

Академия наук Казахской ССР

Ордена Трудового Красного Знамени институт почвоведения

На правах рукописи

АБДУРАХМАНОВ АБАЗХАН АБДУАЗИЗОВИЧ

УДК 631.6:631.445.52:631.87

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИГНИНА
ПРИ МЕЛИОРАЦИИ ШОХОВЫХ ЗАСОЛЕННЫХ
ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ФЕРГАНЫ

(06.01.03 - Почвоведение)

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Алма-Ата 1986

*Дураманов Абдураманбердиевич,
доктор наук
ученый секретарь
11.10.86 г.
института почвоведения
и агрохимии
АИИП*

Работа выполнена в лаборатории промывок земель и почвенных исследований Среднеазиатского ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательского института ирригации им. В.Д.Журина (САНИИРИ)

Научные руководители:

кандидат сельскохозяйственных наук, ст.науч.сотр. А.РАМАЗАНОВ

кандидат физико-математических наук, доцент К.Т.САЛИХБАЕВ

Официальные оппоненты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор М.И.РУБИНШТЕЙН

кандидат сельскохозяйственных наук, ст.науч.сотр.

А.И.ИОРГАНСКИЙ

Ведущее учреждение: Всесоюзное ордена Ленина и ордена Дружбы народов научно-производственное объединение "Союзхлопок"

Защита состоится "3" ноября 1986 г. в 10⁰⁰ час. на заседании специализированного совета К-008.07.01 по присуждению ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук в ордена Трудового Красного Знамени институте почвоведения Академии наук Казахской ССР.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах просим направлять по адресу: 480032. Алма-Ата-32, Академгородок, Институт почвоведения АН Казахской ССР.

Автореферат разослан "___" _____ 198 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
кандидат сельскохозяйственных наук

В.А.КОРНИЕНКО

- 3 -

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

I.1. Актуальность темы. В "Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986-1990 годы и на период до 2000 года", принятых на XXII съезде КПСС, намечено дополнительно ввести в эксплуатацию в Узбекской ССР 360 тыс.га орошаемых земель и довести производство хлопка-волокна к 1990 году до 1,8...1,93 млн.тонн.

С целью планомерного повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий предполагается расширить применение органических удобрений, повысить эффективность использования местных ресурсов (торф, сапропели, промышленные и бытовые отходы и т.д.), а также осуществить переход к ресурсосберегающим технологиям возделывания сельскохозяйственных культур.

В условиях Средней Азии большинство земель в различной степени засолены. При их освоении проводится комплекс мероприятий, направленных на удаление избытка солей из почвенной толщи путем промывки на фоне эффективно действующего дренажа. В связи с нарастанием дефицита водных ресурсов в регионе первостепенное значение приобретают мелиоративные приемы, позволяющие значительно снизить затраты воды на проведение промывных поливов за счет повышения солеотдачи и улучшения фильтрационных свойств почвогрунтов. Перспективным в этом плане является использование в качестве химмелиоранта лигнина - крупнотоннажного отхода гидролизного производства - который содержит до 3 % серной кислоты (технологические остатки), а также смесь хинонных нитрополикарбоновых кислот, являющихся активными ростостимуляторами растений.

Несмотря на то, что применению лигнина в виде удобрений под хлопчатник посвящено довольно много работ, использование его в качестве химмелиоранта при промывках трудномелиорируемых земель и изменения в связи с этим водно-физических, физико-химических, агрохимических и других свойств почв почти не изучены, что и предопределило необходимость постановки и проведения исследований по выбранной теме.

I.2. Цель и задачи исследований. Целью работы явилось изучение эффективности использования лигнина при промывках и влияния его на производительную способность слабоводопроницаемых шоховых засоленных почв Центральной Ферганы. Исходя из этого ставились следующие задачи:

- изучить и дать сравнительную оценку влияния лигнина и навоза на процессы рассоления засоленных шоховых земель при промывке;
- установить изменение физико-химических, агрохимических и

микробиологических свойств почв при внесении под промывку лигнина и навоза;

- изучить особенности перераспределения и миграции микроэлементов в почве при промывках с внесением лигнина, навоза и последующем возделывании хлопчатника.

1.3. Научная новизна. Доказана высокая эффективность использования гидролизного лигнина под промывку слабопроницаемых шоховых засоленных почв Центральной Ферганы, способствующая снижению затрат промывной воды и ускорению ввода этих земель в интенсивный сельскохозяйственный оборот. С привлечением новейших химико-аналитических методов (ионметрия, нейтронно-активационный анализ, атомно-абсорбционная спектрофотометрия) впервые установлена степень воздействия лигнина, внесенного под промывку, на физико-химические свойства, режим макро- и микропитательных элементов в почвах и поступление их в растения.

1.4. Практическая ценность и реализация работы. На основании экспериментальных данных по изменению агрономических, агрохимических, физико-химических, микробиологических и других свойств почв при внесении под промывку гидролизного лигнина доказана целесообразность использования его в качестве химмелиоранта при освоении трудномелиорируемых высококарбонатных засоленных почв.

Применение лигнина обеспечивает устойчивое во времени расселение промываемой толщи при сравнительно меньших чем при обычной промывке затратах промывной воды.

Результаты исследований использованы при составлении "Рекомендаций по применению лигнина при промывках тяжелых слабопроницаемых засоленных земель и солонцов" (Ташкент, 1985), принятых к практическому использованию Госагропромом УзССР, и "Временного руководства по определению засоления орошаемых земель с помощью Na и Cl-селективных электродов" (Ташкент, 1984), принятых к практическому использованию ММВХ УзССР.

1.5. Апробация. Результаты исследований в виде ежегодных научно-технических отчетов (1976...1979 гг.) и диссертации в целом (1985 г.) обсуждались и одобрены на заседаниях секции мелиорации орошаемых земель Ученого Совета САНИИРИ, а также докладывались на: Республиканской конференции молодых ученых и специалистов (Самарканд, 1978), IV Межведомственном совещании по мелиоративной гидрогеологии, инженерной геологии и мелиоративному почвоведению (Ашхабад, 1980); Республиканском совещании по проблемам повышения

плодородия орошаемых земель Узбекистана (Ташкент, 1982); II Всесоюзной конференции по использованию лигнина и его производных в сельском хозяйстве (Андижан, 1985); УП съезде Всесоюзного общества почвоведов (Ташкент, 1985).

