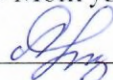


МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия
имени В.Р. Филиппова»

Агрономический факультет
Кафедра «Почвоведение и агрохимия»

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине «Агрохимия»
Тема: «Засоленные почвы и приемы их мелиорации»

Выполнил (а): обучающийся
группы Б1302-АЭ Монгуш Ч.М.
Руководитель: 
к.б.н., доцент Сыренжапова А.С.

Дата сдачи работы « 5 » мая 2021г.

Защита состоялась « 11 » мая 2021г.

Оценка 5 (отлично)

г. Улан-Удэ, 2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВ	5
1.1 ИСТОЧНИКИ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ	5
1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ	12
1.3. ЗАСОЛЕННЫЕ ПОЧВЫ В БУРЯТИИ	18
ГЛАВА 2. МЕЛИОРАЦИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ	25
2.1. МЕТОДЫ МЕЛИОРАЦИИ СОЛОНЦОВЫХ ПОЧВ	25
2.2. ГИПСОВАНИЕ СОЛОНЦЕВАТЫХ ПОЧВ	34
ГЛАВА 3. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ОСВОЕНИЕ	40
ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ	40
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	47
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	40

ВВЕДЕНИЕ

Засоление – процесс накопления солей в верхних горизонтах почвы в недопустимых концентрациях для нормального роста и развития возникает в районах орошаемого земледелия (в результате завышенных норм полива и поднятия уровня грунтовых вод), при неправильном использовании удобрений, в результате несовершенной технологии добычи и производства соли, связана с использованием минеральных удобрений.

Одной из самых острых проблем современности является деградация почв – главного фундамента жизни. В нашей стране засолено около 10% поверхности суши. Причем в настоящее время увеличиваются масштабы вторичного засоления почв, которое развивается чаще всего при нерациональном орошении. Таким образом, засоление начинает признаваться как важный фактор, лимитирующий продуктивность сельскохозяйственных культур, который оказывает глубокое воздействие на все стороны жизнедеятельности растений. При этом изменяются как структура, так и функции растений. Известно, что длительное повышенное содержание ионов в почве оказывает значительное влияние на многие физиологические процессы растений, вызывая при этом и анатомические изменения

Почвенный покров в котловинах мезозойского типа (Джидинская, Гусиноозерская, Боргойская, Иволгинская, Удинская и др.) Западного Забайкалья функционирует в экстраконтинентальных условиях и отличается большой неоднородностью. Близость грунтовых вод повышенной минерализации, неглубокое залегание засоленных пород юрского возраста, аридный климат территории, котловинный характер рельефа и др. обусловили формирование различных типов засоленных почв. В настоящее время чрезвычайно слабо изучены разнообразие, морфогенетические свойства, систематика, классификационное

положение, пространственная дифференциация засоленных почв котловин мезозойского типа.

В курсовой работе изучены вопросы генезиса, классификации и особенности мелиорации засоленных почв, их сельскохозяйственного освоения.

ГЛАВА 1. ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВ

1.1 ИСТОЧНИКИ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ

Для формирования засоленных почв, в том числе солончаков, необходимо наличие двух процессов – образование свободных солей в ландшафте и накопление их в почве.

Основной источник образования солей – это разрушающиеся под воздействием выветривания горные породы. При выветривании из продуктов распада первичных минералов образуются соли – хлориды, сульфаты, нитраты, силикаты и особенно много карбонатов за счет взаимодействия с CO_2 воздуха. В катионном составе солей преобладают Ca, Na, K, Mg, присутствуют в некотором количестве Al, Fe, микроэлементы. С поверхностными и грунтовыми водами соли мигрируют, пока не достигают конечного пункта миграции – океана или бессточного бассейна на суше. По подсчетам В. А. Ковды, в Мировой океан с континентов поступает до 3 млрд. т, а в бессточные области континентов – до 1 млрд. т солей в год.

