


Диаграмма № 111. Динамика общей щелочности в метровом слое почвы под озимой пшеницей 1928/29 гг.

Из рассмотренного материала вытекает, что общая щелочность в почве под культурой озимой пшеницы в связи с орошением уменьшается в корнеобитаемых слоях и увеличивается в слоях более глубоких в сравнении с полем, занятом той же культурой, но без искусственного орошения.

Динамика щелочности в условиях культуры кенафа без орошения и при искусственном орошении

Дожди, выпавшие перед наблюдением 21 мая (табл. № 247) обусловили снижение общей щелочности в пахотном и 20—40 см слоях. В первом—с 444,36 до 371,76 мгр. а во втором—с 607,70 до 460,80 мгр. Некоторое снижение в это наблюдение зарегистрировано и для самого нижнего слоя—80—100 см—с 388,57 до 322,00 мгр. Наоборот, средние слои 40—60 и 60—80 см дают некоторое повышение общей щелочности.

Но перед следующим наблюдением 5/VI, которому также предшествовали сравнительно обильные осадки, произошло сильное увеличение общей щелочности в первых трех слоях и падение ее в следующих двух слоях. Правда, после весьма дождливой майской пятидневки и первых трех дней июня установилась ясная бездождная погода и возможно, что двухдневный срок оказался вполне достаточным, чтобы произошло некоторое скопление углекислых солей в отмеченных слоях, увеличившее общую щелочность. Аналогичную картину мы видим и в наблюдение 18/VI, в которое зарегистрировано значительное повышение щелочности в слоях на глубине 20—100 см., несмотря на то, что дожди были и перед этим наблюдением (выпало около 20 мм. осадков). Падение с 726,28 до

Таблица № 247

Общая щелочность (в мгр HCO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф неполивной

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
3/X	—	322,31	338,18	352,64	313,15	302,03	325,66
22/X	—	430,54	387,29	426,55	358,72	330,88	386,79
1/XII	—	560,04	635,62	659,20	565,20	561,60	596,33
1928 г.							
9/I	—	464,51	406,07	489,81	421,02	429,64	442,21
14/II	—	484,75	632,88	462,24	369 02	558,62	501,50
27/III	—	619,90	489,98	399,96	452,86	399,00	472,34
18/IV	—	465,62	404,82	479,78	515,73	528,73	478,93
7/V	—	444,36	607,70	428,40	348,60	388,57	443,52
21/V	—	371,76	460,80	463,07	412,44	322,00	406,01
5/VI	594,00	726,28	666,78	634,40	301,57	268,80	519,56
18/VI	—	531,71	717,46	579,59	477,42	440,10	549,25
5/VII	—	476,00	542,52	548,50	475,05	408,96	489,20
16/VII	463,10	537,95	624,44	635,66	606,34	508,84	582,64
19/VII	—	427,45	487,32	499,71	420,89	371,28	441,33
30/VII	—	460,11	485,22	370,94	347,70	390,82	410,96
16/VIII	—	481,03	559,08	509,64	403,68	461,70	483,02
27/VIII	531,92	559,80	659,86	690,43	636,99	178,97	545,21
7/IX	—	372,10	374,33	476,56	459,42	313,48	399,18
21/IX	387,17	420,18	474,49	428,64	328,51	292,62	388,88
28/IX	336,87	279,42	337.10	375,96	351,12	314,84	330,88

Таблица № 248

Общая щелочность (в мгр HCO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф поливной (М — 2714 м³/га)

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
3/X	—	307,00	288,92	271,56	272,72	266,30	281,30
22/X	—	440,17	343,35	361,76	406,46	507,31	411,81
1/XI/	—	638,78	634,40	662,64	506,52	572,18	602,90
1928 г.							
9/I	—	460,81	563,58	446,89	473,08	432,40	475,35
14/II	—	598,81	515,20	642,28	428,16	469,20	530,73
27/III	—	479,84	750,96	547,09	516,52	463,54	551,59
18/VI	—	478,14	512,54	511,02	439,47	408,84	470,00
7/V	260,42	347,90	652,53	597,18	425,85	390,60	482,81
21/V	—	404,41	463,07	470,29	416,23	430,12	436,82
5/VI	552,96	694,86	697,68	674,42	691,60	370,50	625,81
18/VI	—	483,12	670,55	724,54	542,86	522,24	588,66
5/VII	—	391,38	462,14	438,00	435,73	446,49	434,75
16/VII	525,05	653,02	648,58	683,36	605,12	587,17	635,45
19/VII	—	319,47	359,58	355,02	329,93	312,80	335,36
30/VII	—	449,34	403,85	402,14	385,70	353,81	398,97
16/VIII	—	544,50	554,00	502,78	430,00	486,00	503,25
30/VIII	768,24	687,06	708,58	713,66	699,36	577,06	677,14
7/IX	—	529,57	478,63	374,78	708,62	667,96	551,91
20/IX	370,27	311,60	381,64	405,92	413,81	384,89	379,57
28/IX	352,51	317,26	349,75	358,68	333,88	310,31	333,97

531,71 мгр отмечено лишь для верхнего пахотного слоя. Наблюденне 5/VII дало падение щелочности во всем метровом слое. Явление—весьма интересное, очевидно обусловленное биологическими факторами, с одной стороны, и с другой—переходом $Ca(HCO_3)_2$ в $CaCO_3$ под влиянием высыхания, что и было отмечено нами уже ранее. Такой порядок явлений приходится допустить тем более, что отмеченное падение щелочности не является единичным и наблюдалось также и в рассмотренных ранее полях севооборота. В данном случае высказанные предположения подтверждаются еще раз повышением щелочности к следующему наблюдению 16/VII. На этот раз имело место повышение, несмотря на выпавшие перед этим наблюдением осадки.

Переходим к рассмотренню щелочности в поле под культурой кенафа с искусственным орошением. Прежде всего обращает на себя внимание сильное нарастание щелочности во всем метровом слое после первого полива. Первый полив в 1928 г. был произведен 13 июля. По данным анализа на 12 число, поливная вода имела значительное содержание HCO_3 (506,07 мгр на литр). Этим, вероятно, и обусловлен, отмеченный в наблюдение 6/VII подъем щелочности (табл. № 248).

Следующий полив был дан 18 июля. Несмотря на содержание в поливной воде 920,82 мгр HCO_3, наблюдением на следующий день, 19 июля, отмечено сильное падение щелочности во всех слоях. А именно, в пахотном слое щелочность с 653,02 мгр упала до 319,47 мгр, в слое 20—40 см с 648,58 до 359,58 мгр и т. д. Очевидно, в этом случае произошло быстрое промачивание почвы, еще хранившей влагу первого полива, и вторая вода выносила легкорастворимые углекислые соли вниз, за пределы метрового слоя.

Дальнейшие наблюдения показывают постепенное возрастание щелочности во всех слоях: в пахотном слое до 687,06 мгр к наблюдению 30/VII, в слое 20—40 см—до 708,58 в слое 40—60 см.—до 713,66 мгр и т. д. Но это возрастание к концу наблюдений сменяется постепенным падением с наименьшими показателями щелочности 28 августа.

Средние послойные данные указывают, во-первых, на некоторое увеличение щелочности под кенафом орошаемым в сравнении с неорошаемом и, во-вторых, на концентрацию щелочности в средних горизонтах поливной делянки, в отличие от распределения ее при естественном увлажнении.

Для отдельных слоев показатели таковы: слой 0—20 см—476,85 мгр, слой 20—40 см —521,97 мг, слой 40—60 см—507,21 мгр, слой 80—100 см—447,98 мгр.

Увеличение общей щелочности в поле под орошаемом кенафом настолько незначительно, что начиная с 19/VII (см. диагр. № 112) не дает сколько-нибудь значительных разниц для обоих полей. Обращает на себя внимание лишь несколько повышенная щелочность, отмеченная для августа, но она не на столько существенна, чтобы изменить общий уровень щелочности в этом поле. К концу наблюдений поле под кенафом поливным выходит из сезона с меньшей щелочностью, нежели поле без орошения. Некоторый рост средних показателей для поливного кенафа нужно отнести не за счет оросительных вод, а за счет более высокой щелочности этого поля в дополивной период.

Динамика общей щелочности в метровом слое почвы в условиях культуры кенафа, неорошаемого в 1929 г., в общем, очень незначительна (табл. № 249).

Средние прослойные показатели весьма близки между собой, так как в верхнем 0—20 см слое щелочность равна 456,62 мгр, а в слое 0—20 см—475,48 мгр., т. е. некоторое нарастание, но, как видим, весьма незначительное. В слое 40—60 см щелочность падает и дает величину 429,60 мгр, даже несколько меньшую, чем в верхнем 0—20 см слое; слой 50—80 см содержит еще меньше, и меньше всех содержит слой 80—100 см Здесь щелочность составляет только 394,68 мгр. По средним показателям выявляется тенденция падения щелочности сверху вниз, от пахотного слоя к глубоким.

Переходим к культуре орошаемой. Первый полив, данный кенафу в 1929 году, был 28 июня. Он понизил общую щелочность (табл. № 250) во всех слоях поля, занятого кенафом, как выявилось при июльской отметке (8/VII).

Последующие наблюдения, также как и в случае культуры кенафа неорошаемого, указывают на весьма слабую зависимость щелочности от количества поступающих в почву оросительных вод или атмосферных осадков; и так было до середины сентября, т. е. до окончания оросительного периода. С прекращением поливов последовало увеличение щелочности во всех слоях; в пахотном—с 295,8 мгр 2/IX до 319,39 мгр

Таблица № 249

Общая щелочность (в мгр HCO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф неполивной

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	470,35	470,88	503,28	446,45	440,80	466,35
3/XII	631,18	541,16	495,81	402,48	396,26	493,37
1929 г.						
8/I	702,80	447,26	433,44	380,02	380,83	468,87
8/IV	602,39	727,04	571,38	560,66	477,52	587,79
20/V	411,16	520,33	467,52	445,14	428,68	454,56
3/VI	511,40	495,56	267,91	427,92	413,91	423,34
17/VI	501,46	536,64	445,44	434,80	407,43	465,15
24/VI	481,77	550,19	365,70	346,16	449,33	438,63
8/VII	274,50	414,15	430,92	271,86	325,52	343,39
22/VII	348,85	390,04	403,00	433,73	396,74	394,47
5/VIII	422,02	472,26	448,65	429,66	368,00	428,11
22/VIII	392,04	351,34	438,80	423,20	342,04	389,48
2/IX	316,82	403,52	412,20	390,54	363,33	377,30
16/IX	298,48	360,21	328,53	313,76	324,32	325,06
30/IX	484,05	451,69	432,42	423,15	405,54	439,37

Таблица № 250

Общая щелочность (в мгр HCO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф поливной ($M = 3\,101$ $м^3$/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	348,94	396,61	429,40	426,80	406,87	401,72
4/XII	700,16	487,31	438,67	401,13	418,84	489,22
1929 г.						
8/I	697,07	537,46	492,10	393,01	410,87	506,12
8/IV	762,00	639,46	574,36	590,40	540,29	621,30
20/V	551,57	495,02	414,99	400,90	421,17	456,73
3/VI	428,18	392,36	301,97	282,19	323,97	345,73
18/VI	515,62	703,29	504,25	463,50	431,20	523,57
24/VI	496,82	419,22	312,25	334,33	303,55	373,23
8/VII	422,87	291,55	358,21	280,36	279,30	326,45
22/VII	437,96	400,13	381,39	326,03	335,22	376,14
5/VIII	400,44	363,48	268,46	309,96	306,81	329,83
22/VIII	278,21	325,52	313,57	320,45	338,42	315,23
2/IX	295,80	336,80	349,18	225,43	335,74	308,59
16/IX	319,39	458,31	520,27	514,80	488,59	460,27
30/IX	511,02	735,95	361,17	360,02	353,63	464,15

к 16/IX, в слое 20—40 см—с 336,80 до 458,31 мгр и т. д. Становится ясным, что оросительные воды в рассматриваемом году производили выщелачивание легкораствори-

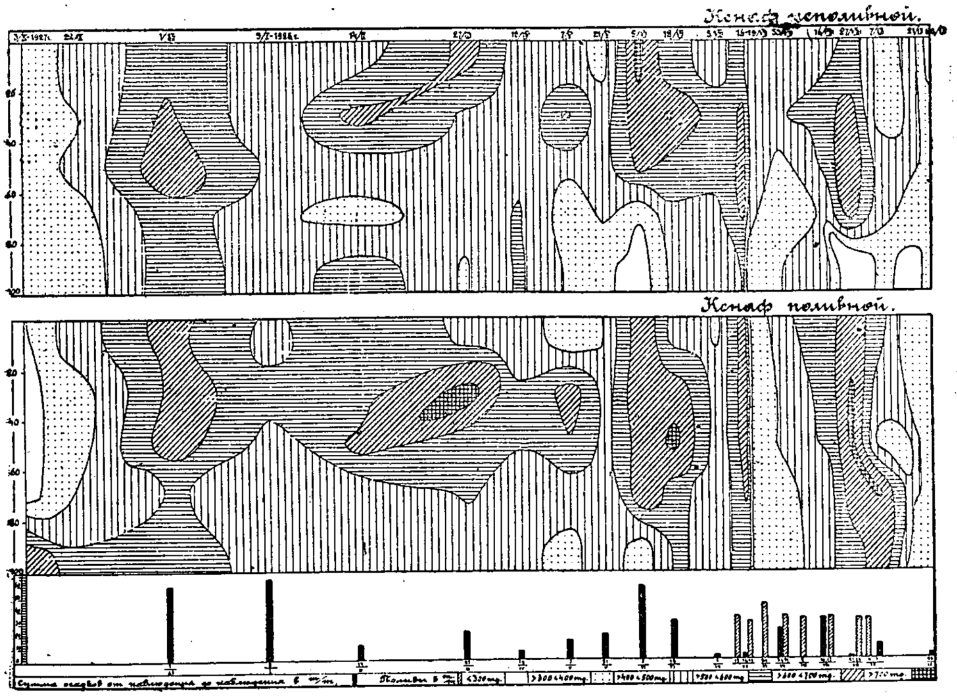


Диаграмма № 112. Динамика щелочности в метровом слое почвы под кенафом 1927/28 гг.

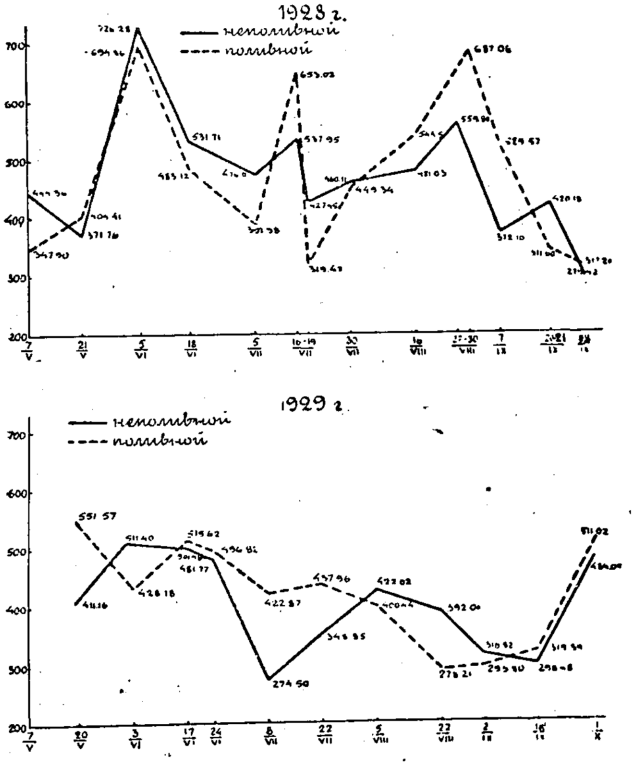


Диаграмма № 113. Динамика общей щелочности в пахотном слое под кенафом.

мых углекислых щелочей и двууглекислых щелочных земель. Последнее наблюдение, имевшее место 1 октября, выявляет перед нами заключительный этап этой динамики щелочности в почве—весьма значительное нарастание ее в первых двух слоях—0—20

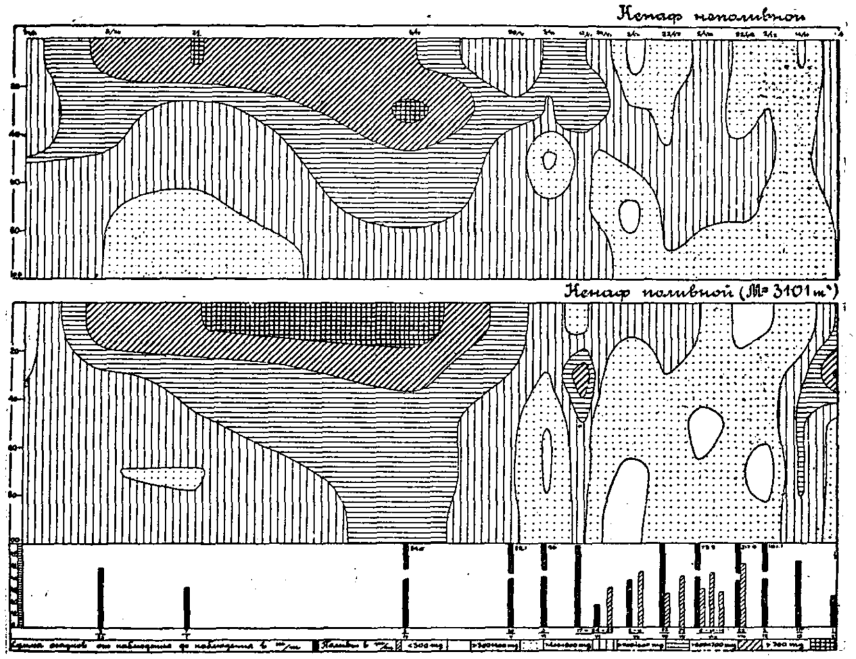


Диаграмма № 114. Динамика общей щелочности в метровом слое почвы под кенафом 1928/29 гг.