1.6. Публикации. По материалам диссертации опубликовано 8 научных статей.

1.7. Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, 5 глав, выводов и предложений производству, списка литературы из 186 наименований (в т.ч. 7 - зарубежных авторов) и приложений. Работа изложена на 200 страницах машинописи, включая 39 таблиц, 20 рисунков, 17 страниц приложений.

1.8. Условия и методика проведения исследований. Исследования проводили на территории совхозов им. А.Ниязова (опыт 1) Ахунбабаевского и "Пахтакор" (опыт 2) Алтынаркского районов Ферганской области, расположенных на периферийных частях Маргилан-Исфайрамского и Алтынаркского конусов выноса левобережной части Центральной Ферганы. Почвы - луговые-сазовые пустынной зоны, представлены засоленными в различной степени слоистыми средними и тяжелыми суглинками и глинами на пролювиальных суглинисто-супесчаных и пылевато-песчаных отложениях. Неблагоприятные водно-физические свойства усугубляются наличием на глубине 0,6...1,2 м. шоховых прослоек, содержащих до 30 % карбонатов. В гидрогеологическом отношении район приурочен к зоне соленакопления в почвах и грунтах с доминирующей формой расходования грунтовых вод на испарение при вертикальном водообмене с неустойчивым по глубине залеганием грунтовых вод (Гейнц, 1949). С удалением от верхней части конусов выноса к периферии уровень и минерализация грунтовых вод повышается, затрудняется их отток, меняется тип (от сульфатного к хлоридно-сульфатному), что обуславливает интенсивное засоление почв.

Опыт 1. Заложено на участке площадью 0,9 га методом последовательных повторений в I ярус в трехкратной повторности по вариантам:

- 1 - вспашка на глубину 30...35 см + промывка (фон);
- 2 - внесение 20 т/га навоза + фон;
- 3 - внесение 20 т/га лигнина + фон.

Варианты расположены перпендикулярно закрытой дрене глубиной 3 м и междурядным расстоянием 200 м. Промывная норма 5,4 тыс. м³/га (одинаковая на всех вариантах) подавалась в два приема.

Опыт 2. Заложено на площади 4,8 га также в трехкратной повторности методом последовательных повторений в I ярус по вариантам:

- 1 - вспашка на глубину 35...40 см + промывка (фон);
- 2 - внесение 20 т/га навоза + фон;
- 3 - внесение 20 т/га лигнина + фон;
- 4 - внесение 40 т/га лигнина + фон.

Варианты расположены перпендикулярно к открытой дрене глубиной 3 м. Промывки проводились в зимний период 1975-1976 гг. дробными нормами 1,5...3 тыс.м³/га до опреснения метрового слоя почвы до 0,02 % по хлору и 0,15 % по сумме токсичных солей. Всего за промывку подано 5,75...9,75 тыс.м³/га воды.

На промытых участках высевался хлопчатник сорта Ташкент-1 с шириной междурядьев 60 (опыт 1) и 90 см. Общая годовая норма удобрений в опыте 1 составила $N_{200}P_{150}K_{70}$, в опыте 2 - $N_{250}P_{180}K_{80}$. Вегетационные поливы в опыте 1 проводили по схеме 1-2-1 нормами по 1,0 тыс.м³/га, в опыте 2 - по схеме 0-3-0 нормами по 1,5 тыс.м³/га. Аналогичная агротехника соблюдалась и в последующий год.

Свойства почв изучали по общепринятым для зоны хлопководства методикам (Методы агрофизических, агрохимических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах. СоюзНИИ, 1963). Измерения окислительно-восстановительного потенциала приурочивали к отбору почвенных образцов. pH, активности ионов хлора, натрия, калия, кальция и нитратов определяли ионометрически с помощью соответствующих стеклянных, мембранных и галогенидных ионоселективных электродов в почве, увлеченной до нижней границы текучести. Общее содержание калия, марганца, цинка, меди и кобальта в почвенных и растительных образцах определяли методом нейтронно-активационного анализа на тепловых реакторных нейтронах (выполнено в ИИФ АН УССР) в его прямой гамма-спектрометрической модификации с применением Ge(Li)-детектора высокого разрешения и амплитудного анализатора "Plurimat" (Франция). Доступные растениям формы марганца, меди, цинка - атомно-абсорбционным методом; кобальта - фотокolorиметрически с применением 2-нитрозо-1-нафтола в ацетатно-натриевой вытяжке (pH = 3,5) по Е.К.Кругловой (1973). Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась по Доспехову (1979).

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Агромелиоративная эффективность промывок с внесением лигнина и навоза. Эффективность промывок засоленных земель зависит от целого ряда факторов: количества и вида подлежащих удалению солей, фильтрационных свойств почвогрунтов, мощности промываемого слоя, качества подготовки земель, величины промывной нормы, вида

и качества вносимых под промывку мелиорантов, водоотводящей способности КДС, сроков проведения промывок и др.

Исследованиями СоюзНИИ 1964...1981 гг. на Хорезмской, Бухарской, Федченковской (Ферганская долина), Центральной (Голодная степь) опытно-мелиоративных станциях было убедительно доказано повышение эффективности промывок по унавоженному фону по сравнению с обычными промывками, что обуславливалось улучшением структуры почв под влиянием органического вещества навоза. Основной составной частью лигнина также является органическое вещество. В соответствии с этим можно предположить, что он в процессе гумификации будет также оказывать оструктурирующее воздействие на почву. А содержащаяся в нем серная кислота в период промывок будет действовать как химмелиорант.

Исследования показали следующее.

Опыт 1. До промывки почвы опытного участка по содержанию Cl^- относились к категории слабо- и средnezасоленных (0,024...0,036 %), а по сумме токсичных солей - к средnezасоленным, граничащим с сильnezасоленными (0,485...0,584 %). Наибольшее содержание солей приурочено к пахотному и подпахотному слоям и представлено сернокислыми солями кальция, натрия и магния (содержание токсичных сульфатов достигает 70 % от суммы солей). В порядке убывания концентрации соли располагаются в последовательности: $CaSO_4$, Na_2SO_4 , $MgSO_4$, $NaCl$, $Ca(HCO_3)_2$.