Засоление почв представляет собой процесс повышения содержания в почве легкорастворимых солей (карбоната натрия, хлоридов, сульфатов). Засоленные почвы обычно формируются в засушливых районах в результате накопления солей в почве и почвенно-грунтовых водах. Засоление почв может быть вызвано естественными причинами: 1) засоленность почвообразующих пород, 2) принос солей грунтовыми и поверхностными водами. Это первичное, или остаточное засоление. Но нередко засоление почв обусловлено нерациональным орошением. Это вторичное засоление. Территории, орошаемые в течение длительного времени, имеют очень большие площади вторично засоленных почв. Засоленные почвы характеризуются повышенным содержанием (свыше 0,1 % по весу или более 0,25 % в плотном остатке) токсичных для растений

легкорастворимых солей (табл. 1). Засоление ведет к снижению плодородия почв и формированию солевыносливой растительности.

Солонцы формируются в автоморфных условиях и представляют собой почвы с солонцовым горизонтом, насыщенные поглощенными солями натрия. Наличие в гумусовом горизонте солонцов обменного натрия обуславливает щелочную реакцию почв, большую растворимость органического вещества, высокую вязкость, липкость и набухание почв во влажном состоянии и сильное уплотнение при высыхании. Нижние горизонты профиля солонцов часто содержат гипс и токсичные для растений соли. Наличие плотного солонцового горизонта, неблагоприятной структуры и токсичных для растений солей ведут к снижению плодородия почв. На солонцах формируется специфическая солевыносливая низкорослая разреженная растительность

Соленосные горные породы разного происхождения – второй важный источник засоления почв. Когда вследствие тектонических поднятий соленосные морские осадки выходят на поверхность, происходит интенсивное засоление ландшафтов. Солевые пласты вызывают засоление почв, даже оставаясь погруженными на большую глубину, если они контактируют с грунтовыми водами, связанными с почвой.

Третий источник солей - извержение вулканов. Вулканические газы содержат Cl , SO_2 , CO ; термальные источники, связанные с вулканической деятельностью, выносят на поверхность соли, особенно хлориды, соду. Полагают, что анионный состав Мирового океана связан прежде всего с извержением вулканов, тогда как катионный состав – растворением горных пород континентов.

Четвертый источник засоления почв – импัลверизация, эоловый перенос солей с моря на сушу. Ветром переносятся на сушу соли, содержащиеся в морских брызгах, а также соли, покрывающие берега лагун, заливов, соленых озер.

Источником солей являются также атмосферные осадки. Содержание солей в них обычно не превышает 20-30 мг/л, но в приморских районах достигает 400 мг/л.

Непосредственным источником солей в почвах служат почвенно-грунтовые воды, если они испаряются физически или через корневую систему растений при достаточно близком залегании. В умеренном засушливом климате испарение почвенно-грунтовых вод достаточно интенсивно и приток солей вызывает засоление почв, если воды находятся на глубине, не превышающей 2-3м; при более глубоком залегании принос солей в почву резко уменьшается.

В некоторых случаях растительность может быть причиной накопления солей в почвах. Растения аридных ландшафтов, обладающие глубокой и мощной корневой системой и высокой зольностью при повышенном содержании Na, Cl, S, способны перекачивать с большой глубины соли к поверхности. Роль растительности в образовании солончаков мала по сравнению с ролью грунтовых вод или первоначальной соленосностью почвообразующих пород.

Источниками поступления солей в почвы служат горные породы, почвенно-грунтовые воды, эоловый перенос солей с моря на сушу, атмосферные осадки, разложение растительности, неэффективное орошение. Основным источником образования солей в почве – процесс выветривания горных пород с последующим перераспределением солей под действием поверхностных вод и их аккумуляцией в почвах пониженных элементов рельефа. При выветривании горных пород образуются хлориды, сульфаты, нитраты, силикаты и особенно много карбонатов (за счет взаимодействия с CO₂ воздуха).