и 20—40 см и столь же сильное падение в остальных. Точно также и послойные данные щелочности дают правильный ряд зависимостей убывания щелочности от верхних слоев к нижним слоям. Под кенафом поливным зависимость эта выражена еще более резко, нежели для неорошаемой культуры.

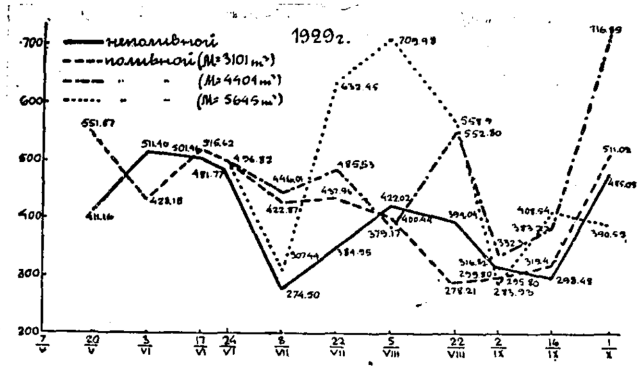


Диаграмма № 115. Динамика общей щелочности в пахотном слое почвы кенафа при разных нормах орошения.

Сверх того, из средних данных видно, что при сравнении щелочности орошаемой и не орошаемой культур только пахотный слой под кенафом орошаемым содержит несколько больше HCO_3 нежели под неорошаемом (477,73 и 456,62 мгр) в остальных же слоях под кенафом орошаемом общая щелочность всегда меньше, нежели под неорошаемым.

Сравнивая динамику щелочности пахотных слоев с орошением и без орошения в различные годы, видим (см. диагр. № 113), что в 1928 г., сравнительно влажном, щелочность отличалась большей динамичностью, чем в 1929 г., более бедном осадками. В 1929 г., после первого полива произошло сильное падение щелочности в пахотном слое орошаемого поля, и затем оно возрастало весьма значительно и более усиленным темпом, нежели под культурой без искусственного орошения. В последнее наблюдение щелочность в обоих полях выравнялась.

Немного иначе вела себя щелочность в 1928 г. Слабый толчек к нарастанию после первого полива сменяется равномерным и притом сильным падением вплоть до самого конца оросительного периода.

Увеличение оросительной нормы до 4404 м³ и 5645 м³ на га (табл. №№ 251, 252). увеличило общую щелочность под кенафом весьма незначительно, в сравнении с более низкими нормами орошения.

Существенное отличие при больших оросительных нормах — это большая динамичность щелочности с увеличением количества воды, выливаемой на единицу площади.

Сказанное можно проследить хотя-бы на динамике щелочности в пахотном слое, изображенной диагр., № 115, Как видим, с началом поливов сильно возрастает щелочность по наибольшей норме.

Увеличивается общая щелочность и по норме 4404 м³ на га, но с некоторым запозданием, зато к концу наблюдений в этом поле—наиболее высокая щелочность, а при максимальной норме—5645 м³ на га, наоборот, наименьшая.

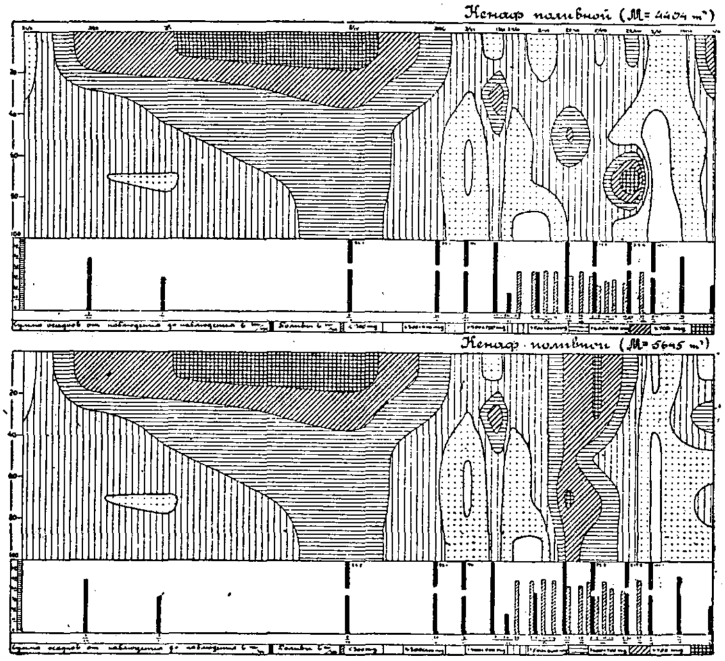


Диаграмма № 116. Динамика общей щелочности в метровом слое почвы под кенафом при разных оросительных нормах 1928/29 гг.

Средние послойные показатели общей щелочности с повышением нормы орошения также идут вверх, но далеко не в соответствии с надбавкой, даваемой нормами. Так, в порядке возрастающей оросительной нормы средняя общая щелочность в слое 0—20 см равна: 477,73, 519, 75 и 519,47, мгр в самом нижнем слое: 379,63—384,67, 409,59 мгр. Налицо—определенное нарастание щелочности, но в размерах самых незначительных.

Сравнивая повышенные оросительные нормы между собой, видим, что в период наиболее интенсивных поливов (13/VII—8/VIII) общая щелочность во всем метровом слое поля больше при норме 5645 м³ на га (см. диагр. № 116), нежели при норме 4404 м³. Таким образом является некоторое засоление почвы карбонатами оросительной воды. Однако, при первых же осенних дождях, когда понижается температура и уменьшается испарение, все эти карбонаты, вследствие присущей им подвижности легко выносятся за пределы метрового слоя.

Динамика общей щелочности в условиях культуры овса

Как видно из таблицы № 253, начиная еще с осени 1927 г., щелочность постепенно нарастала вплоть до середины зимы и во всех наблюдаемых слоях достигла наивысших абсолютных количеств, примерно, к середине января 1928 г. Далее начался про-

Таблица № 25

Общая щелочность (в мгр HCO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф поливной (М = 4 403 $м^3$/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80 - 100	
1928 г.						
31/X	348,94	396,61	429,40	426,80	406,87	401,72
4/XII	700,16	487,31	438,67	401,13	418,84	489,22
1929 г.						
8/I	697,07	537,46	492,10	393,01	410,87	506,10
8/IV	762,00	639,46	574,36	590,40	540,29	621,30
20/V	551,57	495,02	414,99	400,90	421,17	456,73
3/VI	428,18	392,36	301.97	282,19	323,97	345,73
18/VI	515,62	703,29	504,25	463,50	431,20	523,57
24/VI	496,82	419,22	312,25	334,33	303,55	373,23
8/VII	446,01	440,43	437,30	434,87	293,19	410,36
22/VII	485,53	477,58	622,96	468,85	410,74	493,13
5/VIII	379,17	448,48	437,34	433,31	429,32	425,52
22/VIII	552,80	402,73	315,97	894,53	359,23	505,05
2/IX	332,32	311,58	272,08	246,50	280,74	288,64
16/IX.	383,23	381,52	325,22	336,51	304,61	346,21
30/IX	716,85	505,01	416,81	454,39	435 53	505,71

Таблица № 252

Общая щелочность (в мгр HCO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Кенаф поливной (М = 5 645 $м^3$/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	348,94	396,61	429,40	426,80	406,87	401,72
4/XII	700,16	487,31	438,67	401,13	418,84	489,22
1929 г.						
8/I	697,07	537,46	492,10	393,01	410,87	506,10
8/IV	762,00	639,46	574,36	590,40	540,29	621,30
20/V	551,57	495,02	414,99	400,90	421,17	456,73
3/VI	428,18	392,36	301,97	282,19	323,97	345,73
18/VI	515,62	703,29	504,25	463,50	431,20	523,57
24/VI	496,82	419,22	312,25	334,33	303,55	373,23
8/VII	307,44	434,66	434,91	421,30	269,56	373,57
22/VII	632,45	631,94	628.41	720,27	615,27	645,67
5/VIII	709,98	713,98	469,63	623,69	573,16	618,09
22/VIII	558,90	439,95	431,70	427,64	433,78	4 8,39
2/IX	283,93	322,10	275,03	274,26	274,26	285,91
16/IX	408,54	479,67	362,81	364,32	359,16	394,90
30/IX	390,55	572,11	367,82	457,40	361,92	429,91

Таблица № 253

Общая щелочность (в мгр HCO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Овес неполивной

Дата	Поверхн. 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
3/X	—	474,12	503,28	440,82	431,05	420,26	453,90
24/X	—	451,46	394,42	428,35	416,10	389,50	415,96
5/XII	—	490,24	443,46	577,54	517,98	445,11	494,85
1928 г.							
12/I	—	741,46	536,56	553,28	553,10	575,74	592,03
29/III	—	620 45	475,02	373,25	366,60	385,97	444,25
18/IV	—	477,29	533,42	462,46	410,64	390,60	456,28
7/V	284,40	746,64	644,80	435,12	370,80	274,92	494,45
21/V	—	491,90	597,08	441,50	377,52	388,92	459,38
5/VI	537,38	676,74	730,66	667,21	488 01	390,05	590,53
18/VI	—	521,22	673,18	442,80	366.70	366,61	474,10
2/VII	—	488,82	518,90	522,34	379,23	367,84	455,42
12/VII	482,72	495,39	537,95	483,13	532,22	435,23	496,78
19/VII	—	505,73	451,00	479,98	422,24	357,24	443 24
2/VIII	—	444,58	402,08	402,96	533,06	325,68	421,67
29/VIII	337,93	375,96	499,55	473,09	375,96	375,96	420,10
10/IX	513,00	579,48	643,56	672,80	735,76	351,12	596,54

Таблица № 254

Общая щелочность (в мгр HCO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Овес поливной (М — 1439 м³/га)

Дата	Поверхн 0—5	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—1 0	
1927 г.							
3/X	—	402,98	438,05	445,56	367,49	310,62	392,94
24/X	—	443,15	382,54	365,56	317,30	453,14	392,34
5/XII	—	521,92	509,32	516,88	414,72	440,63	480,70
1928 г.							
12/I	—	465,35	804,42	572,00	498,16	525,80	573,14
29/III	—	749,83	636,02	419,64	552,96	375,96	546,88
18/IV	—	442,10	492,94	468,53	384,34	472,26	452,03
7/V	396,00	647,28	576,64	443,25	389,23	395,64	490,41
21/V	—	483,12	583,85	577,02	494,86	417,60	511,29
5/VI	599,00	649,43	691,44	628,93	388,44	368,16	545,28
18/VI	—	507,90	636,96	636,96	472,10	445,44	539,87
2/VII	—	456,01	468,38	452,86	419,18	424,30	444,14
12/VII	441,73	415,66	480,00	439,87	424,80	430,20	438,10
19/VII	—	341,11	416,84	433,38	367,38	356,08	382,96
2/VIII	—	472,00	483,12	475,14	405,59	397,88	228,74
27/VIII	474,57	448,96	457,74	480,26	397,88	378,39	432,64
10/IX	483,62	463,30	424,99	490,39	356,44	448,26	436,67

цесс обратного порядка: первое весеннее наблюдение 12/III показывает уже начинающееся падение щелочности, притом меньше в верхних слоях и несколько более—в нижних.

В пахотном слое общая щелочность с 741,47 мгр уменьшилась до 620,45 мгр, в слое 20—40 см—с 536,56 до 475 02 мгр, и в слое 80—100 см—с 575,74 до 385,97 мгр. Таким образом, в последнем слое разница в щелочности между зимними и весенними наблюдениями составляет 150 мгр, а в верхнем пахотном слое—около 100 мгр.

Апрельское наблюдение дало некоторое уменьшение щелочности в пахотном слое и увеличение в остальных слоях (осадки). В дальнейшем, в связи с отсутствием осадков и с наступлением теплого периода, наблюдаем перемещение щелочности из нижних в верхние слои. Отчетливо это выявляется уже к наблюдению 7 мая. В это наблюдение щелочность пахотного слоя достигла величины 746,64 мгр против 477,29 мгр предыдущего наблюдения, в слое 20—40 см—644,80 мгр с 533,42 мгр. В остальных же слоях к 7/V, наоборот, понизилась: в слое 40—60 см с 462,46 до 435,12 мгр в слое 60—80 см—с 410,64 мгр до 370,80 мгр и в слое 80—100 см—с 390,60 мгр до 274,92 мгр. Как видим, при отсутствии атмосферных осадков карбонаты почвы под культурой овса поднялись из нижних в верхние слои.

В дальнейших наблюдениях совершенно отчетливо выявляется тенденция, уже не раз нами отмеченная при рассмотрении щелочности под другими культурами севооборота,— это увеличение общей щелочности во всем метровом слое, отмеченное в наблюдениях после дождей, и, наоборот, ее уменьшение в периоды бездождья. Таким образом при увлажнении почвы щелочность увеличивается, а при подсыхании уменьшается. Это чрезвычайно ярко отображается параллельными рядами цифр таблицы № 253 Так, например, общая щелочность в пахотном слое на 21/V была 491,90 мгр, а на 5/VI—уже 676,74 мгр, в слое 20—40 см—соответственно 597,08 и 730,66 мгр и т. д., на глубину всего метрового слоя. Перед наблюдениями 18/VII и 2/VII дожди отсутствовали и мы видим падение щелочности точно также во всех наблюдаемых слоях. Аналогичная картина остается до конца наблюдений, и только в самое последнее наблюдение видим увеличение щелочности на глубине от 0 до 80 см в отсутствие атмосферных осадков. (Если не принять во внимание дожди 1 и 2 сентября, давшие в общей сумме 11,6 мм).

Из средних послойных данных общей щелочности видно, что в условиях естественного увлажнения под этой культурой щелочность в больших количествах концентрировалась в верхних горизонтах, с глубиной же щелочность уменьшалась. Так, в верхнем пахотном слое средняя из всех наблюдений равна—536,34 мгр, в нижнем слое 80—100 см она ниже 400 мгр (390,06 мгр).

Поливы (табл. № 254) 19 июня и 10 июля в общей сумме 1551 м³ на га, оба раза произвели понижение общей щелочности. Так, после первого полива (наблюдение 2/VII) щелочность в верхнем слое 0—20 см упала до 456,01 мгр с 507,90 мгр. В слое 20—40 см с 636,96 мгр до 468,37 мгр и т. д. Второй полив имел более слабое действие: щелочность понизилась лишь в некоторых слоях, в других она осталась на прежнем уровне, или даже несколько увеличилась. 12/VII щелочность в пахотном слое достигла 415,66 мгр, т. е. снизилась на 50 мгр, в следующем слое 20—40 см увеличилась на 12 мгр, в слое 40—60 см также несколько уменьшилась, а в остальных увеличилась.

Дальнейшие наблюдения дают более или менее устойчивые ряды цифр, показывающие весьма назначительные колебания щелочности по отдельным горизонтам в период с июля по 10 сентября. Согласно показаниям средних послойных данных, щелочность орошаемого поля имеет по сравнению с неорошаемым несколько иное послойное распределение. В 1928 г. под культурой овса при орошении наибольшие количества карбонатов отмечены в слое 20—40 см—530,03 мгр, затем в слое 0—20—494,38 и в слое 40—60 см—490,39 мгр. В последних двух наименьшие количества (приблизительно по 415 мгр).

В средних послойных данных видно, что щелочность в почве при орошении несколько понизилась, но уменьшение настолько незначительно, что данные таблиц, представленные в виде диаграммы (см. диагр. № 117), дают совершенно аналогичную картину для обоих полей.

Динамика общей щелочности в условиях культуры овса в 1929 г. без орошения и при орошении представлена таблицами №№ 255 и 256.