Промывки позволили снизить содержание Cl^- в почве до порога токсичности (0,02 %) на всех вариантах (табл.1). В то же время по натрию и по сумме токсичных солей принятого для данных условий порога токсичности (1 мг-экв/100 г и 0,15 %) достигнуто не было. Однако, как видно из приведенных данных, на вариантах с лигнином и навозом рассоление по этим двум показателям шло более интенсивно, чем на контроле. Так, содержание токсичных солей на указанных вариантах после промывок составляло соответственно 0,207 и 0,196 % против 0,297 % на контроле.

Наибольшему выщелачиванию на контрольном варианте подвергались Na_2SO_4 и $NaCl$. Их содержание снижается соответственно на 48 и 37 % от исходного. Отмечено также уменьшение $Ca(HCO_3)_2$ и $CaSO_4$. На варианте с навозом Na_2SO_4 снижается на 71 %, $NaCl$ - на 64 %, $Ca(HCO_3)_2$ - на 46 %, $CaSO_4$ и $MgSO_4$ - на 23 %. При внесении лигнина содержание Na_2SO_4 к концу промывки снизилось на 74 %, $NaCl$ - на 70 %, $Ca(HCO_3)_2$ - на 54 %, $MgSO_4$ - на 21 % и $CaSO_4$ - на 18 %.

Под влиянием навоза и лигнина значительно улучшились физические и фильтрационные свойства почв, вышедших из-под промывки. Так,

Таблица 1.
Изменение засоления почв при промывке (опыт 1)

№ вари- ан- тов	Слой, см	Содержание солей			
		Cl ⁻ %	Na ⁺ мг-экв/100 г	SO ₄ ²⁻ %	Σ т.с. %
1	0 - 25	0,036/0,015	6,89/3,20	0,365/0,213	0,580/0,322
	25 - 50	0,020/0,012	5,68/2,86	0,310/0,174	0,477/0,265
	50 - 100	0,019/0,015	5,59/3,31	0,284/0,195	0,441/0,300
	Ср.	0,024/0,014	5,94/3,17	0,311/0,194	0,485/0,297
2	0 - 25	0,038/0,009	7,01/1,87	0,381/0,129	0,604/0,194
	25 - 50	0,040/0,010	7,39/2,02	0,374/0,141	0,602/0,211
	50 - 100	0,015/0,010	5,18/1,74	0,285/0,125	0,433/0,189
	Ср.	0,027/0,010	6,19/1,84	0,331/0,130	0,518/0,196
3	0 - 25	0,039/0,009	7,18/1,65	0,375/0,121	0,600/0,181
	25 - 50	0,035/0,011	6,79/1,89	0,359/0,137	0,570/0,205
	50 - 100	0,036/0,013	6,91/2,02	0,368/0,144	0,584/0,221
	Ср.	0,036/0,011	6,95/1,90	0,368/0,136	0,584/0,207

В числителе - до, в знаменателе - после промывки

Таблица 2.
Изменение водопроницаемости почв под
влиянием навоза и лигнина (опыт 1)

Время наблюдения, час	В а р и а н т ы					
	1		2		3	
	мм	!% к конт!	мм	!% к конт.	мм	!% к конт.
1	12,3	-	17,2	140	13,6	III
2	7,5	-	13,1	175	11,2	I49
3	7,0	-	9,8	140	8,8	I26
4	6,5	-	8,5	131	8,0	I23
5	6,5	-	7,3	112	7,2	III
6	6,4	-	7,2	112	7,2	II2
7	6,3	-	7,2	114	7,2	II4
8	6,3	-	7,2	114	7,2	II4
За 8 часов	58,8	-	77,5	132	70,4	120

объемная масса верхнего 0...40 см. слоя почвы на этих вариантах со-
ставляла 1,22 т/м³, а на контроле - 1,31 т/м³, общая порозность почв-

силась до 55,0 и 53,5 % соответственно против 48,4 % на контроле.
Водопроницаемость увеличилась на 32 и 20 % соответственно (табл.2).

Коэффициент промывного действия воды по хлору на вариантах с
внесением навоза и лигнина оказался соответственно в 1,8 и 2,6 раза,
а по сумме токсичных солей - в 1,8 и 2,0 раза выше, чем на контроле.

Опыт 2. Почвы опытного участка характеризовались значительной
пестротой по засолению (0,11...0,56 % по хлору и 0,31...1,10 % по
сумме токсичных солей). Внесение под промывку навоза и лигнина спо-
собствовало интенсивному ее рассолению. Причем процесс рассоления
наиболее интенсивно протекал на начальных стадиях промывки (табл.3).

Таблица 3.

Динамика рассоления метрового слоя почвы (опыт 2)

№ вари- ан- тов	№ та- к- тов	Водопо- дача, тыс.м ³ /га	Засоление, %		Показатель солеотдачи (α) по В.Р.Возроуеву	
			Cl ⁻	Σ т.с.	Cl ⁻	Σ т.с.
1	-	-	0,166	0,631	-	-
	1	2,50	0,108	0,398	1,339	1,249
	2	4,50	0,082	0,257	1,470	1,154
	3	6,50	0,041	0,219	1,070	1,414
	4	7,50	0,038	0,187	1,171	1,420
2	5	9,50	0,014	0,152	0,884	1,535
	-	-	0,129	0,464	-	-
	1	2,25	0,074	0,252	0,932	0,849
	2	4,00	0,042	0,171	0,821	0,923
	3	6,00	0,036	0,143	1,082	1,174
3	4	8,00	0,026	0,119	1,150	1,354
	5	9,25	0,022	0,102	1,204	1,406
	-	-	0,147	0,422	-	-
	1	2,50	0,052	0,189	0,554	0,717
	2	5,00	0,030	0,163	0,724	1,210
4	3	7,25	0,024	0,142	0,921	1,533
	4	9,25	0,022	0,140	1,121	1,930
	-	-	0,109	0,441	-	-
	1	2,75	0,059	0,238	1,032	1,026
	2	4,25	0,028	0,170	0,720	1,026
5	3	5,75	0,023	0,128	0,851	1,070

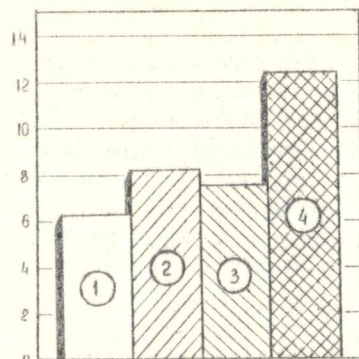


Рис. 1. Промывное действие воды, кг/м³ (1...4 - варианты)

Интенсивность выноса солей на вариантах с навозом и лигнином в этот период в 1,5...1,7 раз превышала контроль.