Засоление почв может происходить под влиянием тектонических поднятий, когда соленосные породы выходят на поверхность. Кроме этого возможно вторичное растворение солей почвообразующих подстилающих пород пресными грунтовыми (ирригационными) водами, а также их

перенос и аккумуляция в горизонты почвенного профиля. Засоление может быть вызвано эоловым переносом солей с моря на сушу (импульверизация) в виде капель и твердых аэрозолей в бассейнах соленых озер, морей и с поверхности солончаков. Такой привнос солей ветром может достигать 20–30 т/км².

Источником солей служат атмосферные осадки. Содержание солей в них обычно не превышает 20–30 мг/л, но в приморских районах достигает 400 мг/л. Засоление почв может происходить в процессе разложения растительности, особенно галофитной. В этом случае освобождаются различные минеральные вещества остатков растительных и животных организмов и продуктов их жизнедеятельности.

Неэффективное орошение (превышение поливных норм и неудовлетворительный дренаж) служит причиной вторичного засоления почв. Оросительные воды при бездренажном орошении в аридном климате могут быть источником солей в почве, так как содержат то или иное количество растворимых солей. Оптимальное содержание солей в поливной воде – 1 г/л и меньше. Особое внимание следует обратить на грунтовые воды, так как они являются непосредственным источником поступления солей в почву вследствие высокой испаряемости влаги почвой. Поверхностные и грунтовые воды, содержащие легкорастворимые соли, не всегда достигают русла и задерживаются на элементах рельефа с наименьшими уклонами. Уровень грунтовых вод становится близким к поверхности (1–3 м), в результате чего происходит капиллярный подъем минерализованных грунтовых вод. Вода при этом быстро испаряется, а минеральные соли остаются в верхних слоях почвы, засоляя их. Наибольшая величина концентрации солей, которая при определенной глубине и режиме орошения не вызывает засоления почвы, называется критической минерализацией природных вод. Критическая глубина зависит от механического состава почвы, величины и интенсивности испарения [63].

По химизму засоления различают почвы с нейтральным засолением – $\text{pH} < 8,5$ (хлоридное, сульфатно-хлоридное, хлоридно-сульфатное, сульфатное) и щелочным засолением – $\text{pH} > 8,5$ (хлоридно-содовое, содово-хлоридное, сульфатно-содовое, содово-сульфатное, сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатное). При оценке засоления почв, как правило, определяют анионы (CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}) и катионы (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) легкорастворимых солей. В некоторых случаях дополнительно определяют ионы боратов, нитратов и нитритов. Токсичное действие легкорастворимых солей проявляется в увеличении осмотического давления почвенной влаги, снижении ее доступности для растений, нарушении нормального соотношения элементов минерального питания, отрицательном воздействии на свойства почв. В этом случае соли могут оказывать специфическое токсическое действие на растения [28, 29, 30]. Легкорастворимые соли в засоленных почвах находятся в составе почвенного раствора и твердых фаз почвы (как в виде минералов, так и в виде ионов в составе почвенного поглощающего комплекса) (табл. 1) [74].

Основные элементы, соединения которых могут приводить к засолению почв – Ca, Mg, Na, K, Cl, S, C, N, B, Si. Засоление почв происходит преимущественно в форме солей: хлориды – NaCl, KCl, MgCl_2 , CaCl_2 ; сульфаты – Na_2SO_4 , MgSO_4 , K_2SO_4 ; карбонаты – Na_2CO_3 , NaHCO_3 , MgCO_3 , CaCO_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$; нитраты – NaNO_3 , KNO_3 ; бораты – $\text{Na}_2\text{B}_2\text{O}_7$ и др. Легкорастворимые соли, содержащиеся в почве, могут быть токсичными и нетоксичными [49]. Токсичные соли делятся на хлориды (NaCl , CaCl_2 , MgCl_2), сульфаты (Na_2SO_4 , MgSO_4), карбонаты (Na_2CO_3 , NaHCO_3) и нитраты (NaNO_3 , KNO_3).