Таблица № 255

Общая щелочность (в мгр HCO_3 на кгр абсолютно сухой почвы

Овес неполивной

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—109	
1928 г.						
31/X	411,65	449,15	455,70	399,75	422,17	427,68
3/XII	519,82	456,66	395,14	367,70	332,42	514,34
1928 г.						
7/I	678,57	416,56	515,11	600,39	423,58	526,84
8/IV	595,08	621,43	521,08	502,16	468,87	541,72
20/V	236,61	300,52	375,46	319,77	271,76	300,82
3/VI	332,22	442,22	413,42	376,49	384,75	389,82
17/VI	424,46	467,54	465,61	473,35	424,80	451,14
24/VI	521,70	586,87	550,04	533,45	553,36	550.18
8/VII	389,86	395,11	402.38	394,00	277,33	371,73
22/VII	361,61	368,75	420,90	339,12	369,55	371,98
5/VIII	447,52	326,96	450,02	441,92	421,29	517,54
2/IX	324,22	451,19	414,96	364,80	438,26	398,68
16/IX	303,53	391,44	336,53	382.07	268,76	336,46
1/X	464,69	436,43	460,04	418,47	394,78	434,88

Таблица № 256

Общая щелочность (в мгр HCO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Овес поливной (М — 1326 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
31/X	403,61	404,88	422,17	410,08	417,65	411,67
3/XII	698,83	440,57	436,02	408,50	433,34	483,46
1929 г.						
7/I	734,50	428,03	416,33	404,20	338,92	464,39
8/IV	640,68	513,24	520,07	483,95	439,56	519,49
20/V	534,53	368,01	400,40	353,92	284,38	388,24
3/VI	522,2	559,58	448,58	422,82	251,96	441,05
17/VI	622,87	620,34	363,26	448,99	433,68	496,82
24/VI	492,23	357,12	329,67	303,47	329,67	362,43
8/VII	462,08	413,70	414,22	378,00	283,89	390,36
22/VII	436,89	323,11	372,67	337,01	326,20	359,17
5/VIII	363,07	404,76	336,96	363,31	357,13	365,04
2/IX	316,48	387,61	340,91	220,42	219,90	287,06
16/IX	363,05	382,07	340,18	319,39	308,98	342,73
1/X	427,20	313,57	375,47	332,76	352,45	360,29

Из таблицы № 255 прежде всего обращает на себя внимание уменьшение общей щелочности во всем метровом слое в весенний период—к 20/V и 3/VI. Затем в течение июня, бывшего наиболее дождливым месяцем года (71,3 мм атмосф. осадков), щелочность быстро нарастала, достигнув наивысшего значения к наблюдению 24/VI.

В дальнейшем она изменяется незначительно. К последнему наблюдению (I/X) выявляется тенденция нарастания порядка 100—150 мгр. Средние послойные данные также указывают на большое засоление карбонатами слоя 20—60 см и на падение щелочности кверху и книзу.

Наблюдения над орошаемой культурой ничего существенного не вносят по сравнению с ходом динамики щелочности под культурой овса неорошаемого. Средние послойные

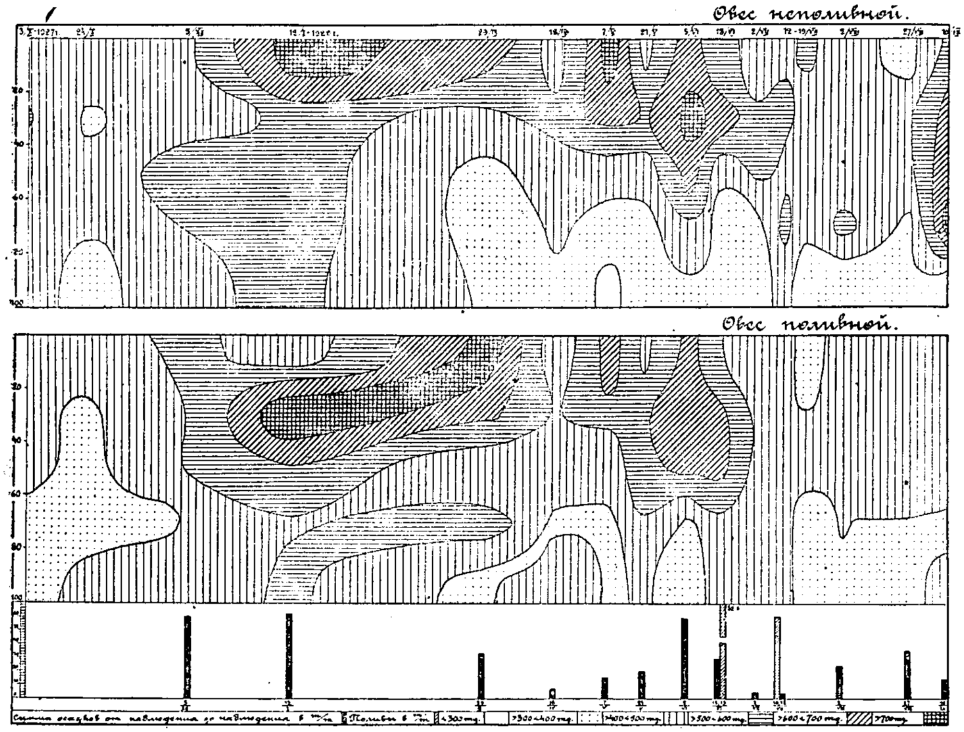


Диаграмма № 117. Динамика общей щелочности в метровом слое почвы под овсом 1927/28 гг.

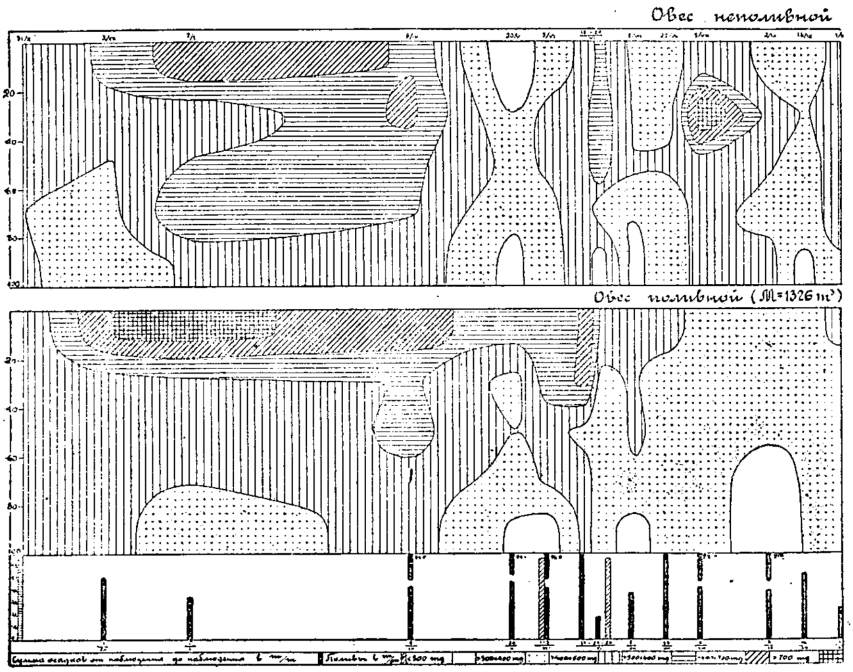


Диаграмма № 118. Динамика общей щелочности в метровом слое почвы под овсом 1928/29 гг.

данные равномерно убывают сверху вниз: в пахотном слое щелочность—501,31, в слое 20—40 см—419,14, в слое 40—60 см—394,06 в слое 60—80 см—370,12 и в последнем 80—100 см. слое—351,26 мгр.

Сопоставляя динамику общей щелочности почвы под культурой овса, видим, что в 1929 г. под влиянием орошения произошло некоторое накопление карбонатов только в верхнем пахотном слое. Средние послойные из всех наблюдений 505,31 против 429,39 мгр (неорошаемого поля). На щелочность остальных слоев почвы орошение в этом, году (также как и в предшествующем) имело благоприятное влияние в смысле ее уменьшения. В результате на диагр. № 118, видим, что во вторую половину наблюдений щелочность почвы поля орошаемого меньше, чем неорошаемого, вероятно вследствие большего засоления.

Сказанное в одинаковой степени относится к обоим годам, как это видно из диагр. № 119, представляющей в наглядной форме динамику общей щелочности в пахотном горизонте, полей под культурой овса.

В уловиях орошения для 1929 г. выявляется тенденция к нарастанию общей щелочности в пахотном 0—20 см слое.

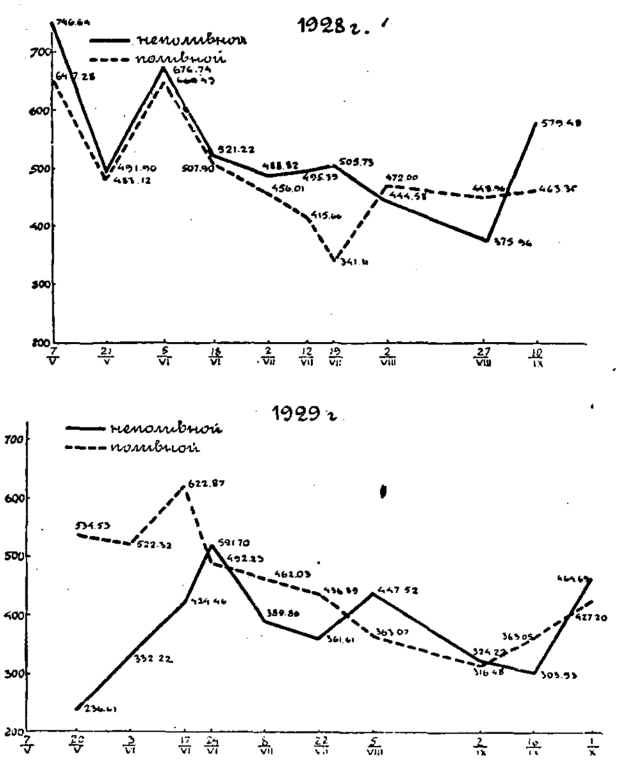


Диаграмма № 119. Динамика общей щелочности в пахотном слое почвы под овсом.

Динамика общей щелочности в условиях культуры яровой пшеницы.

В отличие от других культур в почве под яровой пшеницей (табл. № 257) нарастание щелочности происходило в период до апреля месяца, и в наблюдение 2/IV зарегистрирована наивысшая щелочность, особенно для верхних слоев.

Первые же апрельские дожди, до 18 апреля давшие всего лишь 6,9 мм осадков, значительно понизили щелочность во всей метровой толще.

Летом щелочность снова повысилась. Более значительное увеличение последней отмечено наблюдениями 8 и 18/VI, несмотря на то, что как первому, так и второму наблюдению предшествовали более или менее значительные дожди, т. е динамика щелочности под пшеницей имеет такие же черты, как и под рассмотренными ранее культурами. Дальнейшие наблюдения, также как и под культурой овса, дают более или менее устойчивые ряды цифр в пределах отдельных изучаемых слоев, и только в последнее наблюдение (10/IX) происходит сильное нарастание щелочности особенно в верхнем горизонте.

Общее распределение щелочности по отдельным слоям такое: наибольшие количества—в слое 20—60 см (555,94 и 547,35 мгр), затем несколько меньше—в слое 0—20 см (508,38 мгр) и еще меньше в слоях более глубоких—60—80 и 80—100 см.

Первый полив яровой пшеницы, произведенный 20/VI, сопровождался понижением щелочности во всем метровом слое (если судить по наблюдениям 2/VII). До полива 18/VI в пахотном слое общая щелочность была 608,76 мгр, а после полива—429,66 мгр. В слое 20—40 см, соответственно, 684,73 и 494,51 мгр и т. д.. Во второй полив (10 июля) было вылито воды 698 м³ на га. Как видим из таблицы № 258, общая щелочность после второго полива повысилась решительно во всех слоях, т. е. в даном случае действие поливной воды прямо противоположно действию первого полива.

Таблица № 257

Общая щелочность (в мгр HCO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Пшеница яровая неполивная

Дата	Поверхн.	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
5/X	—	446,83	490,68	490,68	495,49	507,60	486,25
26/X	—	498,43	477,36	396,06	515,42	409,09	459,27
7/XII	—	555,15	526,20	563,04	499,01	593,92	547,46
1928 г.							
16/I	—	456,06	530,74	568,56	452,20	652,30	531,97
2/IV	—	689,95	801,04	630,71	508,87	490,68	624,25
18/IV	—	477,13	571,20	564,56	382,54	273,76	453,84
10/V	282,74	444,92	533,48	383,76	305,04	297,82	393,00
24/V	—	486,40	544,32	651,24	487,41	343,98	499,47
8/VI	459,90	584,64	625,51	718,20	540,29	360,61	565,85
18/VI	—	656,82	715,08	674,29	571,69	552,01	633,98
2/VII	—	424,59	456,00	413,00	408,22	299,57	400,27
12/VII	419,68	450,00	496,49	547,13	402,08	341,84	447,50
19/VII	—	419,83	483,47	443,11	331,60	242,81	384,16
2/VIII	—	447,10	471,60	541,79	515,45	428,40	481,85
27/VIII	399,04	429,66	549,67	516,32	426,88	415,80	467,66
10/IX	652,10	666,72	622,27	655,20	693,12	636,58	654,78

Таблица № 258

Общая щелочность (в мгр HCO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Пшеница яровая поливная (М — 1551 м³/га)

Дата	Поверхн.	Глубина в сантиметрах					Среднее
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1927 г.							
5/X	—	417,94	406,19	476,16	422,06	444,60	433,30
26/X	—	428,96	446,31	400,26	373,03	567,60	443,23
7/XII	—	619,89	620,40	676,01	720,93	613,68	654,18
1928 г.							
16/I	—	537,10	872,56	698,73	506,48	480,20	619,01
2/IV	—	699,10	778,26	709,72	759,06	661,28	721,48
1 /IV	—	599,67	522,16	434,28	376,74	309,61	448,49
10/V	329,12	488,38	432,08	386,91	344,08	313,48	388,98
24/V	—	491,52	662,90	742,39	637,84	494,19	605,77
8/VI	506,54	595,84	629,52	656,82	637,80	483,00	600,59
18/VI	—	608,76	684,73	741,02	712,80	632,73	676,10
2/VII	—	429,66	494,51	544,85	457,74	416,98	468,60
12/VII	642,88	598,42	600,40	627,66	590,48	586,48	590,69
19/VII	—	586,04	617,89	461,00	356,83	341,58	472,86
2/VIII	—	282,72	475,14	530,38	473,09	406,46	433,55
27/VIII	531,92	526,93	543,20	575,28	573,11	539,22	551,55
10/IX	624,96	676,40	480,93	577,38	376,77	1 078,06	637,00

Затем до начала августа происходило уменьшение щелочности, и только в двадцатых числах этого месяца начался обратный процесс, захвативший все слои. Для примера приведем количества, отмеченные в наблюдениях 2 и 27 августа. В пахотном слое 2/VII было 282,72 мгр, 27/VIII—526,93 мгр. В слое 20—40 см 2/VIII было 475,14 мгр, а 27/VIII—543,20 мгр. В следующем 40—60 см слое, соответственно, было 530,38 и 575,28 мгр; в слое 60—80 см—473,09 и 543,11 мгр, и, наконец, в последнем слое—406,46 и 539,22 мгр. В последнее наблюдение (10/IX) отмечено дальнейшее увеличение щелочности в пахотном слое до 676,40 мг., в слое 40—60 см.—до 577,38 мг и в последнем 80—100 см слое—до 1078,06 мгр и убыль в слоях 20—40 и 60—80 см.



Диаграмма № 120. Динамика общей щелочности в метровом слое почвы под яровой пшеницей 1927/28 гг.

Средние послойные показатели дают такое распределение щелочности: наибольшее количество на глубине 20—40 и 40—60 см (577,95 и 577,38 мгр), затем в слое 0—20—536,71 мгр и наименьшее—в двух последних нижних слоях: 519,92 и 520,32 мгр. Вообще распределение общей щелочности в почве под яровой орошаемой пшеницей таково же примерно, как и под пшеницей неорошаемой, с той лишь разницей, что под орошаемой культурой средние послойные несколько выше. Повышение общей щелочности при орошении оттеняется и на представленной диаграмме № 120. Сопоставляя динамику воднорастворимых карбонатов в метровом слое обоих полей, видим, что, начиная с момента внесения оросительной воды под пшеницу и до конца наблюдений, диаграмма для пшеницы поливной указывает на большее здесь содержание карбонатов.

В 1929 г. динамика общей щелочности в почве под культурой яровой пшеницы в условиях естественного увлажнения не представляет ничего оригинального ни в сравнении с культурой яровой пшеницы в предшествующем 1928 г., ни в сравнении с рассмотренными ранее культурами в аналогичных условиях (табл. № 259). Необходимо лишь отметить, как общее явление, меньшую щелочность почвы 1929 г. по сравнению с предшествующим годом (засоление).

Из средних послойных данных видно, что щелочность в 1929 г. под яровой пшеницей распределялась во всем метровом слое более или менее равномерно. Несколько повы-

шенное содержание щелочности отмечалось лишь в слое 20—40 см., по сравнению с остальными слоями, в которых она колебалась в пределах 410—429,00 мгр.

Как и для других культур, орошение яровой пшеницы (табл. № 260) в рассматриваемом году не сказалось значительным изменением щелочности почвы под этой культурой. В наблюдение 6 июня, которое было произведено после первого полива (полив дан 1 июня, вылито 663,4 м³ га), отмечено лишь незначительное повышение в сравнении с предыдущим наблюдением, имевшим место 23 мая. В пахотном слое до полива щелочность была 371,95 мгр и поднялась после полива всего лишь до 441,41 мгр; в слое 20—40 см, соответственно,—398,55—483,12 мгр; в слое 80—100 см—318,90—490,28 мгр и т. д..