В целом за промывку удельные затраты воды на вынос одной тонны токсичных солей из метровой толщи почвы на варианте с навозом были на 24 %, а на вариантах с лигнином в дозах 20 и 40 т/га - соответственно на 14 и 49 % ниже, чем на контроле. В соответствии с этим коэффициент промывного действия воды на этих вариантах в 1,3...2,0 раза выше, чем на контроле (рис. 1).

Расчеты показателя солеотдачи (α) в формуле В.Р. Волобуева для расчета промывных норм показали, что внесение под промывку навоза и лигнина способствует снижению затрат воды на промывку на 22...29 %, что для конкретных условий опытных участков составляет 1,3...3,6 тыс. м³/га (в зависимости от степени исходного засоления). Следует также отметить, что примерно одинаковый эффект по экономии промывной воды получен при внесении под промывку 20 т/га навоза и 40 т/га лигнина.

В послепромывной период (в течение двух лет возделывания хлопчатника) на вариантах с внесением лигнина и навоза складывался более благоприятный солевой режим, чем на контроле (табл. 4).

Таким образом, промывки с внесением лигнина по темпу рассоления почв аналогичны промывкам по унавоженному фону. При внесении в почву и навоза и лигнина происходит процесс коагуляции почвенных мелкодисперсных частиц, благодаря чему улучшаются водно-физические свойства почв. Роль склеивающего агента при этом играют гуминовые вещества, высокодисперсные коллоидные частицы и органо-минеральные комплексные соединения, содержащиеся в большом количестве и в навозе и в лигнине. Кроме того остаточная серная кислота лигнина, передвигаясь с нисходящими токами промывной воды, взаимодействует с известково-карбонатными шохвыми образованиями и ведет к их частичному разрушению. Выделяющийся в процессе реакции углекислый газ способствует разуплотнению почвенных микропор. В результате этого улучшаются фильтрационные свойства почвы и, соответственно, повышается эффективность промывки.

Таблица 4.

Изменение засоления почв в послепромывной период (%)

№ вариант	Дата	Содержание токсичных солей в слое (см)				
		0 - 25	25 - 50	50 - 75	75 - 100	0 - 100
1	У - 1976 г.	0,110	0,212	0,137	0,142	0,150
	Х - 1976 г.	0,190	0,202	0,233	0,234	0,215
	Х - 1977 г.	0,102	0,242	0,264	0,238	0,226
2	У - 1976 г.	0,101	0,106	0,120	0,126	0,113
	Х - 1976 г.	0,122	0,102	0,162	0,198	0,146
	Х - 1977 г.	0,173	0,200	0,166	0,142	0,170
3	У - 1976 г.	0,094	0,147	0,199	0,147	0,147
	Х - 1976 г.	0,156	0,137	0,166	0,169	0,162
	Х - 1977 г.	0,131	0,173	0,209	0,235	0,187
4	У - 1976 г.	0,045	0,054	0,072	0,155	0,082
	Х - 1976 г.	0,142	0,127	0,118	0,100	0,117
	Х - 1977 г.	0,125	0,147	0,113	0,139	0,131

2.2. Изменение физико-химических свойств почв под влиянием лигнина и навоза. pH почвенного раствора по профилю исследуемых почв до промывки изменялась незначительно (7,18...7,56). На начальных стадиях промывки (первый такт) за счет высвобождения кислоты лигнина на 3 и 4 вариантах происходит резкое снижение pH почвенного раствора (табл. 5) и, в зависимости от дозы мелиоранта, величина его в слое 0...100 см. может достигать величин 4,79...6,09. В последующем, в результате "сработки" кислоты, а также в силу высокой буферной способности исследуемых почв, величина pH на этих вариантах вновь повышается, оставаясь тем не менее на более низком уровне, чем до промывки.

На контрольном варианте pH в период проведения промывок существенных изменений не претерпевает, а в послепромывной (к концу второго года возделывания хлопчатника) - повышается до 7,60...7,83. Это связано с тем, что по мере реставрации засоления на данном варианте повышается общая щелочность почвенного раствора за счет бикарбонат-ионов, поступающих из оросительных и грунтовых вод. На вариантах с навозом и лигнином значения pH в этот период остаются в пределах 7,2...7,6, а в некоторых слоях снижаются до 7,0...7,1.

Окислительно-восстановительный режим также складывался более

Таблица 5.

Изменение pH и окислительно-восстановительного потенциала почв при промывке

Слой, см	Варианты опыта							
	1	2	3	4	1	2	3	4
	pH	ОВП	pH	ОВП	pH	ОВП	pH	ОВП
До промывки								
0 - 25	7,34	448	7,43	437	7,36	480	7,29	494
25 - 50	7,29	456	7,21	465	7,30	459	7,33	486
50 - 75	7,27	433	7,41	501	7,32	475	7,55	472
75 - 100	7,24	437	7,40	513	7,41	448	7,41	459
Первый такт промывки								
0 - 25	7,34	-	7,10	-	5,09	-	4,79	-
25 - 50	7,30	-	7,24	-	5,69	-	5,41	-
50 - 75	7,26	-	7,38	-	5,93	-	5,64	-
75 - 100	7,22	-	7,36	-	6,09	-	5,76	-
После промывки								
0 - 25	7,25	454	7,28	440	7,18	473	7,16	527
25 - 50	7,26	453	7,19	529	7,22	493	7,20	521
50 - 75	7,32	436	7,27	533	7,25	494	7,18	531
75 - 100	7,22	440	7,29	502	7,38	452	7,29	513

благоприятно на вариантах с внесением навоза и лигнина. Величины ОВП и связанных с ним показателей "rH₂" и "ре" (Кауричев, Орлов, 1982) на этих вариантах достигают величин 535 мВ, 33,0 и 9,2 соответственно (на контроле - 468 мВ, 31,4 и 8,1) и свидетельствуют об улучшении условий аэрации и усилении окислительных процессов.