По воздействию на растения соли располагаются в ряд по степени убывания угнетающего действия: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgCl}_2 \rightarrow \text{MgSO}_4$. К нетоксичным солям относятся CaCO_3 , $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Главные водорастворимые минералы включают: – сульфаты: арканит, бледит, глазерит, эпсомит, гипс,

полугидрат, ангидрит, глауберит, гексагидрит, старкеит, мирабилит, тенардит, кизерит; – хлориды: галит, каинит, карналлит, сильвин, бишофит; – карбонаты: доломит, кальцит, арагонит, люблинит, магнезит, буркеит, гейлюсеит, нахколит, пирсонит, термонатрит, трона; – нитраты: калийная селитра, натриевая селитра, кальциевая селитра [31].

Таблица 1 – Основные соли, участвующие в засолении почв

Формула	Минерал	Хим. название	Традиционное название	Описание некоторых свойств
CaCO_3	Кальцит (известковый шпат), арагонит, ватерит	Карбонат кальция	Мел	В связи с малой растворимостью CaCO_3 безвреден для большинства растений, карбонатные горизонты часто сильно сцементированы и трудно проницаемы для корней растений
MgCO_3	Магнезит	Карбонат натрия	-	Растворы MgCO_3 высокой щелочностью, что угнетает растения
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Нахколит, трона, натрит, термонатрит	Карбонат натрия	Сода	Крайне токсичен для растений из-за высокой растворимости (178 г) и высокой щелочности раствора (pH 10-12)
K_2CO_3	Поташ	Карбонат калия	-	Токсичен для большинства растений, из-за редкой встречаемости не играет существенной роли в глобальных процессах формирования засоленных почв
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ CaSO_4	Гипс, селенит, алебастр, ангидрит	Сульфат кальция	Гипс	Не оказывает отрицательного действия на растения вследствие малой растворимости (1,9 г). Высокая концентрация гипса способствует образованию сплошной губчатой массы, непроницаемой для воды, воздуха и корней растений, что приводит к угнетению растений и их гибели
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Эпсомит	Сульфат натрия	Английская соль, горькая соль, магнезия	Обладает высокой растворимостью (252 г) и характеризуется крайне высокой токсичностью для растений
Na_2SO_4	Тенардит, мирабилит	Сульфат натрия	-	Токсичность в 2-3 раза ниже по сравнению с MgSO_4
NaCl	Галит	Хлорид натрия	Поваренная соль	Одно из распространенных и токсичных веществ засоленных почв из-за его физиологической активности растворимости

Легкорастворимые соли почвы могут образовывать комплексы солей: полигалит ($K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot CaSO_4 \cdot 2H_2O$), сильвинит ($KCl \cdot NaCl$), карналит ($KMgCl_2 \cdot 6H_2O$), каинит ($KCl \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$). Наибольшей токсичностью для растений обладают карбонаты натрия, затем следуют хлориды и нитраты щелочей; сульфаты наименее токсичны. Смесь различных солей всегда более безвредна, чем преобладание одной соли. С точки зрения плодородия почв наиболее важным показателем является засоленность верхнего метрового (корнеобитаемого) слоя. Наличие солей во втором метре почвенного профиля и подстилающих породах способствует развитию вторичного засоления. Эта информация является обязательной при мелиоративной оценке засоленных почв [44].

Морфологически разделение засоленных почв по глубине, химизму и степени засоления затруднено, поэтому выделение засоленных почв, их диагностика и классификация основаны на результатах химических анализов. Перечень показателей, используемых для оценки засоления почв, приведен в таблице 2 [15].

Таблица 2 – Перечень показателей засоления почв

Свойства почв	Показатели почв
Распределение солей в почвенном профиле	1. Верхняя граница залеганий солей, см 2. Мощность солевого профиля, см 3. Глубина залегания горизонта, максимального содержания солей, см 4. Солевой профиль (графическое изображение распределения ионов в почвенном профиле) 5. Глубина залегания грунтовых вод, см
Химизм засоления почв и грунтовых вод	1. Содержание конкретных ионов (Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+}) 2. Соотношение миллимолей эквивалентов ионов

Часто солонцы располагаются пятнами различного размера (от нескольких метров до сотен метров в поперечнике) среди преобладающих зональных почв, например, каштановых, бурых, черноземных почв лесостепной, степной и полупустынной зон.