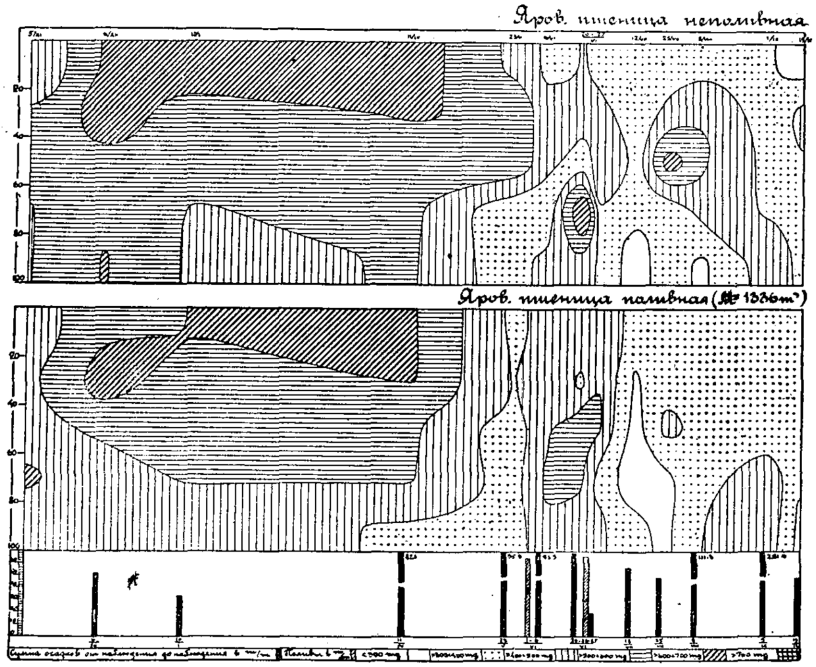


Диаграмма № 121. Динамика общей щелочности в метровом слое почвы под яровой пшеницей 1928/29 гг.

После второго полива, который дан был 27 июня, мы видим из таблицы увеличение в слоях 0—20 и 20—40 см и понижение в нижних горизонтах. Так, в наблюдение 27/VI в пахотном слое зарегистрировано 496,67 мгр HCO_3', в то время как 20/VI было отмечено 475,37 мгр. Тоже самое наблюдаем и в слое 20—40 см. Наоборот, в слое 40—60 см 27/VI зарегистрировано 509,88 мгр против 587,14 мгр 20/V. Уменьшение щелочности произошло и в остальных двух слоях.

В дальнейших наблюдениях поведение щелочности аналогично рассмотренным ранее случаям. Единственным исключением представляется постепенное ее падение до самого конца наблюдений без обратной тенденции в конце сезона, в то время как под другими культурами (а также и под пшеницей в 1928 г.) щелочность в конце наблюдаемого периода всегда, как мы видели, возрастала.

Сравнивая динамику общей щелочности в пахотном слое в 1928 и 1929 гг., видим, что в первом году общая щелочность отличалась большей динамичностью в условиях культуры с орошением. Кривые 1929 г. отличаются сравнительной плавностью и тенденцией к уменьшению щелочности в конце периода наблюдений, которой не замечается в 1928 г. Щелочность полей с орошением в общем, можно сказать, аналогична щелочности культур неорошаемых; это видно из диаграммы № 122.

Из рассмотренного материала по динамике общей щелочности в отдельных почвенных слоях под различными культурами, как в условиях естественного увлажнения, так и при орошении,—намечается ряд некоторых зависимостей:

Таблица № 2 5

Общая щелочность (в мгр HCO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Яровая пшеница неполивная

Дата	Глубина в сантиметрах					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	90—100	
1928 г.						
5/XI	404,89	516,67	543,32	495,26	492,07	490,44
6/XII	626,81	654,38	565,28	537,54	605,06	597,81
1929 г.						
10/I	670,75	552,28	557,19	495,90	473,89	550,00
11/IV	656,42	609,21	557,50	528,50	513,65	573,05
23/V	477,01	570,02	568,31	333,20	356,83	457,17
6/VI	368,93	442,24	422,80	321,42	447,22	399,52
20/VI	408,45	441,70	547,54	722,19	471,35	478,24
27/VI.	360,93	429,20	487,55	384,87	382,23	408,96
12/VII	335,52	347,36	363,31	332,21	250,57	325,79
25/VII	326,88	437,09	653,35	305,04	369,42	418,36
8/VIII	266,81	490,82	515,25	434,26	288,54	419,13
5/IX	314,29	341,54	359,99	391,92	450,28	371,60
19/IX	259,42	434,77	389,36	295,60	371,64	350,16

Таблица № 260

Общая щелочность (в мгр HCO_3 на кгр абсолютно сухой почвы)

Яровая пшеница поливная (М = 1336 м³/га)

Дата	Глубина в сантиметрях					Среднее
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	
1928 г.						
5/XI	451,44	475,30	463,66	513,22	447,92	470,31
6/XII	572,45	650,70	520,37	442,43	446,66	526,52
1929 г.						
10/I	605,84	540,79	567,73	510,03	435,20	531,92
11/IV	619,62	599,25	519,91	511,04	390,10	527,98
23/V	371,95	398,55	345,49	359,55	318,90	358,88
6/VI	441,41	483,12	483,12	503,71	497,28	481,73
20/VI	475,37	387,32	587,14	520,13	437,00	482,39
27/VI	496,67	497,80	509,88	380,00	426,06	462,18
12/VII	345,11	286,29	259,62	247,28	336,29	254,92
25/VII	356,92	378,84	417,19	273,81	272,19	339,79
8/VIII	314,83	311,06	381,97	363,92	395,06	353,37
5/IX	331,65	351,58	346,79	461,75	473,22	392,55
19/IX	354,12	320,07	334,34	311,08	283,79	320,68

1) Общая щелочность в данный момент зависит, во-первых, от состояния увлажнения почвы,—неизменно при повышении влажности и щелочность повышается, при понижении влажности—щелочность падает; во-вторых, состояние щелочности почвы определяется наличным количеством в ней легко растворимых хлористых и сернокислых солей. Чем больше в почве последних, тем щелочность ниже и наоборот. Для неполивных культур в распределении щелочности проявляется несколько солонцовый профиль почвы.

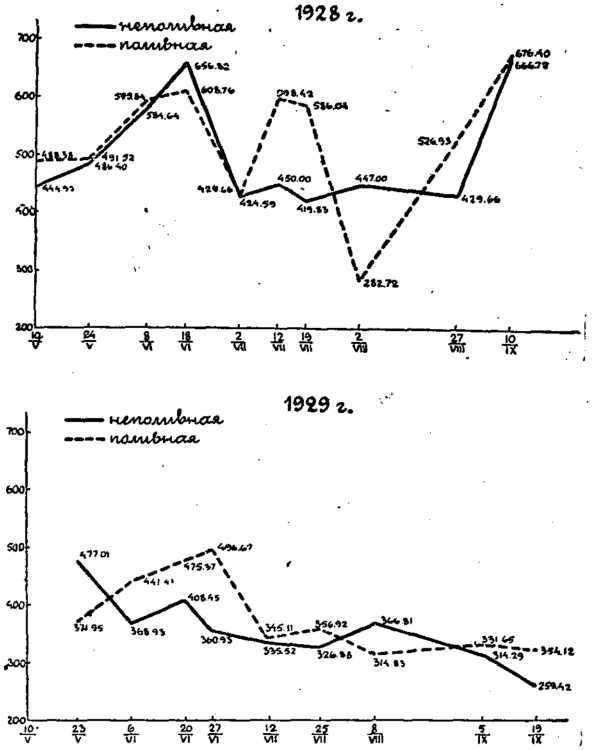


Диаграмма № 122. Динамика общей щелочности в пахотном слое почвы под яровой пшеницей.

2) При повышении влажности почвы, очевидно, происходит растворение карбоната кальция в присутствии свободной угольной кислоты, за счет чего и повышается общая щелочность.

Основные выводы по засолению.

Сопоставление данных по хлору, щелочности и сульфатам (табл. №№ 261, 262, 263) дает возможность считать:—

1. Количество хлоридов в неполивных делянках под зерновыми культурами (пшеница озимая и овес) за два года наблюдений не изменилось; в пару и под кенафом 1929 г. заметно некоторое повышение количества хлоридов по всему профилю по сравнению с 1928 г., возможно, вследствие близости поливных делянок кенафа и черного пара с большими оросительными нормами.

2. Количество сульфатов в 1929 г. на всех неорошаемых делянках увеличилось в полтора—два раза по сравнению с 1928 г. Более заметное накопление сульфатов по сравнению с хлоридами видимо стоит в связи с преобладанием сульфатов над хлоридами в грунтовой воде.

3. Общая щелочность в 1929 г. ниже чем в 1928 г., что можно объяснить засушливостью 1929 г. и несколько повышенным засолением.

4. На поливных делянках уже в первый год орошения заметно более высокое содержание хлоридов и сульфатов, по сравнению с неполивными. Накопление солей на поливных делянках идет в верхних горизонтах, на неорошаемых же—более засолены нижние.

Таблица № 261

Хлориды (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы за два года культуры на опытных делянках)

№№ по пор.	Культуры	Глубина в сантиметрах				
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100
	Без орошения					
1	1928 г. пар черный	22.06	43.27	66.61	73.44	75.74
	1929 г. пшеница озимая	27.17	33.71	47.63	69.49	85.16
2	1928 г. кенаф	21.15	29.07	38.37	67.02	81.42
	1929 г. овес	27.87	36.43	41.98	69.70	80.60
3	1928 г. овес	23.08	22.19	36.00	57.50	66.57
	1929 г. кенаф	28.39	40.93	48.50	64.13	82.47
4	1928 г. пшеница яровая	18.99	30.03	35.59	60.77	70.42
	1929 г. черный пар	38.12	39.83	53.38	73.41	85.71
	При орошении					
1	1928 г. пар черный	64.54	52.09	50.67	42.27	53.99
	1929 г. пшеница озимая	69.28	111.52	111.97	87.41	71.25
2	1928 г. кенаф	77.03	60.15	55.53	53.99	66.87
	1929 г. овес	61.35	113.31	133.91	136.50	171.68
3	1928 г. овес	46.09	40.49	41.25	52.97	59.73
	1929 г. кенаф	107 26	132.07	138.48	135.58	130.82
4	1928 г. пшеница яровая	63.41	60.32	62.31	51.86	58.39
	1929 г. черный пар	116.95	97.03	105.34	120.73	164.85

Таблица № 262

Сульфаты (в мгр на кгр абсолютно сухой почвы за два года культуры на опытных делянках)

№№ по пор.	Культуры	Глубина в сантиметрах				
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100
	Без орошения					
1	1928 г. пар черный	81.26	87.57	87.75	99.65	106.69
	1929 г. пшеница озимая	109.60	114.83	186.26	239.42	229.50
2	1928 г. кенаф	72.00	80.24	116.35	155.89	148.61
	1929 г. овес	91.71	116.11	125.93	241.84	256.39
3	1928 г. овес	88.19	72.59	92.99	113.01	133.46
	1929 г. кенаф	144.77	117.92	142.57	262.58	270.59
4	1928 г. пшеница яровая	65.90	69.15	86.11	77.27	121.60
	1929 г. пар черный	93.10	99.47	134.06	224.73	260.11
	При орошении					
1	1928 г. пар черный	101.67	99.42	81.71	99.30	125.16
	1929 г. пшеница озимая	296.99	375.67	276.38	214.20	273.72
2	1928 г. кенаф	112.17	102.59	93.46	92.25	130.53
	1929 г. овес	159.95	265.80	338.76	335.72	349.52
3	1928 г. овес	101.08	94.99	71.08	108.11	104.41
	1929 г. кенаф	278.32	299.58	339.29	330.06	356.33
4	1928 г. пшеница яровая	85.79	87.30	82 99	97.32	100.54
	1929 г. черный пар	241.75	193.67	199.20	262.78	310.49

горизонты. В первом случае это связано с приносом солей поливными водами, тогда как в неполивных делянках заметно влияние грунтовых вод.

5. На поливных делянках в 1929 г. (на второй год орошения) произошло резкое увеличение хлоридов и особенно сульфатов и вследствие этого заметное падение щелочности.

Таблица № 263

Общая щелочность (в мгр HCO_3 на кгр абсолютно сухой почвы за два года на опытных делянках

№№ по пор.	Культуры	Глубина в сантиметрах				
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100
	Без орошения					
1	1928 г. пар черный	517.21	572.75	579.19	522.91	466.88
	1929 г. пшеница озимая	496.95	474.77	464.19	451.12	481.21
2	1928 г. кенаф	471.59	514.59	495.33	428.27	388.57
	1929 г. овес	429.39	472.20	491.17	422.34	389.87
3	1928 г. овес	536 34	536.56	491.47	454.80	390.05
	1929 г. кенаф	456.62	475.48	429.60	408.63	394.68
4	1928 г. пшеница яровая	508.38	555.94	547.35	469.95	428.55
	1929 г. пар черный	455.51	508.16	507.52	447.38	468.64
	При орошении					
1	1928 г. пар черный	497.96	567.54	570.63	529.69	460.38
	1929 г. пшеница озимая	475.71	448.18	401.28	378.62	389.63
2	1928 г. кенаф	478.85	521.97	507.21	473.08	447.98
	1929 г. овес	501.31	419.14	394.06	370.12	341.26
3	1928 г. овес	494.38	530.03	490. 9	415.63	415.02
	1929 г. кенаф	477.73	465.49	445.23	505.82	582.01
4	1928 г. пшеница яровая	536.71	577.95	577.38	519.92	520.32
	1929 г. черный пар	486.68	508.06	496.87	500.72	488.60

6. Специфического влияния культур в характере засоления не проявляется; имеет значение только величина оросительных норм, увеличение которых приводит к большему засолению (см. разделы—хлориды и сульфаты по черному пару и кенафу).

7. В итоге рассмотрения материалов о динамике солей в почве можно сделать вывод, что в данном случае при двухлетнем орошении водой с содержанием солей 1—2 гр. на литр заметно некоторое засоление почвы (южный, террасовый, чернозем) но еще без отрицательного влияния на урожай культур, даже в засушливом 1929 году.

ИЗМЕНЕНИЕ СОЛОНЦЕВАТОСТИ ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОРОШЕНИЯ

В заключение рассмотрения динамики воднорастворимых солей в почве остановимся на влиянии их на почву в различных условиях культуры и орошения. Накопление воднорастворимых солей в почве безусловно может привести к осолонению этих почв и, кроме того, может изменить их физические и физико-химические свойства так, что проявятся уже определенные признаки солонцеватости. На этом вопросе о солонцеватости необходимо остановиться, прежде чем рассматривать экспериментальную часть наших опытов.

Детально разработанная академиком К. К. Гедройцем (89, 90, 91, 92) теория солонцового процесса, подкрепленная многими экспериментальными данными, считается в настоящее время общепризнанной и удовлетворительно объясняющей явления солонцеватости. Как известно, К. К. Гедройц солонцами и солонцеватыми почвами называет такие, в почвенном поглощающем комплексе которых содержится обменный натрий. Основными свойствами солонца и солонцеватых почв, вызываемыми именно присутствием натрия, являются: образование соды, высокая дисперсность почвенных коллоидов и нестойкость почвенного поглощающего комплекса, распадающегося на его составные элементы (R_2O_3 и SiO_2)

Образование солонцеватых почв связывают с предшествовавшей солончаковой стадией. В одной из своих работ К. К. Гедройц (90) пишет: „Каким бы способом ни появлялся в почве поглощенный натрий, когда источником его является хлористый и сернокислый натрий, вследствие ли многократного периодического осолонения почвы этими солями, или вследствие однократного появления (или первоначального их содержания в материнской породе) в почве этих солей, во всяком случае для проявления свойств поглощающего комплекса, содержащего поглощенный натрий, т. е. для проявления солонцеватости необходимо рассоление почвы в той или другой степени. Стадия солончаковой почвы в этом случае обязательно предшествует стадии солонцеватой почвы. Когда же источником поглощенного натрия является сода, для возникновения солонцеватой почвы стадия солончаковой почвы, конечно, не обязательна".

Независимо от того, каким путем попали в почву легкорастворимые натриевые соли, солонцеватая стадия почвы неизбежно наступит. Проявление солонцеватости в большей или меньшей степени будет зависеть, во-первых, от количества поглощенного натрия, а, во-вторых, от состава солей в почве., Если, например, в почве содержится сернокислый кальций, то даже при сравнительно большом количестве хлористого натрия в почвенном растворе его очень мало будет содержаться в поглощающем комплексе, так как он будет вытеснен из последнего кальцием сернокислого кальция.

Кроме того, солевой фон, на котором происходит выщелачивание доминирующей в почве натриевой соли, оказывает существенное явление на физико-химические и физические свойства выщелачиваемой почвы, в частности, и на проявление этой почвой солонцеватости (Сушко—84). Сульфатные натриевые солончаки, развитые на карбонатной основе, всегда имеют в солевом составе верхних горизонтов то или иное количество гипса. Накопление его обусловлено двумя причинами: первая—это обменная реакция между сернокислым натрием почвенного раствора и углекислым кальцием почвы

$$Na_2SO_4 + CaCO_3 \rightleftarrows Na_2CO_3 + CaSO_4 \text{ или}$$

$$Na_2SO_4 + Ca(HCO_3)_2 \rightleftarrows NaHCO_3 + CaSO_4$$

Второю причиною является выветривание почвообразующих пород.