Установлено, что термодинамическая (активная) концентрация ионов натрия и хлора, обуславливающих засоление почвогрунтов, в результате промывок резко снижается, причем наиболее интенсивно на 4 варианте. Здесь же отмечено наименьшее нарастание активности указанных ионов в послепромывной период, что указывает на низкие темпы реставрации засоления на данном варианте.

Активность нитрат-ионов на контроле к концу промывки снижалась в 2,5 раза, а на вариантах с навозом и лигнином (доза 40 т/га) - увеличивалась в 5 раз. В дальнейшем, в результате активизации микробиологических процессов и минерализации органического вещества внесенных мелиорантов, активность нитрат-ионов повышается и к концу второго года возделывания хлопчатника она превышает контроль в 25 раз, а исходный (предпромывной) уровень - в 28 раз.

Данные по активности ионов калия и расчеты калийных потенциалов по Вудруффу (pK - 0,5pCa) и Давидеску (pH - pK) показали, что под влиянием навоза и лигнина улучшаются условия перехода калия из твердой фазы в жидкую, т.е. навоз и лигнин оказывают мобилизующее воздействие на ближайший резерв питания растений этим элементом - обменнопоглощенный калий.

Положительной особенностью воздействия лигнина и навоза на свойства почв является также снижение под их влиянием осмотического

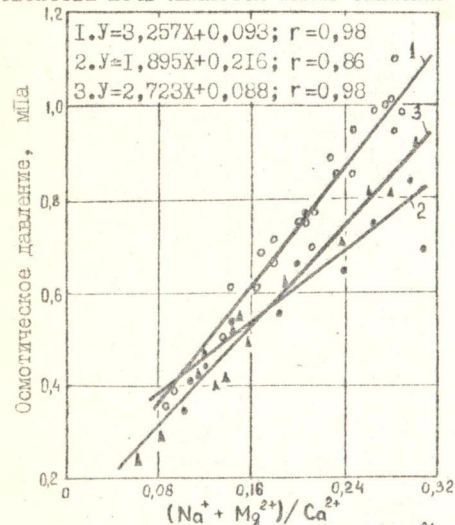


Рис. 2. Зависимость $P_{осм} = f\left(\frac{Na^+ + Mg^{2+}}{Ca^{2+}}\right)$
(1 - контроль; 2 - навоз; 3 - лигнин)

го давления почвенного раствора, что связано по-видимому с процессами комплекссообразования в почве с участием органического вещества вносимых мелиорантов. Так, величина осмотического давления почвенного раствора на варианте с навозом была на 20...30 %, а на вариантах с лигнином - на 10...15 % ниже, чем на контроле. Установлено также, что осмотическое давление тесно коррелирует с соотношением токсичных ($Na^+ + Mg^{2+}$) и нетоксичных (Ca^{2+}) катионов в почвенном растворе (рис. 2.).

Емкость поглощения исследуемых почв невелика и составляет 12,8...15,0 мг-экв/100 г почвы. Превалирующим катионом является катион Ca^{2+} (72,2...78,7 % от суммы). Остальные катионы располагаются в последовательности: Mg^{2+} - 12,1...17,1 %, K^+ - 6,8...9,2 %, Na^+ - 1,2...2,0 %.

В результате промывки изменения в ШПК на контрольном варианте незначительны. В период возделывания хлопчатника состав ШПК также остается практически неизменным как в количественном, так и в качественном отношении. На вариантах же с навозом и лигнином за счет процессов гумификации уже к концу первого года емкость обмена увеличивается до 13,6...16,8 мг-экв/100 г. В последующем она остается примерно на таком же уровне. Иначе говоря, влияние лигнина на поглотительную способность почв близка к воздействию навоза с той

лишь разницей, что из-за большей продолжительности процесса разложения лигнина по сравнению с навозом, он будет дольше оказывать воздействие на поглотительную способность почвы.

2.3. Агрохимические свойства и микробиологическая активность почв. Почвы опытного участка характеризуются невысоким содержанием гумуса (0,61...2,31 %), что связано с принадлежностью их к вновь осваиваемым почвам пустынной зоны. Этим же объясняется недостаточная обеспеченность нитратным азотом (0,73...6,09 мг/кг), подвижным фосфором (1...8 мг/кг) и калием (120...420 мг/кг). Содержание аммиачного азота - довольно высокое (56,7...85,5 мг/кг), а общего калия - в 1,5...2 раза ниже среднего содержания его в сероземах.

Навоз и лигнин в эквивалентных дозах (20 т/га) уже к концу вегетации первого года увеличили содержание гумуса в почве на 20...60 и 40...50 % соответственно, а при дозе лигнина 40 т/га оно увеличилось вдвое против исходного.

Содержание в почве нитратного азота и подвижного фосфора на контроле в результате промывки снижается в 3,4...3,7 раз, а на варианте с навозом содержание нитратного азота увеличивалось в 1,4 раз. На вариантах с лигнином наблюдалось увеличение аммиачного азота в 2,1 раз и подвижного фосфора - в 2,5 раз (рис.3.).

Потери корнеобитаемым слоем почвы подвижного и общего калия при обычной промывке достигают 25...50 %. При внесении же под промывку навоза и лигнина происходит увеличение содержания общего калия в 1,5 раз, подвижного - в 2,0...4,5 раз.

Важнейшей особенностью воздействия органических удобрений на производительную способность почв являются изменения, происходящие под их влиянием в микробиологической деятельности почвенных микроорганизмов. Исследования показали, что под влиянием лигнина и навоза в результате улучшения условий аэрации, некоторого снижения pH почвенного раствора, а также повышения температуры почвы на 1,5...2° (Трушкин, 1977) происходит значительная активизация деятельности почвенных микроорганизмов.

Если за оптимум принять вариант с внесением навоза, то варианты с лигнином (особенно в дозе 40 т/га) мало чем уступают ему, а в отношении численности азотфиксирующих, нитрифицирующих, целлюлозоразлагающих и пектиноразлагающих бактерий даже превосходят его (табл.6). Особо следует отметить рост численности двух последних видов микроорганизмов, так как они в первую очередь способны разложению лигнина и переводу его в более простые формы.