1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ

Долгое время считалось, что почвы, подверженные в разной степени засолению, распространяются локально и на сравнительно небольших территориях. Однако это не так. Засоленные почвы занимают около 25% всей поверхности суши. В Средней Азии и Закавказье, некоторых областях России и Украины этот показатель достигает 90%. Замечено, что основные площади засоленных земель встречаются в зонах интенсивного земледелия.

Наибольшее распространение засоленные почвы имеют на юге Украины, Северном Кавказе, в Закавказье, Средней Азии, Казахстане, Нижнем Поволжье, степных районах Дона, в Сибири и других местах. Большие площади засоленных почв встречаются в Афганистане, Ираке, Иране, Турции, Ливане, Сирии, Индии, КНР, Монголии, некоторых районах Африки, США, Канаде, Мексике, Аргентине, Чили, Перу, Австралии.

Установлено, что общее содержание солей в верхнем горизонте почвы в течение года подвергается существенным колебаниям. Это зависит от водного режима, наличия в верхнем слое нисходящих и восходящих токов воды, переносящих легкорастворимые соли. Хлориды передвигаются быстрее, чем сульфаты, поэтому в почвах хлоридного засоления содержание солей в различных горизонтах колеблется с большей амплитудой. Наименьшее содержание солей в корнеобитаемом слое отмечено в зимне-весенний период, когда талые воды и существенные осадки промывают их в подпочвенные горизонты. Естественно, что в начале лета содержание солей в верхнем слое возрастает и достигает максимальных величин к началу осени. Однако на фоне сезонного изменения могут иметь место временные колебания содержания солей в почве. Причиной этому могут служить обильные осадки и поливы. В этом случае происходит промывка солей вглубь. Кроме того, изменения содержания солей в почве могут быть вызваны резкими повышениями температуры воздуха, а также ветром, который усиливает испарение влаги с поверхности и способствует поднятию

солей вверх с капиллярной влагой. Большое влияние на подвижность солей оказывает и способность их адсорбирования на мелкодисперсной фазе почвы. Известно, например, что хлориды адсорбируются отрицательно в большей степени, чем сульфаты.

Согласно современным данным, засоленные почвы принято делить на две подгруппы: 1) собственно засоленные и солончаки и 2) солонцы и солонцеватые. Считается, что почвы первой подгруппы характеризуются наличием воднорастворимых солей с самой поверхности, причем в зависимости от величины содержания этих солей в корнеобитаемом слое они разделяются на солончаки (1 - 2% солей и более), сильно-, средне- и слабо-засоленные почвы.

Состав воднорастворимых солей в почвенном растворе и твердой фазе почвы бывает весьма разнообразным. В подавляющем большинстве случаев эти соли представляют собой комбинацию катионов Na^+ , Mg^{++} , Ca^{++} и анионов Cl , SO_4^{--} , CO_3^{--} и HCO_3^- . Наиболее распространенными солями этих почв являются: NaCl , Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , MgCl_2 , MgSO_4 , $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, CaCl_2 , CaCO_3 , CaSO_4 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и некоторые другие.

Состав воднорастворимых солей засоленных почв может подвергаться значительным изменениям. Это зависит в первую очередь от количественного и качественного состава солей грунтовых вод и их физикохимических свойств.

В зависимости от соотношения анионов в почвах различают следующие типы засоления: карбонатное, хлоридное, сульфатно-хлоридное, сульфатное, хлоридно-сульфатное; по составу катионов - натриевое, магниевое-натриевое, кальциево-натриевое, магниевое и кальциевое.