В случае хлоридных натриевых солончаков, развитых также на карбонатной основе, в результате обменных реакций между NaCl и $CaCO_3$ образуется $CaCl_2$

$$1)\ 2NaCl + CaCO_3 \rightleftarrows Na_2CO_3 + CaCl_2 \text{ или}$$

$$2)\ 2NaCl + Ca(HCO_3)_2 \rightleftarrows 2NaHCO_3 + CaCl_2.$$

Если в хлоридном солончаке есть гипс, то при промывании он быстро уносится из почвы, так как растворимость гипса в присутствии хлор-иона сильно повышается.

После удаления легкорастворимых солей эти две почвы будут иметь совершенно различные свойства: в первой солонцеватость будет отсутствовать или проявится в весьма слабой степени, во второй почве явления солонцеватости будут выражены весьма сильно.

За последнее время проведены большие экспериментальные лабораторные исследования вопроса солонцеватости орошаемых почв Всесоюзным институтом гидротехники и с.-х. мелиорации (Л. П. Розов—93, 94, 95, 96). Не останавливаясь подробно на этих работах, приведем лишь некоторые выводы из них, имеющие отношение к изучаемому нами вопросу. Л. П. Розов установил, что явлениям солонцеватости, морфологически выраженным хоть бы и очень ярко, не всегда соответствуют аналитические данные. Солонцеватые горизонты с большим процентом поглощенного натрия способны длительно и устойчиво существовать в условиях орошения даже в сильно карбонатных почвах.

В одной из своих работ Л. П. Розов говорит об уменьшении общей емкости поглощения при орошении и это явление относится на счет разрушения поглощающего комплекса, связанного с натрием, а с другой стороны обогащения его натрием и магнием. Сказанное иллюстрируется данными Уральской опытной станции относительно состава поглощенных оснований в карбонатных почвах, орошаемой и неорошаемой.

Табл. № 264

Участок	Горизонты	Емкость поглощения в мм—экв.	Состав поглощенных оснований в %% к емкости		
			$Ca^{··}$	$Mg^{··}$	$Na^{·}$
Пар неорошаемый	A 0—10	41,05	83,95	8,86	7,19
	B 23—28	7,25	79,15	15,90	4,95
	BC 60—70	33,15	56,55	28,07	15,38
Пар орошаемый	A 0—10	36,35	84,56	6,56	8,88
	B 20—28	37,65	71,17	19,80	9,03
	BC 60—70	27,37	37,94	36,00	26,06

Чрезвычайно интересные данные получены К. Лазаревым (32) в опытах, проведеных на опытно-оросительной станции Донского института сельского хозяйства и мелиорации. Изучалась оросительная вода после просачивания ее на различные глубины почвы. Наблюдения были проведены в двух пунктах: на обычной для станции почве и отдельно—на солончаке-солнце (см. главу о почве). На первой почве наблюдения производились следующим образом. В середине огражденного земляными валиками квадрата, площадью 10 х 10 метров, вырывался колодец на глубину 1,25 метра. Стенки колодца были оцементированы на толщину 10 см и в каждой из четырех стенок были сделаны ниши, вдававшиеся в почву на 70 см. Глубина от поверхности почвы одной ниши была 25 см, другой—50 см, третьей—75 см и четвертой—100 см. В верхнюю стенку каждой ниши была вдавлена круглая воронка из оцинкованного железа, с сеткой из латуни вроде тех сеток, какими пользуются при нагревании стеклянной посуды на газовых горелках. Сетка прикрывала все отверстие воронки. На нижнем конце воронки была каучуковая трубка; просачивающаяся при затоплении площадки вода, попадала в воронку и собиралась в склянки. Была собрана вода двух поливов за 10 и 24 июня. Орошение производилось водами р. Грушевки.

Результаты анализа этих образцов воды, просочившейся на глубину 25 см во время первого и второго полива от 10 июля, сведены в таблицу: (числа даны в граммах на литр).

Табл. № 265

Образцы солей		$Cl^{·}$	$SO_4^{··}$	$HCO_3^{·}$	$Mg^{··}$	$Ca^{··}$	$Na^{·}$	Сумма минеральных солей
Из канала		0,232	0,619	0,436	0,0688	0,166	0,290	1,590
Просочившаяся вода	I полив	0,162	0,458	0,244	0,0295	0,227	0,100	1,097
	II „	0,209	0,543	0,289	0,0297	0,229	0,186	1,338

В образце воды, просочившейся на глубину 50 см, найдено—0,354 гр Cl и 0,149 гр HCO_3 в литре. Образец воды по объему настолько незначителен, что дальнейших определений воды не было возможности произвести.

Значительно большие количества воды были собраны 24 июля. Для глубины 25 см удалось собрать образцы в начале полива и в конце. Данные сведены в таблицу № 266 (числа даны в граммах на литр).

Табл. № 266

Образцы воды		Cl′	SC_4''	HCO_3'	Mg··	Ca·	Na·	Сумма минеральных веществ
Из канала		0,261	0,720	0,491	0,0831	0,183	0,332	1,820
Просочившаяся на глубину санг.	25 нач.	0,274	0,715	0,204	0,0363	0,272	0,216	1,613
	25 конец.	0,274	0,763	0,327	0,0380	0,291	0,260	1,786
	50	0,204	0,752	0,200	0,0535	0,369	0,043	1,520
	75	0,268	1,190	0,189	—	—	—	—
	100	0,321	—	0,189	—	—	—	—

Из приведенных таблиц видно, что, за исключением кальция, просочившаяся сквозь почву вода содержит меньше минеральных веществ, чем оросительная вода; следовательно, происходит частичное поглощение этих веществ почвой. С кальцием обратное явление: в профильтровавшейся воде его всегда больше, чем в поступающей в почву оросительной воде.

Из приведенного материала следуют такие выводы:

Вымываемость солей кальция из почвы оросительной водой, по всей вероятности, можно объяснить не вытеснением его натрием, а обычным растворением оросительной водой находившихся в почве солей кальция, так как при вытеснении кальция натрием должно было бы быть вытеснение натрием и магния. Однако, концентрация магния, как видно из приведенных данных, все время падает. К тому же заключению приводит и сопоставление в граммэквивалентах количество, на которое увеличилось содержание кальция в воде, с количеством, на которое уменьшилось в ней содержание натрия. Так например, 10/VII понижение концентрации натрия в просачивающихся водах равно 8,27 мгр-экв., а концентрация кальция возросла только на 3,05 мгр. экв. При втором поливе изменение концентрации было соответственно 4,55 и 3,12 мгр-экв. На основании этих расчетов К. Лазарев делает заключение, что уменьшение концентрации натрия не-эквивалентно повышению концентрации кальция; частично, увеличение концентрации кальция могло произойти и вследствие вытеснения его натрием, но главным образом, поступление кальция надо относить за счет растворения оросительной водой солей кальция, находившихся в почве (главным образом, сульфаты кальция).

К сожалению К. Лазарев не изучал почвенного поглощающего комплекса и нет данных для суждения об его изменениях под влиянием орошения. Тем не менее и приведенных данных достаточно для того, чтобы сказать, что в данном случае происходило энергичное поглощение почвой натрия из оросительной воды, который вступал в почвенный поглощающий комплекс. Указание на то, что кроме кальция натрий должен был бы вытеснять и магний, чего на самом деле не происходило, не дает, однако, оснований делать то заключение, которое сделал в своей работе К. Лазарев. Мы знаем, что в солонцеватых почвах растут относительные количества натрия и магния за счет вытеснения кальция. То же само происходило и в почве описанного опыта. Вытесненный каль-

ций мог перейти в форму углекислого хлористого или сернокислого. Углекислый кальций, как известно, очень мало растворим. Растворимость сернокислого кальция так же не высока; может быть поэтому Лазарев и получал каждый раз в фильтрующейся воде, примерно, одинаковые его количества.

Данные, полученные Лазаревым на площадке солнца-солончака, не имеют прямого отношения к нашей работе, почему мы их и не приводим.

Переходим к рассмотрению полученных нами экспериментальных данных.

Обзор этих данных произведен в принятом нами порядке, по полям севооборота.

Табл. № 267

Состав поглощенных оснований в почве парового поля (в миллигр.-эквив. на 100 гр. абсолютно сухой почвы)

Глубина в см	Ca··	Mg··	Na·	Общая сумма	% натрия от суммы	Название поля
0—20	37,86	4,71	4,63	47,20	9,80	Пар неорошаемый
20—40	41,27	4,69	3,88	49,84	8,19	
40—60	46,80	7,31	3,77	57,88	6,51	
60—80	35,50	10,39	3,70	49,59	7,46	
80—100	35,10	7,39	3,58	45,97	7,80	
0—20	45,64	4,67	4,41	54,72	8,06	Пар орошаемый
20—40	46,48	7,26	4,07	57,81	7,03	
40—60	47,23	9,86	4,02	61,11	6,57	
60—80	39,68	8,11	4,66	52,45	8,88	
80—100	34,17	8,77	3,34	46,28	7,43	

Из приведенных цифр прежде всего обращает на себя внимание высокая общая емкость обмена. Такой величиной общей емкости обмена характеризуется лишь почвы степного типа почвообразования—черноземы, с высоким содержанием органического вещества (гумуса) и цеолитной части („минеральный или алюмосиликатный поглощающий комплекс"). Действительно, изучаемые почвы образовались в условиях, близких к степным, на аллювиальных отложениях и богаты органическим веществом (см. I главу).

Почвы опытного участка солонцеваты, так как содержат от 7 до 10% поглощенного натрия от суммы поглощенных оснований. Солонцеватость исследуемых почв заметно проявляется и морфологически в слитности и уплотненности почвенного профиля при высыхании.

Просматривая данные таблицы № 267, видим, что почва орошаемого пара имеет несколько большую сумму (емкость) поглощенных оснований, которая увеличилась прежде всего за счет кальция и очень сильно в верхнем, пахотном слое. В этом слое неорошаемого пара кальция содержится 37,86 мгр/экв., а в пару орошаемом—45,64, на 7,78 мгр/экв. больше. Затем увеличение емкости обмена в отдельных слоях произошло за счет магния и натрия. Содержание первого увеличилось в слоях 20—60 и 80—100 см, а второго—в средней части профиля—на глубине 20—80 см. Все же в абсолютных количествах количество кальция возросло больше, чем магния и натрия, почему и процентное содержание натрия от общей суммы поглощенных (обменных) оснований при орошении уменьшилось, за исключением лишь увеличения в слое 60—80 см, настолько незначительного, что им, в сущности, можно пренебрегать (с 7,46 до 8,88%, всего на 1,42%, что по существу граничит с пределами точности метода).

Из рассмотренных данных вытекает, что при орошении в паровом поле выявляется тенденция к увеличению емкости поглощения, судя по увеличению общей суммы поглощенных оснований. Эта тенденция возрастает, главным образом, за счет поглощенного кальция и тем уменьшает солонцеватость, так как уменьшается относительная роль поглощенного натрия и вместе с этим затухает проявление отрицательных его свойств на коллоидную часть почвы.

Табл. № 268

Состав поглощенных оснований в почве поля, занятого озимой пшеницей
(в милли—эквив. на 100 гр абсолютно сухой почвы)

Глубина в см	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Na^{\cdot}$	Общая сумма	% натрия от суммы оснований	Название поля
0—20	42,00	7,77	7,34	57,11	12,85	Озимая пшеница неорошаемая
20—40	42,74	7,24	3,80	53,78	7,06	
40—60	41,04	5,69	4,69	51,42	9,12	
60—80	40,59	7,23	4,56	52,38	8,70	
80—100	58,38	8,77	3,35	70,50	4,75	
0—20	31,81	4,57	3,73	40,11	9,30	Озимая пшеница орошаемая
20—40	37,22	7,28	3,32	47,82	6,94	
40—60	47,37	8,30	3,70	59,37	6,23	
60—80	44,50	7,76	2,75	55,01	4,00	
80—100	41,05	8,26	2,83	52,14	5,42	

Сопоставляя данные таблицы для обоих полей, видим, что в отличие от парового поля, под озимой пшеницей до глубины 40 см происходит разрушение почвенного поглощающего комплекса в условиях орошаемой культуры. Общая сумма поглощенных оснований в слое 0 — 20 см на орошаемом поле с 57,11 мгр/экв. упала до 40,11, на 17 мгр/экв., что представляет солидную величину.

Но в слое 20—40 см общая сумма уменьшилась только с 53,78 до 47,82 мгр/экв., всего на 5,96 мгр/экв., или на величину в три раза меньшую, чем в верхнем, пахотном слое. Глубже 40 см сумма обменных оснований уже возрастает до 59,37 мгр/экв., а затем, с глубиной, постепенно падает. Уменьшение суммы обменных оснований в первых двух слоях и увеличение в последующих в почве орошаемого поля под озимой пшеницей связано с перемещением коллоидальной части почвы из верхних в нижние горизонты.

Кальций в почве неорошаемого поля постепенно убывает с глубиной (количество обменного кальция в слое 80—100 см —очевидно, определенно, неточно). Магний ведет себя несколько иначе: количество его убывает до глубины 40—60 см., а далее—книзу—возрастает. В содержании поглощенного натра особенно сильное падение наблюдается при переходе от верхнего слоя к слою 20—40 см.:—с 7,34 до 3,80 мгр/экв. Далее, книзу—некоторое возрастание, и в слое 80—100 см—падение снова. Примерно в таком же соотношении изменяется и его доля в общей сумме обменных оснований. Следовательно, в условиях естественного увлажнения в почве под культурой озимой пшеницы происходит осолонцевание самого верхнего, пахотного слоя, очевидно, за счет подъема натрия из нижележащих горизонтов. Увеличение солонцеватости верхнего горизонта должно неизбежно было повлечь за собой заплывание поверхности и образование корки, что мы и наблюдаем в наших опытах (см. рис. № 7).

В условиях орошения почва под озимой пшеницей претерпевает некоторые изменения, отличные от неорошаемой. В первых двух верхних слоях сильно уменьшается абсолютное количество всех поглощенных оснований, и, тем не менее, относительная роль натрия в почвенном поглощающем комплексе уменьшается очень мало: в пахотном слое поля неорошаемого натрия 12,85%, в поле орошаемом — 9,30% от общей суммы поглощенных оснований.

С глубиной количество натрия и его относительная роль в поглощающем комплексе падает, количество кальция на глубине 40—60 см, напротив, сильно возрастает, а затем—книзу постепенно падает.

Таким образом, под озимой пшеницей в условиях искусственного орошения происходит частичное разрушение почвенного поглощающего комплекса в верхних двух горизонтах и некоторое рассолонцевывание всего почвенного профиля; на глубине же 40—80 см имеет место некоторое увеличение емкости поглощения.

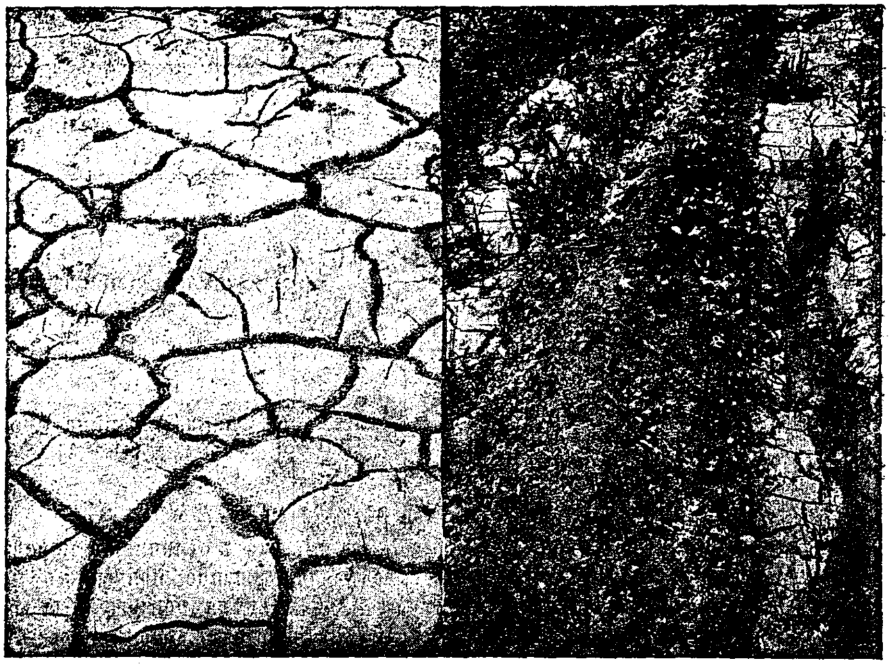


Рис. 7. Поверхность почвы после полива: слева—затоплением, справа—инфильтрацией

Табл. № 269

Состав обменных оснований в почве поля, занятого культурой кенафа
(в милли-эквив. на 100 гр абсолютно сухой почвы)

Глубина в см.	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Na^{\cdot}$	Общая сумма	% натрия от суммы оснований	Название поля
0—20	36,45	12,25	4,87	52,57	9,26	Кенаф неорошаемый
20—40	33,09	3,63	4,48	41,20	10,87	
40—60	38,78	9,82	3,60	51,15	6,90	
60—80	33,53	6,72	3,37	43,67	7,71	
80—100	32,05	5,16	2,21	39,42	5,60	
0—20	35,57	7,77	4,48	47,82	9,37	Кенаф орошаемый
20—40	35,79	5,19	3,91	44,89	8,70	
40—60	37,45	5,18	3,79	46,82	8,18	
60—80	37,82	5,18	3,73	46,73	7,80	
80—100	36,74	5,69	3,38	45,81	7,40	

Под культурой кенафа количество обменного кальция в сравнении с рассмотренными ранее двумя полями значительно меньше.