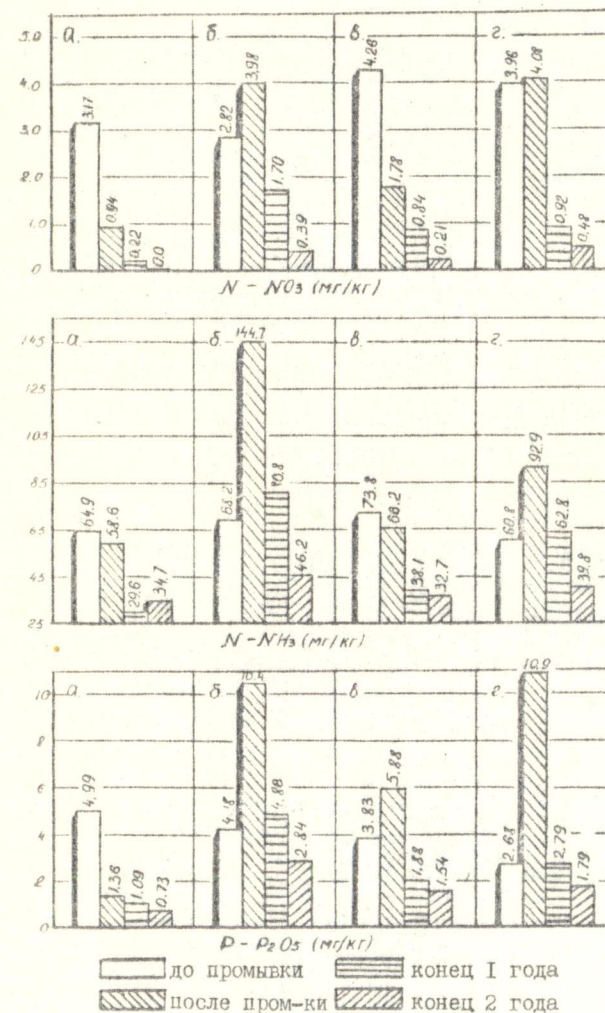


Рис.3. Содержание подвижных азота и фосфора в метровом слое почвы (а,б,в,г - соответственно 1...4 варианты опыта)

Таблица 6.

Изменение численности микроорганизмов в почве под влиянием лигнина и навоза (тыс./г)

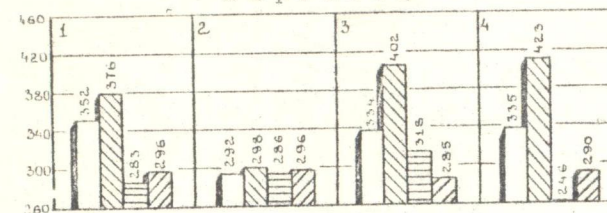
Микроорганизмы	Слой, см	Варианты опыта			
		I	2	3	4
Аммонификаторы	0 - 25	4000	9100	5800	6900
	25 - 50	2900	7000	2800	1180
Денитрификаторы	0 - 25	2500	2500	2000	2000
	25 - 50	600	600	600	600
Азотфиксаторы общие	0 - 25	16800	20000	18600	20400
	25 - 50	14000	15000	15100	17600
Нитрификаторы	0 - 25	140	610	720	1400
	25 - 50	250	420	380	1100
Целлюлозоразлагающие (аэробные/анаэробные)	0 - 25	200/400	500/810	390/790	430/960
	25 - 50	130/250	360/400	170/380	200/300
Пектиноразлагающие	0 - 25	280	310	290	420
	25 - 50	160	180	130	200

2.4. Изменения в микроэлементном режиме почв под влиянием лигнина и навоза. По общему содержанию марганца (280...380 мг/кг), меди (7,4...14,4 мг/кг) и кобальта (2,2...4,11 мг/кг) почвы опытного участка относятся к провинции низкой и весьма низкой обеспеченности, а по содержанию цинка - к провинции повышенной и даже избыточной обеспеченности (63...120 мг/кг). Доступными растениям формами марганца (82...120 мг/кг) и цинка (1,28...2,91 мг/кг) почвы обеспечены нормально, а по меди (0,16...0,54 мг/кг) и кобальту (0,07...0,19 мг/кг) - крайне низко.

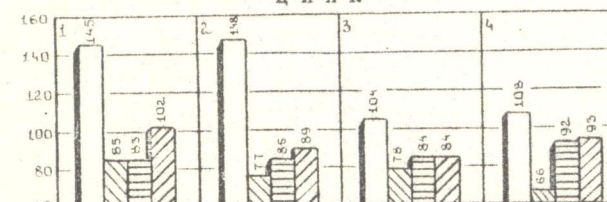
Промывки без мелиорантов и по унавоженному фону снижают общие запасы цинка и меди в метровом слое почвы на 41...48 и 13...21 % соответственно (рис.4), содержание кобальта в первом случае повышается на 39 %, а во втором - снижается на 20 %. Внесение под промывку лигнина способствует увеличению в почве марганца на 20...25 % и кобальта - на 60...65 %. В последующем, в период возделывания хлопчатника, навоз и лигнин способствуют аккумуляции в почве меди и кобальта, содержание марганца и цинка существенных различий по сравнению с контролем не имеет.

Среди доступных растений форм рассматриваемых элементов наиболее существенных изменений претерпевает марганец, что связано с способностью его менять валентность в зависимости от окисли-

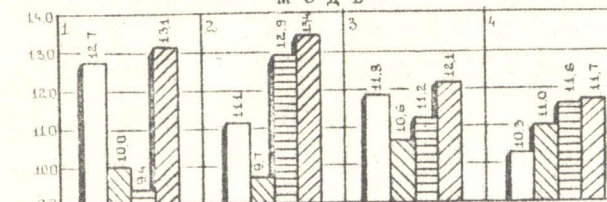
Марганец



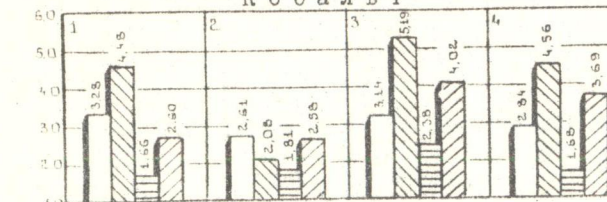
Цинк



Медь



Кобальт



до промывки конец 1 года
после промывки конец 2 года

Рис.4. Изменение общего содержания микроэлементов в метровом слое почвы (1...4 - варианты)

тельно-восстановительных условий и реакции среды.