В настоящее время существует несколько классификаций засоленных почв, в основу которых положены тип засоления или уровень содержания солей.

В целях улучшения физико-химических и биологических свойств засоленных почв Л. П. Розов в практике сельского хозяйства рекомендует пользоваться следующей классификацией:

1. Почвы незасоленные. Засоление верхнего метра не превышает 0,2%. Мероприятий по урегулированию солевого режима не требуется.
2. Почвы слабозасоленные. Засоление верхнего метра - 0,2 - 0,5%. Сельскохозяйственное освоение возможно, но требуется подбор солевыносливых культур. Необходима специальная агротехника [37].

В литературе имеются и другие классификации. В. А. Ковда с сотрудниками предложил иную классификацию почв по степени и качеству засоления с учетом солеустойчивости растений [22]. Они предлагают в наименование типа солевого состава включать те анионы, содержание которых превышает 20% от суммы эквивалентных анионов, извлеченных из почвы водной вытяжкой. В названии преобладающий ион ставится последним. При определении типа солевого состава почвы необходимо учитывать соотношение эквивалентных количеств ионов, а не процентное содержание их в почве.

Почвы второй подгруппы (солонцы) содержат соли на некоторой глубине и отличаются своеобразными морфологическими особенностями. Наиболее характерными признаками солонцов и солонцеватых почв являются следующие:

1. Наличие плотного слоя, имеющего столбчатое строение в солонцах каштановой зоны.
2. Содержание в уплотненных слоях значительного количества обменного натрия.
3. Повышенное содержание в них илистой фракции.
4. Малое содержание солей в самых верхних и уплотненных горизонтах.

5. Выраженность карбонатности с самой поверхности в содовых солонцах и с некоторой глубины, чаще в пределах уплотненных слоев, в столбчатых солонцах (стенных, лугово-степных) каштановой зоны.

6. Высокая растворимость в воде перегноя (особенно в содовых солонцах).

По степени солонцеватости подгруппу солонцов и солонцеватых почв подразделяют на следующие разновидности:

1. Почвы несолонцеватые - содержание обменного Na меньше 5% от суммы поглощенных оснований.

2. Почвы слабосолонцеватые - содержание обменного Na 5 - 10% от суммы поглощенных оснований.

3. Почвы солонцеватые - содержание обменного Na 10 - 20% от суммы поглощенных оснований.

4. Солонцы - содержание обменного Na больше 20% от суммы поглощенных оснований.

В распределении солонцов и солонцеватых почв на территории нашей страны (так же как и подгрупп собственно засоленных почв и солончаков) отмечается определенная географическая закономерность, тесно связанная с приуроченностью разных подтипов к определенным почвенным зонам. По Д. Г. Виленскому, в черноземной зоне встречаются столбчатые содовые солонцы, в зоне каштановых почв - столбчато-хлоридно-сульфатные, в подзоне бурых почв - призматические хлоридно-сульфатные, наконец, в сероземной зоне типичных солонцов нет, а распространены только солонцеватые сероземы [9].

В России показателем разделения засоленных и незасоленных почв является порог токсичности легкорастворимых солей, установленный для среднесолеустойчивых культур [15].

Порог токсичности солей – содержание в почве солей, при превышении которого начинается резкое угнетение культурных растений и их гибель. По данным водных вытяжек, приняты следующие пороги токсично-

сти (по сумме солей): для почв хлоридного и сульфатно-хлоридного засоления – 0,1 %, для почв сульфатно-натриевого засоления – 0,15 %, для почв сульфатного засоления с участием гипса – до 1,0 %, а для почв, засоленных щелочными солями, – 0,05-0,1 %.

Согласно классификации почв 2004 г. [26] все засоленные почвы находятся в стволе Постлитогенные (табл. 3), образуют 5 отделов: текстурно-дифференцированные, щелочно-глинистодифференцированные, галоморфные, слаборазвитые и агроземы.