Возможно, что это уменьшение произошло под воздействием самой культуры. В почве поля неорошаемого солонцеватость сильно выражена в верхних двух слоях, до глубины 40 см.; ниже относительная роль натрия уменьшается. В почве поля орошаемого относительное количество натрия в слое 0—20 см не уменьшилось. Зато оно возрасло на глубине 80—100 см., в связи с тем, что кенаф получил сравнительно большую оросительную норму, с накоплением натриевых солей на глубине 60—100 см.

Заслуживают внимания также и показания, согласно которым под влиянием орошения сумма поглощенных оснований уменьшается в сравнении с почвой поля неорошаемого.

Табл. № 270

Состав обменных оснований в почве поля, занятого культурой овса
(в милли-эквив. на 100 гр. абсолютно сухой почвы)

Глубина в см.	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Na^{\cdot}$	Общая сумма обменн. основан.	% натрия от общей суммы	Название поля
0—20	35,85	8,80	3,96	48,61	8,14	Овес неорошаемый
20—40	41,76	7,25	3,45	52,46	6,57	
40—60	36,45	3,11	3,68	43,24	8,50	
60—80	41,65	8,28	3,32	53,21	6,23	
80—100	36,75	6,20	3,74	46,69	8,01	
0—20	39,20	6,72	3,82	49,74	7,86	Овес орошаемый
20—40	38,27	7,76	3,60	49,63	7,26	
40—60	46,60	6,71	3,66	56,97	6,42	
60—80	41,34	7,76	3,68	52,78	6,97	
80—100	40,30	7,45	3,36	51,11	6,57	

В делянках под овсом, под влиянием орошения, распределение магния в поглощающем комплексе выравнивается по всему профилю метрового слоя, в то время, как в почве поля неорошаемого количество его в отдельных слоях сильно колеблется. Абсолютные количества натрия остаются такими же, как и в почве поля неорошаемого. Однако, с увеличением общей емкости обмена, относительная роль натрия несколько ослабевает. Правда, это сильнее выражено для нижних слоев, в которых процент натрия понижается, в верхних же двух слоях его относительное участие в почвенном поглощающем комплексе почти не изменяется в связи с уменьшением, как общей емкости обмена, так и кальция. Кальций ведет себя в условиях орошения точно так-же, как и в почве поля, занятого озимой пшеницей, т. е. количество его сильно возрастает в слое 40 — 60 см., а затем—книзу—постепенно падает.

Табл. № 271

Состав обменных оснований в почве поля, занятого культурой яровой пшеницы
(в милли-эквив. на 100 гр. абс. сухой почвы)

Глубина в см.	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Na^{\cdot}$	Общая сумма обменн. оснований	% натрия от общей суммы	Название поля
0—20	28,75	5,30	3,86	37,91	10,18	Яровая пшеница неорошаемая
20—40	30,99	7,26	3,74	41,99	8,90	
40—60	38,85	4,64	3,33	46,83	7,13	
60—80	38,64	3,15	3,31	45,10	7,33	
80—100	36,62	7,26	3,51	47,49	7,41	
0—20	32,43	5,70	5,40	43,53	12,40	Яровая пшеница орошаемая
20—40	39,14	6,21	3,52	48,87	7,20	
40—60	40,81	4,65	3,36	48,82	6,88	
60—80	34,75	2,58	3,60	40,93	8,79	
80—100	34,62	5,15	3,35	43,12	7,76	

Обращают на себя внимание резко выделяющиеся величины количества натрия в слое 0—20 см., достигающие в поле неорошаемом 10,18% от общей суммы поглощенных оснований. Орошение вызвало еще большее усиление роли натрия в поглощающем комплексе, количество которого возрастает уже до 12,4%.

Количество кальция в почве поля неорошаемого постепенно увеличивается от верхнего слоя книзу до глубины 80 см, но в самом нижнем слое—80—100 см—опять несколько понижается.

Количества магния весьма колеблются по отдельным слоям. Более постоянны показания по количеству натрия: они почти не изменяются для отдельных слоев, колебания абсолютных количеств укладываются в пределах 3,31 — 3,86 мгр/экв. Что касается относительного участия натрия в поглощающем комплексе, то его больше в пахотном и подпахотном слоях; в остальных слоях процентное отношения его к общей сумме поглощенных оснований сохраняется в пределах близких между собой величин.

В почве поля орошаемого максимум кальция 40,81 мгр/экв., в слое 40—60 см, вверх и вниз количество его падает и наименьшим содержанием обменного кальция характеризуется самый верхний, пахотный слой. В общем же в почве поля орошаемого обменного кальция в слое 0—60 см, значительно больше, чем в почве поля неорошаемого. В нижних слоях соотношение обратное. Переходя к рассмотрению количество обменного магния по горизонтам орошаемого поля, необходимо констатировать определенную, но небольшую убыль его под влиянием орошения во всех слоях, за исключением верхнего (в котором оно стабильно). В верхнем горизонте отмечается возрастание количество натрия, достигшее 5,4 мгр/экв. Это возрастание влечет за собой сильное увеличение процентного содержания его в общей сумме обменных оснований. В остальных слоях количество натрия изменилось мало в сравнении с полем орошаемым, но вследствие увеличения здесь количества обменного кальция, относительная роль натрия в почвенном поглощающем комплексе уменьшилась, другими словами—под воздействием орошения на глубине 20—60 см солонцеватость почвы уменьшилась. Глубже она не изменилась.

Для иллюстрации влияния обменного натрия на физические свойства почв приведем некоторые данные из имеющихся в нашем распоряжении обширных материалов по аггрегатному анализу отдельных горизонтов изучаемых почв. Для удобства сопоставления в таблице приводим также процентное содержание обменного натрия от общей емкости обмена.

Табл. № 272

Количество аггрегатных частиц и обменного натрия

Название поля	Глубина в см.	% содержания отдельностей					% натрия от общей суммы поглощенных оснований
		Больше 2 мм	> 1 мм	> 0,5 мм	> 0,25 мм	Сумма отд.	
Пар неорошаемый	0—20	1,5	4,1	29,3	2,2	37,1	9,80
	20—40	1,1	16,8	22,8	4,4	45,1	7,19
	40—60	0,9	21,6	24,3	7,8	54,6	6,51
Кенаф неорошаемый	0—20	1,2	3,2	22,2	2,4	29,0	9,26
	20—40	1,7	3,97	19,2	2,6	27,47	10,87
	40—60	7,1	35,0	12,0	2,6	56,7	6,90
Кенаф орошаемый	0—20	1,8	3,2	19,7	3,9	28,6	9,37
	20—40	1,5	7,8	21,9	3,5	35,0	8,70
	40—60	8,0	38,0	7,6	3,5	57,1	8,18
Овес неорошаемый	0—20	1,9	3,5	16,6	3,4	25,4	8,14
	20—40	1,7	13,1	22,6	2,4	39,8	6,57
Овес орошаемый	0—20	1,4	16,4	19,5	4,7	42,0	7,86
	20—40	1,1	16,9	25,6	2,4	46,0	7,26

Из таблицы совершенно ясно видна теснейшая связь большей или меньшей способности почвы к структурообразованию в зависимости от количества обменного натрия. На эту сторону вопроса указывалось в свое время акад. К. К. Гедройцем и другими исследователями (Виленский, Бушинский и др.).

Наиболее четко связь эта выявляется в почве, лишенной культуры—в пару, где этот фактор проявляется в чистом виде. В почве других полей эта связь также совершенно

бесспорна, но она не проявилась столь четко, как в паровом поле, вследствие влияния растения и в случае орошения—оросительной воды и тех легкорастворимых солей, которые в ней содержались.

На основании разобранного материала можем сделать выводы:

1. Почвы опытного участка солонцеваты, что вытекает из сравнительно большой относительной роли натрия в почвенном поглощающем комплексе и из морфологических признаков, проявляющихся в уплотнении и слитности почвы, склонности к заплыванию и образованию корки на поверхности.

2. В пару и при возделывании пропашных культур с большими нормами орошения, (кенаф) происходит некоторое рассолонцевание верхних горизонтов и увеличение солонцеватости в глубоких слоях (60—100 см) за счет перенесения натрия из верхних слоев в нижние и накопления из оросительных вод. Одновременно отмечены случаи (под озимой пшеницей при орошении), когда происходит уменьшение солонцеватости и частичное разрушение почвенного поглощающего комплекса в верхних двух слоях, с уменьшением количества всех обменных оснований в этих слоях.

3. Под яровыми зерновыми культурами поведение обменных оснований различно, что, очевидно, связано с величиной оросительных норм и различным воздействием корневой системы на поглощающий комплекс.

4. В полевых условиях нашего опыта при орошении не наблюдалось усиления солонцеватых свойств, в отличие от лабораторных экспериментальных данных, что связано с влиянием культуры, качеством оросительной воды, с количеством и дальнейшей судьбой воды, поступивший в почву.

УРОЖАИ

Эффективность от орошения по нашим опытам была весьма значительна: для озимой пшеницы прибавка зерна 8,5 ц/га или 79,5%, для яровой пшеницы урожая 1928 года — 5,3 ц/га или 65,4%; для яровой пшеницы урожая 1929 года—17 ц/га или 207,3%; для овса урожая 1928 года—11 ц/га или 91,7%; для овса урожая 1929 г.—20,9 ц/га или 158,7%.

Табл. № 273

Урожай культур

Название культур	1928 год						1929 год					
	Зерно		Солома		Весь урож.		Зерно		Солома		Весь урож.	
	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
Озимая пшеница:												
Неорошаемая	—	—	—	—	—	—	10,7	100	28,3	100	39,0	100
Орошаемая	—	—	—	—	—	—	19,2	179,5	33,4	118,0	52,6	134,9
Прибавка	—	—	—	—	—	—	8,5	79,5	5,1	18,0	13,6	34,9
Яровая пшеница:												
Неорошаемая	8,1	100	23,1	100	31,2	100	8,2	100	14,9	100	23,1	100
Орошаемая	13,4	165,4	46,9	203,1	60,3	193,2	25,2	307,3	50,4	380,2	75,6	328,1
Прибавка	5,3	65,4	23,8	103,1	29,1	93,2	17,0	207,3	35,5	280,2	52,5	228,1
Овес:												
Неорошаемый	12,0	100	35,4	100	47,4	100	13,8	100	21,4	100	35,2	100
Орошаемый	23,0	191,7	47,8	135,0	70,8	149,4	34,7	258,7	50,8	241,1	85,5	242,9
Прибавка	11,0	91,7	12,4	35,0	23,4	49,4	20,9	158,7	29,4	141,1	50,3	142,9

Отмечается большая эффективность от орошения, как и надо было ожидать, в более засушливый 1929 год.

По абсолютному и объемному весу (натуре) (табл. № 274) зерно орошаемых культур превосходит зерно неорошаемых.

Переходя к рассмотрению изменений химического состава урожая в связи с орошением, надо напомнить, что еще в 1891 году Д. Н. Прянишников (104) отметил на основании вегетационных опытов, что с увеличением влажности % азота понижается.

Влажность почвы	30%	40%	50%	60%	70%
Содержание в зернах . .	2,68%	3,00%	2,70%	2,60%	1,84

В опытах Саратовского зернового института за 1932 год (105) также отмечается снижение азота в урожае при повышении влажности почвы: при 60% влажности почвы содержалось 3,21% азота, а при 80%—2,91.

Таблица № 274

Абсолютный и объемный вес (натура) зерна злаковых культур

Наименование культур	1928 год		1929 год	
	Вес 1000 зерен	Вес 1/4 литра	Вес 1000 зерен	Вес 1/4 литра
Озимая пшеница:				
Неорошаемая	—	—	18,70	187,0
Орошаемая	—	—	18,60	189,0
Яровая пшеница:				
Неорошаемая	—	186,0	34,21	191,0
Орошаемая	—	189,5	33,82	193,5
Овес:				
Неорошаемый		83,3	20,91	83,5
Орошаемый	—	101,5	25,24	106,0

В опытах Maier'a в урожае овса при 24% влажности почвы содержалось 7,8—8,7% белков, а при 80% влажности 4,7—4,8%; кроме того, у него отмечено увеличение клетчатки в связи с увеличением влажности:

Влажность	10%	30%	50%	70%	90%
Клетчатки овса	18,9%	23,4%	27,0%	30,5%	32,7%
„ ячменя	19,3%	23,9%	25,9%	27,7%	29,2%

По опытам В. С. Богдана (106) на Валуйской с.-х. опытной станции отмечается увеличение общего азота при применении орошения (табл. 275).

Таблица № 275

Химический состав зерна пшеницы по опытам Валуйской с.-х. опытной станции

Название сортов пшеницы	% общего азота	
	Неорошаем.	Орошаем.
1. Кубанка	2,219	2,279
2. Гарновка	2,221	2,572
3. Чуль-бидай	2,254	2,390
4. Белоколоска	2,027	2,192
5. Красноколоска	2,029	2,506
6. Русская	1,889	2,144

По работам проф. В. П. Бушинского (107) в Восточном Казахстане (в бывш. Зайсанском уезде, Семипалатинской области) (табл. 276) отмечается уменьшение общего азота, азота белков, жиров и увеличение клетчатки.

Таблица № 276

Химический состав зерна с.-х. растений по данным проф. Бушинского В. П.

Группа поливов	Название культур	Гигроскоп. воды	Общ. количество азота	Азота белка	Зола	Протеин	Белок	Жир	Клетчатка
Один предпосевной полив	Яровая пшеница	10,81	2,36	2,24	1,89	14,75	14,00	1,99	2,50
		10,90	2,55	2,43	1,91	15,93	15,18	1,95	2,32
		9,56	2,62	2,45	1,99	16,37	15,31	2,02	2,24
Один предпосевной и один послепосевной полив	Яровая пшеница	11,19	2,09	1,95	1,91	13,06	12,18	1,80	2,78
		11,03	2,49	2,29	1,73	15,56	14,31	1,89	2.36
		10,46	2,27	2,16	1,71	14,18	13,50	1,74	2,76
	Овес	9,40	1,58	1,41	4,30	9,87	8,81	4,11	12,66
Один предпосевной и два послепосевн. полива	Яровая пшеница	10,50	1,87	1,79	1,93	11,68	11,56	1,93	2,43
		10,94	1,87	1,85	1,72	13,31	11,56	2,25	2,73
		10,89	2,13	2,07	1,98	10,25	12,93	1,95	2,34
	Овес	9,41	1,64	1,56	3,72	10,93	9,75	4,51	11,98
Один послепосевной полив	Яровая пшеница	10,53	1,75	1,60	1,73	10,93	10,0	2,11	2,70
	Овес	8,77	1,54	1,40	4,24	9,62	8,75	5,49	11,81
		9,18	1,68	1,50	4,10	10,5	9,37	5,23	12,33

По опытам А. Г. Зорькина (108) при кафедре частного земледелия Саратовского с.-х. института (табл. № 277) отмечается, что процентное содержание золы, азота и фосфорной кислоты в зерне пшеницы ниже при орошении, чем без орошения. В соломе содержание азота еще больше снижается при орошении, чем в зерне, содержание же золы наоборот повысилось.

Таблица № 277

Химический состав зерна и соломы злаков по данным Саратовского института сельского хозяйства и мелиорации

Наименование веществ	В зерне		В соломе	
	Без орошения	При орошении	Без орошения	При орошении
Сырой золы	2.92	2.39	10.93	12.34
Общего азота	3.30	2.62	1.20	0.58
Белкового азота	3.08	2.43	0.94	0.46
Фосфорной кислоты	1.22	1.14	0.49	0.45

По нашим наблюдениям (табл. № 278) отмечается увеличение золы, как в зерне так и соломе (мякине) у овса и озимой пшеницы; у яровой пшеницы количество золы в зерне уменьшается в связи с орошением, а в соломе замечается, наоборот, увеличение. Количество клетчатки уменьшается под влиянием орошения в зерне овса и яровой пшеницы; в зерне озимой пшеницы замечается увеличение.

Количество сырого жира увеличивается при орошении в зернах овса, озимой пшеницы и убывает у яровой пшеницы. В соломе у всех культур замечалось уменьшение жира.