В наших опытах на всех вариантах отмечено снижение концентрации марганца по сравнению с исходным его содержанием, причем большее - на вариантах с мелиорантами (табл.7). Однако природа "потерь" на контрольном варианте и на вариантах с мелиорантами различна. В силу того, что при затоплении чеков водой в почве создаются резко восстановительные условия, марганец почвы восстанавливается до двухвалентного, образуя относительно легко растворимые соединения, и выносится инфильтрационным потоком за пределы промываемого участка. Т.е. в данном случае имеют место необратимые потери этого эле-

Таблица 7.

Относительные изменения в содержании доступных растениям форм микроэлементов (%)

№ вари- ан- тов	Промывка			Вегетация 1 года			Вегетация 2 года		
	изме- нение	разн. с контр.	НСР ₀₅	изме- нение	разн. с контр.	НСР ₀₅	изме- нение	разн. с контр.	НСР ₀₅
М а р г а н е ц									
1	-20,0	-	3,08	-13,4	-	7,44	-20,7	-	6,29
2	-44,1	24,1		+78,1	91,5		+33,4	51,1	
3	-30,9	10,9		+42,6	56,0		+51,7	72,4	
4	-33,0	13,0		+49,9	63,3		+51,9	72,6	
Ц и н к									
1	-1,63	-	2,23	-45,1	-	6,69	+5,10	-	2,60
2	+2,10	3,73		-36,1	8,97		+3,30	1,80	
3	+25,7	27,4		-42,3	2,80		-0,93	6,03	
4	+3,10	4,73		-19,2	25,9		-22,8	27,9	
М е д ь									
1	+0,65	-	9,20	+6,40	-	2,34	-0,20	-	2,05
2	+24,4	23,7		+0,07	6,33		+11,7	11,9	
3	+5,09	4,44		+15,5	9,10		+13,3	13,5	
4	+5,53	4,88		+22,5	16,1		+3,13	3,53	
К о б а л ь т									
1	+0,10	-	10,4	-61,3	-	4,60	+66,1	-	9,78
2	-4,87	4,97		-20,6	40,7		+50,8	15,3	
3	+50,1	50,0		-59,3	2,00		+65,3	0,80	
4	+72,8	72,9		-61,7	0,40		+98,7	33,6	

"+" - обогащение, "-" - потери

мента. При внесении под промывку лигнина происходит подкисление почвенного раствора, в результате чего марганец переходит в более высокие степени окисления, подвижность его резко снижается и он закрепляется в почве. В последующем, с повышением pH и созданием оптимальных окислительно-восстановительных условий, он может восстанавливаться и становится доступным для растений. Иными словами, если обычные промывки ведут к безвозвратным потерям доступного для растений марганца, то при внесении лигнина он как бы переходит в "запас", оставаясь резервом питания растений.

Содержание доступных растениям форм цинка, меди и кобальта на контроле изменяется незначительно. Наибольшее мобилизующее воздействие навоз оказывает на медь, содержание которой увеличивается за период промывок на 24,4 %, а лигнина - на цинк и кобальт, увеличив их концентрации на 26 и 73 % соответственно. В последующем, при возделывании хлопчатника, на вариантах с навозом и лигнином отмечается значительное увеличение доступных кобальта, марганца и меди, что связано с улучшением мелиоративной обстановки в целом, а также с пополнением их запасов в почве за счет микроэлементов, со-
державшихся в определенном количестве и в навозе, и в лигнине.

В соответствии с изменениями в микроэлементном режиме почв изменяется и поступление их в растения. Так, поглощение хлопчатником марганца на варианте с навозом увеличилось на 26,5 %, цинка - на 9,1 %, кобальта - на 15,8 %. На вариантах с лигнином поглощение марганца увеличилось на 21,5...26,8 %, цинка - на 3,8...12,9 %, кобальта - на 4,8...20,6 %. При этом марганец накапливается в основном в корнях, стеблях и листьях, цинк - в стеблях и плодовых элементах, кобальт - в корнях, стеблях и плодовых элементах. Увеличение поступления в растения меди отмечалось лишь на варианте с внесением 40 т/га лигнина - на 9,6 % (листья).

2.5. Агроэкономическая эффективность использования под промывку лигнина и навоза. Внесение под промывку гидролизного лигнина и навоза давало ощутимую прибавку урожая хлопка-сырца на землях, вышедших из-под промывки, на протяжении последующих двух-трех лет без проведения дополнительных мелиоративных мероприятий, что обусловлено улучшением общего мелиоративного состояния земель, их водно-физических, физико-химических, агрохимических, микробиологических свойств и микроэлементного режима. Наиболее эффективным с точки зрения прироста урожайности хлопчатника оказался вариант с внесением 40 т/га лигнина. Затем идут варианты с навозом и внесением 20 т/га лигнина (табл.8.).

Таблица 8.

Урожай хлопка-сырца по вариантам опыта (ц/га)

Варианты	Первый год		Второй год		За два года	
	средний урожай	прибавка к контролю	средний урожай	прибавка к контролю	средний урожай	прибавка к контролю
1	15,7	-	17,4	-	33,1	-
2	20,9	5,2	21,5	4,1	42,4	9,3
3	18,4	2,7	19,6	2,2	38,0	4,9
4	21,3	5,6	21,8	4,4	43,1	10,0
НСР ₀₅	-	2,84	-	1,86	-	4,60

Расчеты экономической эффективности, в основу которых положены прирост урожайности возделываемой культуры (хлопчатник) и снижение затрат промывной воды, показали, что наиболее выгодным с экономической точки зрения является использование под промывку навоза - 124,3 руб/га. Наименьший эффект (13,9 руб/га) получен на варианте с внесением 20 т/га лигнина. Вариант с лигнином в дозе 40 т/га показал эффективность, достаточно близкую к варианту промывки по унавоженному фону - 96,3 руб/га. Снижение экономической эффективности в данном случае связано с дополнительными затратами хозяйства на приобретение и транспортировку лигнина к месту внесения.