Таблица № 278

Химический состав зерна и соломы

№№ по порядку	Наименование культур		% % влаги	В 100 гр. абсолютно сухой навески				
				Золы	Клетчатки	Сырого жира	Сырого протеина	Безазотисто-экстрактных веществ
1	1928 год							
	Овес неполивной	зерно	8,43	3,88	13,10	6,32	18,18	58,52
		солома	—	—	—	—	—	—
		мякина	—	—	—	—	—	—
		среднее	—	—	—	—	—	—
2	1928 год							
	Овес поливной	зерно	9,10	4,49	11,17	6,94	15,73	61,67
		солома	—	—	—	—	—	—
		мякина	—	—	—	—	—	—
		среднее	—	—	—	—	—	—
3	1929 год							
	Овес неполивной	зерно	8,91	4,18	10,81	6,13	14,74	64,14
		солома	5,90	11,04	33,73	3,93	8,28	43,02
		мякина	8,26	11,31	18,99	5,27	15,54	48.89
		среднее	7,69	8,84	21,17	5,11	12,88	48,68
4	1929 год							
	Овес поливной	зерно	9,23	4,21	10,01	7,05	16,80	61,93
		солома	3,75	12,30	38,48	2,37	5,38	41,47
		мякина	7,27	16,15	21,55	4,43	9,72	48.15
		среднее	6,75	10,88	23,34	4,62	10,63	50,52
5	1929 год							
	Озимая пшеница неполивная	зерно	13,15	1,54	2,39	2,76	15,04	78,27
		солома	5,79	5,51	38,53	2,70	6,46	46,80
		мякина	7,99	7,52	20.04	3,73	12,46	56,25
		среднее	8,98	4,86	20,32	3,06	11,32	60,44
6	1929 год							
	Озимая пшеница поливная	зерно	10,51	1.74	2,61	3,06	15,48	77,11
		солома	6,48	7,16	40,07	2,51	4,74	45,52
		мякина	7,06	11,03	21,76	2,48	8,83	55,90
		среднее	8,01	6,31	21,48	2,68	9,68	59,51
7	1928 год							
	Яровая пшеница неполивная	зерно	12,67	2,28	2,97	2,38	20,91	71,46
		солома	—	—	—	—	—	—
		мякина	—	—	—	—	—	—
		среднее	—	—	—	—	—	—
8	1928 год							
	Яровая пшеница поливная	зерно	11,95	2,10	2,90	2,38	17,87	74,75
		солома	—	—	—	—	—	—
		мякина	—	—	—	—	—	—
		среднее	—	—	—	—	—	—

Продолжение таблицы № 278

№№ по порядку	Наименование культур	% влаги	В 100 гр. абсолютно сухой навески				
			Золы	Клетчатки	Сырого жира	Сырого протеина	Безазотисто-экстр. веществ
	1929 год						
9	Яровая пшеница неполивная зерно	10,77	2,60	2,93	2,63	19,56	72,28
	солома	5,66	8,91	44,25	2,78	6,71	37,35
	мякина	7,51	9,33	22,71	3,74	10,08	54,14
	среднее	7,98	6,94	22,29	3,05	12,12	54,59
	1929 год						
10	Яровая пшеница поливная зерно	11,08	2,24	2,86	2,14	18,23	74,53
	солома	5,67	11,86	44,95	2,31	4,32	36,56
	мякина	5,69	14,54	23,53	2,70	9,33	49,90
	среднее	7,48	9,55	23,78	2,38	10,62	53,66

По количеству сырого протеина в зерне овса за 1928 год и яровой пшеницы за оба года наблюдается уменьшение в связи с орошением, а в зерне овса за 1929 г. и озимой пшеницы увеличение, в соломе же у всех культур замечается уменьшение протеина под влиянием орошения.

Таким образом, орошение, пополняя недостаток необходимой в почве влаги для нормального развития растений, является мощным средством повышения урожайности.

Но попутно при применении орошения встречаются и отрицательные явления: так например, наблюдается уменьшение содержания в почве воднорастворимого органического вещества, нитратов и фосфатов почвы. Уменьшение этих веществ в почве не может не сказаться на понижении урожайности. Этот недостаток можно легко устранить агротехническими мероприятиями и применением удобрений. Так, при применении орошения методом инфильтрации и рыхления почвы после поливов можно значительно повысить количество нитратов. Внесением же в почву органических удобрений можно значительно повысить растворимость почвенных фосфатов. А применение фосфорно-кислых и азотистых удобрений при орошении (109, 110) дает значительное повышение урожайности (табл. № 279, № 280).

Таблица № 279

Эффективность минеральных удобрений при орошении яровой пшеницы

(Уральская зональная опытная станция)

Срок и нормы орошения	Урожай без удобрения в ц/га	Прибавка урожая от N_{30} P_{30}
Без орошения	3,8	0,5 ц/га или 13,2%
По орошению (750 м³ по всходам)	10,14	4,36 ц/га или 43%

Таблица № 280

Эффективность минеральных удобрений на хлопчатнике в связи с орошением

(Совхоз Пахта-Арал)

Схема поливов	Нормы орошения	Повторение	Урожай в ц/га	Прибавка урожая	
				ц/га	%
1—3—1	4012	1	15,3	—	—
	3554	2	22,9	7,6	49,3
1—4—0	3926	1	18,4	—	—
	3774	2	25,6	7,2	39,1
1—3—0	3655	1	14,3	—	—
	2951	2	21,2	6,9	48,3
1—2—0	3635	1	21,7	—	—
	2923	2	26,2	4,5	20,7

Примечание. 1-е повторение не удобрялось, 2-е повторение удобрено Р 100, N 38.

При применении орошения может происходить засоление почвы и образование солонцов (111). Это явление более сильно отражается на понижение урожаев (таб. № 281).

Таблица № 281

Зависимость урожая от солонцеватости почв

(Уральская зональная опытная станция)

Почвы	Твердая пшеница	Мягкая пшеница	Овес	Ячмень
Южные черноземы	7,4	6,6	6,6	7,9
Слабо солонцеватые южные черноземны	4,9	5,5	6,5	6,5

Но при применении соответствующих мер, предохраняющих подъем грунтовых вод — главного источника засоления—применение оросительных вод с содержанием кальциевых солей и химических мелиораций (111, 112) можно также достичь повышения урожаев (табл. 282).

Таблица № 282

Эффективность от химических мелиораций при орошении

Делянка	Зерна		Соломы		Общий вес		Отношение соломы к зерну
	кг/га	%	кг/га	%	кг/га	%	
Уральская зональная опытная станция							
Контрольная	751,2	100,0	1915,7	100,0	2666,9	100,0	2,55
5 тонн алебастра	1360,0	181,0	1946,6	101,6	3306,6	124,0	1,43
10 тонн алебастра	1000,0	133,1	1773,3	92,6	2773,3	104,0	1,77
1 тонна серы	933,6	124,2	1706,6	89,1	2640,0	99,0	1,83
3 тонны жженой извести	1066,6	142,0	2000,0	104,4	3066,6	115,0	1,87

Примечание. Опыты велись при 2 поливах затоплением с поливной нормой около 1300 – 1400 куб. метров на га.

Продолжение таб. № 282

Делянка	Зерна		Соломы		Общий вес		Отношение соломы к зерну
	кг/га	%	кг/га	%	кг/га	%	
На Каратальском рисовом совхозе							
Контроль	19,3	100	—	—	—	—	—
1 тонна негашеной извести	25,1	130,1	—	—	—	—	—
2 тонны негашеной извести	26,2	135,8	—	—	—	—	—
4 тонны негашеной извести	29,1	150,8	—	—	—	—	—

При орошении наблюдается снижение общего и белкового азота в растениях (105), но и этот недостаток может быть устранен при применении минеральных удобрений с повышенной дозой азота. Причем можно достичь и при орошении такого же содержания белка, как и без орошения (таблица № 283)

Таблица № 283

Содержание общего и белкового азота в пшенице

(в %% на абсолютно сухую навеску)

(по вегетационным данным Ф. К. Воробьева и В. В. Мосолова)

Удобрения / Содержание азота	35%			60%			100%		
	Зерна		Соломы	Зерна		Соломы	Зерна		Соломы
	Общий азот	Белковый азот	Общий азот	Общий азот	Белковый азот	Общий азот	Общий азот	Белковый азот	Общий азот
Без удобрений	2,79	2,68	0,81	2,73	2,67	0,55	2,60	2,57	0,62
N P. K. 2:1:1	3,15	2,93	1,32	3,23	2,98	1,30	3,19	2,97	1,10
Зерно посевного материала .	3,22	—	—	3,22	—	—	3,22	—	—

Таким образом, при одновременном применении орошения, агротехники, органических минеральных удобрений и химических мелиораций можно достичь максимальных высококачественных урожаев.

РЕЗЮМЕ

В работе приводятся результаты двухлетних (1928 и 1929 гг.) наблюдений в опытах с орашением на южном (террасовом) черноземе, проведенных на опытно-мелиоративной станции Донского инженерно-мелиоративного института (в Персиановке близь Новочеркасска, Азово-Черноморского края).

Целью опытов было поставлено изучение всей совокупности влияний искусственного орошения на почву и урожай. Изучались: водный режим, питательный режим, засоление и солонцеватость почв. Изучение производилось на пяти полях севооборота:—на черном пару, под озимой пшеницей, кенафом, овсом и яровой пшеницей при разных нормах орошения и на неполивных делянках под теми же культурами.

Установлено:

1. В годы недостаточного увлажнения, как 1928 г. накопление влаги в пару можно произвести рациональной обработкой почвы. Изучавшаяся норма полива 2 500 м³/га устранила иссушение в поверхностных горизонтах, судя по режиму влажности в неорошаемом пару в 1928 году в поливе такой высокой нормой не было необходимости; видимо был бы достаточен долив нормой 800—1000 м³/га для покрытия недостатка влаги в пахотном горизонте (что подлежит дальнейшей экспериментальной проверке). В годы засушливые (1929) в неорашаемом пару сильно проявляется почвенная засуха и кроме агротехнических приемов оказался рациональным полив парового поля нормой 2800 м³/га. Более высокие нормы совершенно не рациональны.

2. Под пропашной культурой (кенаф) поливы в оба года смягчили остроту почвенной засухи, под зерновыми—отодвинули ее на вторую половину лета, обеспечив влагой наиболее от етственный период развития растений. Повышенные оросительные нормы под кенафом (4400 и 5600 м³/га) в засушливом 1929 году увеличили содержание влаги в метровом слое по сравнению с оптимальной нормой, но, по материалам наблюдений повели к значительным напрасным потерям оросительной воды.

3. За два года орошения убыли валового гумуса не отмечено. Орошение ведет к понижению количества воднорастворимого гумуса под всеми культурами и в пару; в меньшей степени это снижение проявляется под яровыми зерновыми, очевидно, благодаря меньшим оросительным нормам.

4. Под всеми культурами и в пару за оба года орошение снижает содержание нитратов в почве, вследствие угнетения нитрификации и, возможно, вымывания, особенно при преувеличенных оросительных нормах. При оптимальной норме убыль после полива восполняется к моменту следующего полива. Повышенное потребление нитратов орашаемыми культурами в общем балансе составляет только малую часть снижения нитратов в почве при орошении.

5. Под влиянием орошения под всеми культурами происходит уменьшение количества воднорастворимых фосфатов почвы, что связана с увеличением количества кальциевых солей в почве, приносимых с оросительной водой.

6. За два года орошения южного (террасового) чернозема водой с содержанием солей (1—2 гр. на литр) отмечено заметное засоление почвы, но еще без заметного отрицательного влияния на урожай. Особенно ярко повысилось содержание в почве сульфатов (в связи с сульфатностью поливных и грунтовых вод) и хлоридов; щелочность же с повышением засоления понизилась. На неполивных делянках в 1929 г. отмечено так же несколько повышенное содержание сульфатов, (вероятно под влиянием грунтовых вод) и понижение щелочности. За оба года установлена большая подвижность хлоридов и сульфатов под влиянием условий погоды и промывающее действие ранне-весенних осадков.

7. За два года орошения установлено некоторое рассолонцовывание верхних горизонтов почвы при орошении высокими нормами и повышение солонцеватости в нижних горизонтах.

8. Урожайность зерновых культур резко повышается под влиянием орошения и особенно в засушливом 1929 г. с лучшим качеством зерна по натуре.

SUMMARY

The author summarizes and discusses the results of biennial observations (1928—1929) on experiments with the irrigation of a southern chernozem terraced land. The work was conducted at the Experiment Reclamation Station of the Donskoj Reclamation Engineering Institute (at Persianovka near Novocherkassk, Azov—Black Sea Territory).

The purpose of the above experiments was to study in its entirety the influence of the artificial irrigation upon the soil and crop yield. Soil moisture nutrition, salinization and solonets properties were the factors studied, the investigation being carried out on five fields in rotation lying under 1) tilled fallow, 2) winter wheat, 3) kenaph (Hibiscus cannabinus L.), 4) oats, and 5) spring wheat, with different amounts of water applied by irrigation as well as on non irrigated plots where the same crops were grown.

The foregoing experiments have resulted in the following statement:

1. During the years of insufficient precipitation as in 1928, the accumulation of water in fallow land was secured by a proper tillage. The amount of water used for irrigation 2 500 m^3 hectare eliminated the drying of upper horizon; judging by the moisture content in non—irrigated fallow in 1928 it is believed that there was no need for such a high rate of watering; the rate of 800—100 m^3 per hectare appeared to have beeu sufficient to recover the lack of humidity in the ploughed layer (which however needs a further experimental verification).

During the years of law rainfall (1929) the non—irrigated land was greatly affected by drought and in such years it was found efficient to apply 2 800 m^3 of water per hectare in addition to a proper soil management. Higher watering rates are by no means effective.

2. Watering of row crops (kenaph) during both years reduced the extent of soil aridity; watering of grain crops retarded it till the latter half of the summer thus permitting to retain sufficient humidity during the most important period of plant growth. Higher water rates for kenaph in the low rainfall year (1929) amounting to 4 400 and 5 600 m^3 per hectare resulted in increased moisture content of the one—meter layer as compared with the optimum, but as shown by experiment data led to considerable waste of irrigation water.

3. No decrease in the total humus content was observed during the two years of watering. Irrigation caused a decline in the amount of water—soluble humus for all crops and in fallow, this decline is shown in a slighter extent for spring cereals which is apparentey due to lower watering rates.

4. During both years for all crops as well as for fallow land, irrigation was found to cut down soil nitrate content due to a depressing effect on nitrification and, possibly, to leaching, the latter being caused by increased watering rates. In case of the optimum rate the loss after watering is made up by the time of next watering. The increased assimilation of nitrates by irrigated crops makes but a very small proportion of the total loss of nitrates in the soil because of irrigation.

5. Under the influence of irrigation of all crops the amount of water-soluble phosphates in the soil declines which is connected with an increase in the quantity of calcium salts contained in soils brought by irrigation water.

6. For two years of irrigation of southern terrassed chernozem by water with the salt content (1—2 gr. per litre) a marked salinization of the soil was stated, but the latter did not harmfully affect the yield. Especially marked was the increase of sulphates (in connection with the high sulphate content of irrigation and ground waters); at the same time alkalinity declined due to the increase in salinization. Observations of non—irrigated plots in 1927 also show a somewhat increase content of sulphates probably because of ground water action) and a decrease in alkalinity. Greater mobility of chlorides and sulphates under the influence of weather conditions as well as a washing effect of early spring precipitation were ascertained during the both years of observation.

7. For the same period solonetz properties of the upper soil layers when heavily irrigated were apt to become less marked and those of lower layers more marked.

Due to irrigation the yield of grain crops as well as the quality of seed greatly increased especially in droughty 1929.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проф. Н. Е. Фролов.—Схема мелиоративных районов Северо-Кавказского края. СКОМС. Новочеркасск. 1928 г. (рукопись).
2. П. Л. Вязовский.—Северный Кавказ после районирования. Естественно-исторический очерк. СКИК. Ростов. 1925 г.
3. А. И. Газулов.—Северный Кавказ после районирования. Донской округ. СКИК. Ростов. 1925 г.
4. Проф. В. А. Поггенполь.—Материалы для климатологии Донской области. Известия Донского ин-та сельского хозяйства и мелиорации. Том V. Новочеркасск. 1922—24 гг.
5. П. А. Витте и Б. А. Шумаков.—Опытно-мелиоративные исследования в Персиановке Донского округа в 1923—24—25 гг. СКОМС. Новочеркасск. 1928 г.
6. В. Д. Голубятников.—Геологические исследования в Черкасском округе Донской области в 1920—21 гг. Новочеркасск. 1921 г.
7. Лисицын.—Гидрологические исследования на площади построек Донского политехнического института. Новочеркасск. 1917 г.
8. Акад. К. Д. Глинка.—Почвенный покров в бассейне реки Грушевки и Аюты Донской области.—Труды Почвенного Комитета имени Докучаева, вып. II-й. Ленингра . 1928 г.
9. Проф. И. В. Новопокровский. — Почвенно-ботанический очерк окрестностей г. Новочеркасска Донской области.—Труды областного совещания по опытному делу 2—5/V—1911 г. Новочеркасск.
10. Проф. И. В. Новопокровский.—Отчего гибнут культуры плодовых деревьев в Персиановском войсковом питомнике. „Русский Почвовед" № 5, 1914 г. и „Хозяйство на Дону год IX(1914) № 46—47.
11. Проф. Б. Б. Полынов.—Почвы Аксайского займища. Новочеркасск. 1920 г.
12. Проф. И. А. Шульга—Почвы пастбищ и сенокосов степной части Северо-Кавказского края.—Институт почвенных мелиораций. Новочеркасск. 1929 г.
13. Е. С. Блажный и проф. С. И. Тюремнов.—Почвы поймы реки Дона в районе проектируемой Волго-Донской магистрали. Краснодар. 1929 г.
14. Ахромейко.—Структура почвы. Сельхозгиз. Ленинград. 1930 г.
15. Harris, F. S. Utah Agricultural collge Experiment Station. Bulletin № 139. 1915.
16. Б. Коньков и Е. Петров.—К изучению режима грунтовых вод в Голодной Степи, Институт водного хозяйства. Ташкент. 1929 г.
17. Н. Н. Славянов.—Эквивалентная форма выражения анализов воды и ее применение. Геологический Комитет. Материалы по общей и прикладной геологии. Вып. 97.
18. Проф. П. А. Кашинский. Изменения в содержании солей в воде пруда опытно-мелиоративной станции Донского ин-та сельского хозяйства и мелиорации в зависимости от времени, места и других условий взятия образцов воды для анализа. Гидрохимические материалы. Том V. Новочеркасск. 1929 г.
19. Hilgard, E. W—Quality of Irrigation Water Soils Macmillon C°.
20. Hilgaprd, E. W.—Lake and River Waters in California, and their Quality for Irrigation Purposes. Calif. Sta Rpt 1890.
21. Hilgard, E. W.—The use of Saline and Alkali Waters in Irrigation. Calif. Sta. Rpt. 1897—98.
22. Maskie, W. W.—Reclamation of White Ash Lands Affected with Alkali at Fresno, California. USDA Bur. Soils, Bull. 42.
23. Guthrie, F. B. Water on the Farm. In Agric. Gaz. New Souts Wales, vol. 29 (1918).
24. Cuthrie, F. B.—Water on the Farm New South Wajes, Dept. Agr. Farmers, Bull. 121.
25. Forbes, R. H. — The River Irrigation Waters of Arizona.—Their caracter and Effect. Ariz. Sta. Bull. 44.
26. Holtep, C. L. Fields.—Analises of Waters for Irrigation Okla Sta. Bull. 38.
27. Means, T. H.—The Use of Alkalina and Saline Waters for Irrigation USDA, Bur. Soils. Cir. 10.
28. Scofield, C. S,—The Salt Water Limits of Wild Rice USDA. Bur. Pl. Ind. Bull. 72.
29. Fraps, G. S.—The Effect of Salt Water on Rice Tex Sta Bull. 122.
30. Harris, F. S., and Butt, N. I.—The Use of Alkaly Water for Irrigation Utah Agric. Coll. Exper. Stat Bul. No 169. 1919.
31. В. И. Лисовский.—К вопросу об орошении соленой водой. Известия Донского Ин-та сельского хозяйства и мелиорации. Новочеркасск. 1929 г.
32. К. Лазарев.—Изменение химического соста а солевых примесей оросительной воды при прохождении ее по различным элементам оросительной сети. Гидрохимические материалы. том V. Новочеркасск. 1929 г.
33. Н. А. Качинский.—О влажности почвы и методах ее изучения. Изд. „Новая Деревня" Москва 1923 г.

34. Н. А. Качинский.—Изучение фи ических свойств почвы и корневых систем растений при территориальных почвенных исследованиях. Сельхозгиз. Москва 1931 г.
35. П. А. Некрасов.—Водный режим в почве. Итоги работ русских опытных учреждений. Москва. 1927 г.
36. Ф. Ю Гельцер, Ю. А. Рубинчик и Т. П. Лисунова. К вопросу о формах органического вещества („Химизация соц. землед.") 1933 № 1.
37. C. T. Hirst and J. E. Greaves.—The influence of Manure and Irrigation Water on the Carbon, Phosphorus, Calcium and Magnesium of the Soil. Soil. Science, vol XIX, No 2. 1925
38. Waksman, S and Stevens, K.—A critical study of the methods for determining the nature and abundance of soil organic. matter—Soil Science vol. 30, No 2, 1932.
39. Waksman, S. and Stevens, K—Contribution to the Chemical Gomposition of Peat.—Soil Sci. vol 26, No 2. 1928.
40. Waksman, S.—The origin and the nature of soil organic matter of soil „humus". Soil Science vol. 22. 1929.
41. Waksman, S.—Chemical and mikrobiological principes inder lyning the decomposition of green in the soil.—Jourm. Amer. Soc. of Agric., vol. 2, No I. 1929.
42. Проф. И. В. Тюрин, М. М. Кононова и М. В. Новоселова. Материалы по изучению органического вещества почвы. („Химизация соц. земледелия"). № 8 1934 г.
43. Проф. И. В. Тюрин и М. М. Кононова.—Материалы по изучению органического вещества почвы.—Журнал „Химизация соц земледелия" № 11 1934 г.
44. Ремизов.—О качественном составе органического вещества почв СССР.—„Почвоведение" № 5 1933 г.
45. Проф. А. А. Шмук—К химии органического вещества почвы.—Труды Кубанского с.-х. ин-та, том I, вып. 2. Краснодар. 1923 г.
46. А. Шмук.—К вопросу о химической природе органического вещества почвы. Бюллетень Почвоведа № 5—7. 1930 г.
47. Ф. Ю. Гельцер.—Динамика угольной кислоты почвенного воздуха в условиях орошаемого земледелия.—Труды Ак.-Кавакской оп. станции, вып. 10. Ташкент. 1930 г.
48. Н. В. Орловский.—Естественные факторы плодородия каштановой солонцовой зоны в связи с влиянием орошения. Западно-Казахстанская с.-х. оп. станция. Уральск. 1930 г.
49. Г. Тумин.—Гумус почвы и урожайность. Тамбовская с.-х. опытная станция. Тамбов. 1920 г.
50. Л. И. Иозефович.—Распределение гумуса и азота в зависимости от рельефа и некоторые даиные о растворимости перегноя. ГИЗО. Москва. 1926 г.
51. Deherain, P. P.—Sur la production des nitrates dans la terre arable.—Annales Agronomiques. 1887.
52. Deherain, P. P.—Recherches sur la formation des nitrates dans les terres arables inegalement fertiles.—Ann. Agron. 1888.
53. Waringtоn, Robert.—Nitrification of soils and manures.—In. U. S. Dept. Agr. Offic. Exp. Sta. Bull. 8
54. Deherain, P. P. et Demoussy, E—Sur la fixation et la nitrification de la matière organique du sol.—Comptes Rendus de l. Acad. Sc.—Paris.
55. Schlesing, Th. Ir.—Contribution à l'étude de la nitrification dans les soil.—Comptes Rendus de l'Acad. Sc.—Paris. 1897.
56. Frops, G. S.—Studies in nitrification.—In. N. S. Agr. Exp. Sta Ann Rpt—1904.
57. Goleman, L. C.—Untersuchungen über Nitrifikation. Centralblat der Bakter.—Abt. 1—2.
58. Petterson, I. W., and Scott, P. P.—The influence of soil moisture upon nitrification.—Journ. Dept. Agr. 1912.
59. Stevart, Robert, and Greaves, J. E.—The production of chlorine upon the determination of nitric nitrogen.—Journ. Amer. Chem. Soc. 1912.
60. Snarpp, L. T.—Soil investigations Nevada Agr. Exp. Sta. Ann. Rpt. 1912.
61. А. А. Кудрявцева.—Селитра в почве. Итоги работ русских опытных учреждений. Москва. 1927 г.
62. Гирко, П.—Упли вагности на процессы нітрифікаці, мобілізаці та імобілізаці P_2O_5 і кальцію в грунті. Центральна агрохемічна лабораторія УССРР НКЗС. Выпуск 1. Кіев. 1928 г.
63. Е. А Жориков. Динамика питательных соединений в почве полей различного культурного состояния. Средне-Азиатская станция удобрений. НИХИ. Ташкент. 1931 г.
64. Ф. Ю. Гельцер.—Влияние способов полива на питательный режим почв и урожайность хлопчатника НИХИ. Ташкент. 1931 г.
65. Кудрин.—Краткий обзор результатов работ Агрохимического отдела за 1927—28 г. Голодностепная с.-х. оп. станция.
66. Г. И. Павлов.—Динамика строения пахотного горизонта в условиях орошаемого земледелия. -Труды Ак.-Кавакской опытной станции. Вып. 6. Ташкент. 1930 г.
67. И. В. Ларин и Т. Ф. Тихомиров.—Почвы, растительность и их с.-х. значение участка Уральской с.-х. опытной станции. Кзыл-Орда. 1927 г.
68. Отчет Уральской с.-х. опытной станции. Уральск. 1928 г.
69. Буренин.—Отчет по метеорологической станции за 19 7—28 гг. Уральская с.-х. опытная станция. Уральск. 1928 г.

70. Проф. Л. И. Иозефович, С. П. Матусевич и И. А. Бесполуденов.—Почвенная карта Казахстана. Под ред. Л. И. Прасолова. Казахстанский институт удобрений и агропочвоведения и Почвенный институт Академии Наук. Ленинград. 1934 г.
71. П. Е. Простаков.—К вопросу о нитрификации в искусственно-орошаемых почвах. ГИЗО. Новочеркасск. 1929 г.
72. П. Е. Простаков, А. М. Алпатьев и С. М. Алпатьев.—Наблюдения над динамикой почвенного процесса при орошении. ГИЗО. Новочеркасск. 1929 г.
73. J. E. Greaves, Robert Stewart, and C. T. Hirst.—Influence of crop. season, and water of the bacterial activities the soil. Washington. 1917.
74. Проф. П. А Костычев.—Нерастворимые фосфорно-кислые соли почвы. 1881 г.
75. К. К. Гедройц.—Журнал опытной агрономии. 1905 г.
76. Проф М. А. Егоров.—Журнал наук на Украине. 1922 г.
77. J. E. Greaves.—The influence of irrigation water in the composition of the soil. Reprinted from the journal of the American Society of Agronomy, vol. 14, No 5. May. 1922.
78. Mitscherlich.—Landwirtsch. jahrbücher. XXXIX, Heft 2. Ж. О. А. 1905, реферат.
79. Gamieron, F. и Scidell, A.—Действие воды на фосфаты кальция.
80. Е. А. Жариков и Н. В. Бородина.—Влияние искусственного орошения на динамику питательных соединений в почве хлопкового поля.—НИХИ. Ташкент. 1931 г.
81. Л. П. Розов.—Засоленные почвы в условиях орошения и организация борьбы с ними.—Институт гидротехники и мелиорации. № 3.
82. Л. И. Прасолов.—Земельный фонд для растениеводства СССР с точки зрения географии почв. Растениеводство СССР. Том I, ч. I. 1933 г.
83. Проф. С И. Тюремнов.—Почвенно-грунтовые условия южного участка Джафарханской опытной станции и его засоление. ГИЗО. вып. III. Москва. 1928 г.
84. С. Я. Сушко.—Солевой режим почв и почвенно-грунтовых вод в связи с орошением (по наблюдениям в дельте р. Терека). ВАСХНИЛ. Ленинград. 1933 г.
85. Н. М. Тулайков.—Почвы Муганской степи и их засоление при орошении.—Переселенческое и Главное Управление земледелия и землеустройства. Москва. 1906. г.
86. С. И. Тюремнов.—Почвы восточно-закавказской равнины.
87. С. Я. Сушко.—К вопросу о влиянии орошения на химические и физические свойства засоленных аллювиальных почв. Институт агропочвоведения. Ленинград. 1930 г.
88. Л. П. Розов.—Об изменении солонцеватости почв при орошении и промывках. „Почвоведение" № 2 1934 г.
89. К. К. Гедройц.—Колоидальная химия в вопросах почвоведения.—Журнал Опытной Агрономии, том XIII, 1912 г.
90. Проф. К. К. Гедройц.—Почвенный поглощающий комплекс и почвенные поглощенные катионы, как основа генетический почвенной классификации.—Носовская с.-х. опытная станция Ленинград. 1927 г.
91. Акад. К. К. Гедройц.—Учение о поглотительной способности почв.—Сельхозгиз. Москва. 1933 г.
92. Проф К. К. Гедройц.—Солонцы, их происхождение, свойства и мелиорация.—Носовская с.-х. опытная станция. Ленинград. 1928 г.
93. Л. П. Розов.—Материалы к характеристике солонцеватости почв орошаемых районов.—ГИСХМ. Москва. 1928 г.
94. Л. П. Розов.—Материалы к характеристике почв орошаемых районов. Сельхозгиз. Москва. 1931 г.
95. Л. П. Розов.—Солонцеватые процессы в мелиорации. „Почвоведение" № 3 1932 г.
96. Л. П. Розов.—Об изменении солонцеватости почв при орошении и промывках. „Почвоведение" № 2 1934 г.
97. Проф. Н. М. Тулайков.—Солонцы, их улучшение и использование.—Госиздат. Москва. 1922 г.
98. Проф. В. П. Бушинский.—Почвоведение и мелиорация.—„Новая Деревня". Москва. 1926 г.
99. Проф. В. П. Бушинский.—Почвы Сталинградской губернии.
100. Л. И. Иозефович.—Почвы Сталинградского уезда. Сельхозгиз. Москва. 1930 г.
101. Проф. В. П. Бушинский.—Основные задачи почвенных мелиораций.—Институт агропочвоведения Москва. 1930 г.
102. Д. Г. Виленский.—Засоленные цочвы, их происхождение, состав и способы улучшения.
103. Ю. Г. Лопато.—К вопросу о засолении почвы при орошении. ОГИЗ. Саратов. 1932 г.
104. Д. Н. Прянишников.—О влиянии влажности почвы на развитие растений. Журнал Опытной Агрономии № 1 1900.
105. Ф. К. Воробьев и И. В. Мосолов.—Влияние азотистого удобрения на накопление белка в пшенице. Журнал „Химизация социалистического земледелия" № 11 1934.
106. В. С. Богдан.—Отчет Валуйской сельско-хозяйственной станции за 1895—18 6 г. С-Петербург 1900.
107. В. П. Бушинский.—Влияние орошения на урожай и качество зерна в Зайсанском уезде. Материалы по изучению агрономических условий Семипалатинской области том I выпуск II. Москва. 1916.

108. А. Г. Зорькин.—Влияние орошения на ход накопления белка в пшенице. Известия Саратовского государственного института сельского хозяйства и мелиорации. Саратов. 1929.
109. И. И. Синягин.—Удобрения в Казахстане. Журнал „Химизация Социалистического Земледелия“ № 1 1935.
110. Действие удобрений в зависимости от сроков и норм полива. Отчет по опытам совхоза „Пахта-Арал“ 1932. (рукопись).
111. Н. В. Орловский.—Агротехническая оценка и химическая мелиорация солонцев и солонцеватых почв. Алма-Ата 1934 г.
112. А. Г. Щерба.—Влияние известкования на урожай риса. Алма-Ата. 1935 г. (рукопись).

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Характеристика мелиоративного района, обслуживаемого опытно мелиоративной станцией Донского инженерно-мелиоративного института	
Климат	5
Почвенный покров	8
Грунтовые воды	12
Цель и программа опытов	14
Полевая методика	14
Лабораторная методика	17
Водный режим	20
Оросительные воды	20
Влажность	25
Черный пар	26
Озимая пшеница	33
Кенаф	35
Овес	43
Яровая пшеница	47
Выводы	51
Динамика органического вещества почвы	55
Динамика водно-растворимого гумуса в черном пару	58
Динамика водно-растворимого гумуса под озимой пшеницей	65
Динамика водно-растворимого гумуса под кенафом	67
Динамика водно-растворимого гумуса под овсом	74
Динамика водно-растворимого гумуса под яровой пшеницей	79
Выводы	85
Нитрификация	86
Нитрификация на черном пору	92
Нитрификация под озимой пшеницей 1929 г.	99
Нитрификация под кенафом	104
Нитрификация под культурой овса	108
Нитрификация под яровой пшеницей	114
Выводы	119
Мобилизация и иммобилизация фосфатов	120
Динамика фосфатов на черном пару	122
Динамика фосфатов под озимой пшеницей	129
Динамика фосфатов под кенафом	132
Динамика фосфатов под овсом	139
Динамика фосфатов под яровой пшеницей	143
Выводы	148
Засоление	149
I. Хлориды	151
Динамика хлора на черном пору	151
Динамика хлора в условиях озимой пшеницы	163
Динамика хлора в условиях культуры кенафа	166
Динамика хлора в условиях культуры овса	173
Динамика хлора в почве в условиях яровой культуры пшеницы	177
II. Сульфаты	182
Динамика сульфатов на черном пору	182
Динамика сульфатов в условиях культуры озимой пшеницы	190
Динкмика сульфатов в условиях культуры кенафа	193
Динамика сульфатов в условиях культуры овса	199
Динамика сульфатов под яровой пшеницей	202
III. Карбонаты	206
Динамика щелочности в черном пару	206
Общая щелочность почвы под озимой пшеницей	214
Динамика щелочности в условиях культуры кенафа без орошения и при искусственном орошении	217
Динамика общей щелочности в условиях культуры овса	223
Динамика общей щелочности в условиях культуры яровой пшеницы	229
Основные выводы по засолению	234
Изменение солонцеватости почв под влиянием орошения	237
Урожай	246
Резюме	253-254
Литература	255