ВЫВОДЫ

1. Совокупность факторов, определяемых своеобразными физико-географическими, геоморфологическими, геолого-литологическими, гидрогеологическими, климатическими, гидрологическими и другими условиями, обуславливают широкое развитие в пределах Центральной Ферганы процессов засоления почв и образования высококарбонатных шоховых прослоек, усугубляющих неблагоприятные водно-физические свойства, присущие почвам подгорных равнин, периферийных частей конусов выноса и замкнутых котловин.

2. Внесение гидролизного лигнина в качестве химического мелиоранта под промывку шоховых засоленных почв при условии эффективной работы искусственного дренажа, обеспечивающего отвод инфильтрационного потока, способствует частичному разрыхлению шоховых образований, разукрупке почвенных микропор, снижению объемной массы, увеличению общей порозности и повышению водопроницаемости почв. За счет этого повышается эффективность промывки, на 22...29 % снижаются общие и на 14...19 % удельные затраты воды на вы-

нос солей из промываемой толщи, снижается интенсивность реставрации засоления в послепромывной период.

3. Лигнин способствует улучшению условий аэрации и повышению окислительно-восстановительного потенциала почв в послепромывной период, на 10...15 % снижает осмотическое давление почвенного раствора, увеличивает (в процессе гумификации) емкость обмена почв, в 20...25 раз повышает активность нитрат-ионов, улучшает условия перехода калия из твердой фазы в жидкую.

4. По воздействию на агрохимические свойства и микробиологическую активность почв лигнин приближается к навозу. Он предотвращает вынос питательных веществ при промывке и способствует аккумуляции в корнеобитаемом слое почвы аммиачного азота и усвояемых форм фосфора.

Повышение окислительно-восстановительного потенциала, подкисление реакции среды и улучшение условий аэрации способствуют увеличению численности аммонифицирующих, азотфиксирующих и нитрифицирующих бактерий, значительно повышают активность целлюлозо- и пектиноразлагающих микроорганизмов, способствующих разложению лигнина.

5. В отличие от обычных промывок (без мелиорантов), вызывающих снижение на 40...45 % запасов цинка, на 10...20 % меди и на 20 % кобальта, лигнин способствует увеличению на 60...65 % запасов кобальта и на 20...25 % - марганца. При этом повышается содержание и доступных растениям форм микроэлементов, что ведет к увеличению поступления в растения марганца - на 21...27 %, цинка - на 4...13 %, кобальта - на 5...21 % и оказывает тем самым стимулирующее воздействие на рост и развитие хлопчатника, повышает сопротивляемость его неблагоприятным условиям среды.

6. Обогащение почвы органическим веществом лигнина и улучшение в связи с этим физических свойств, водно-солевого и питательного режимов, способствовало значительному приросту урожая хлопка-сырца. Средняя за годы проведения исследований прибавка составляет в зависимости от дозы внесения лигнина 2,5...5 ц/га (на варианте с навозом - 4,7 ц/га).

7. Наиболее эффективным с экономической точки зрения является внесение под промывку навоза, где среднегодовая экономическая эффективность, учитывающая помимо дополнительно полученной продукции и экономию водных ресурсов, составляет 124,3 руб/га. При использовании гидролизного лигнина экономическая эффективность ниже - от 13,9 до 96,3 руб/га - что связано с дополнительными издержками на приобретение и транспортировку лигнина к месту внесения.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. При освоении и сельскохозяйственном использовании высококарбонатных шоховых засоленных почв Центральной Ферганы наряду с традиционными органическими удобрениями (навоз) целесообразно использовать в качестве химического мелиоранта, вносимого под промывку, гидролизный лигнин.

2. Периодичность внесения лигнина под промывку — не чаще одного раза в два-три года. Дозы внесения лигнина в зависимости от мощности шохового горизонта и содержания карбонатов в нем, а также нормы промывных поливов, скорректированные с учетом экономии промывной воды при внесении лигнина, приводятся в разработанных при участии автора "Рекомендациях по применению лигнина при промывках тяжелых слабопроницаемых засоленных земель и солонцов" (Ташкент, МСХ УзССР — САНИИРИ, 1985).

РАБОТЫ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ

1. К применению метода нейтронной активации в почвенно-мелиоративных исследованиях. — Сб.тр. САНИИРИ, вып.148, Ташкент, 1976, с.60...68, (в соавторстве).

2. Влияние промывок и орошения на элементный состав засоленных почв Узбекистана. — Тезисы докл. Респ.конф. "Актуальные проблемы в области общественных, естественных и технических наук", ч.П, Ташкент, 1978, с.315...316.

3. Особенности изменения агрохимических свойств засоленных почв при промывке. — Сб.тр. САНИИРИ, вып.159, Ташкент, 1979, с.35...44.

4. Влияние промывок на солевой и питательный режим почв некоторых районов Узбекистана. — Тезисы докл. IV Межвед.совещ. по мелиоративной гидрогеологии, инженерной геологии и мелиоративному почвоведению. Методы гидрогеологических, инженерно-геологических и почвенно-мелиоративных прогнозов. М., 1980, с.3...8, (в соавторстве).

5. Агромелиоративные приемы повышения плодородия сероземно-луговых засоленных почв Центральной Ферганы. — Материалы Респ. совещ. по проблемам повышения плодородия орошаемых почв Узбекистана. Ташкент, 1982, с.80...88, (в соавторстве).

6. Эффективность внесения лигнина под промывку шоховых засоленных почв Центральной Ферганы. — Использование лигнина и его производных в сельском хозяйстве. Тезисы докл. II Всесоюзной конференции. Андижан, 1985, с.69...71, (в соавторстве).

7. Плодородие мелиорируемых сазовых почв Центральной Ферганы. — Тезисы докл. VII съезда ВОН, кн.3, Ташкент, 1985, с.203, (в соавторстве).

8. Перспективы применения гидролизного лигнина в хлопководстве. — 34 УЗНИИТИ, Ташкент, 1986, 10 с, (в соавторстве).

Р - 16764. Подписано в печать 26.09.86 г.
Знак # 332. Тираж-100 экз. Объем 0,9 п.л.

г.Ташкент, САНИИРИ, Я.Коласа, 24