Таблица 3 – Классификация засоленных почв (2004)

Ствол постлито- генный	Отдел	Тип
	Текстурно- дифференци- ро- ванные	Солоди перегнойно-темногумусовые метаморфические AH-EL-BTg-Q-CQ
		Солоди темногумусовые AU-EL-BC- BCA-Cca(s) Агросолоди P-(EL)-BC-BCA-Cca
		Агросолоди глеевые P-(EL)-BCg-BCAg-Cca-CGca
		Агросолоди темные PU-(AU)-EL-BT-BCA-Cca
		Агросолоди темные гидрометаморфические PU-EL-BTq- BCAq-Q-CQ
		Дерново-солоди AY-EL-BT-BCA-Cca
		Дерново-солоди глеевые AY-EL-BTg-G(s)-CG(s)
	Щелочно- глинисто- дифференци- ро- ванные	Солонцы гидрометаморфические светлые AJ-EL-BSN- BMKq-BCAq-Q
		Солонцы гидрометаморфические тем ные AU-EL-BSNth-
		Солонцы светлые AJ-EL-BSN-BMK-BCA-Cca Агросолонцы гидрометаморфические светлые P- BSN(q)- BMKq-BCAq-Q
		Агросолонцы гидрометаморфические темные PU-BSNth(q)- BMKth,q-BCAth,q-Q
		Агросолонцы светлые P-BSN-BMK-BCA-Cca
		Агросолонцы темные PU-BSNth-BMKth-BCAth-Cca
	Галоморфные	Солончаки S-Cs,q Солончаки глеевые Sg-Gs-CGs Солончаки сульфидные (соровые) S- SS-Gs Солончаки темные S[AU]-Cs,g
Слаборазви- тые	Солончаки вторичные S-[A-B-C] Солончаки торфяные S[T]- Gs-CGs	

	<i>Отдел</i>	<i>Тип</i>
	Агроземы	Агроземы солонцовые светлые Pagr- TUR[BSN+BMK+BCA]-BCAs-Cca,s Агроземы солонцовые темные PUagr- TUR[(AU)+BSN+BMK]-BCAth,s-Cca,s Агроземы солонцовые гидрометаморфические светлые Pagr- TUR[BSN+BMK]-BCAth,s-Q-CQs гидрометаморфические темные PUagr- TUR[AU+BSN+BMK]-Q-CQ Агроземы солонцовые гидрометаморфические светлые Pagr- TUR[BSN+BMK]-BCAth,s-Q-CQs

Примечания: диагностические горизонты - АУ серогумусовый, АЈ светлогумусовый, АU темногумусовый, АН перегнойно-гумусовый, ЕL элювиальный, ВТ текстурный, ВМК ксерометаморфический, ВСА аккумулятивно-карбонатный, BSN солонцовый, G глеевый, Q гидрометаморфический, SS солончаковый сульфидный, S солончаковый, Р агрогумусовый, PU агротемногумусовый.

В классификациях засоленных почв 1977 и 2004 гг. имеются ряд общих черт и отличий (табл. 11) [25, 26, 34].

По степени засоления почвы дифференцируются на: слабо- засоленные, средnezасоленные, сильнозасоленные, очень сильнозасоленные.

В зависимости от глубины залегания солевого горизонта выделяются следующие типы засоленных почв [14, 74]: 0-30 см - солончаковые почвы, 30-50 см - высокосолончаковатые, 50-100 см - солончаковатые, 100-200 см - глубокосолончаковатые, 200 см и глубже - глубокозасоленные.

По мощности солевого горизонта засоленные почвы делятся на: маломощные - солевой горизонт менее 30 см, среднемощные - солевой горизонт 30-100 см и мощные - солевой горизонт более 1 м.

По строению солевого профиля засоленные почвы дифференцируются на три группы: 1) с солончаковым солевым профилем - максимум солей в его верхней части; 2) с призмовидным солевым профилем - соли распределены по профилю почвы относительно равномерно; 3) с пирамидальным солевым профилем - содержание солей нарастает вниз по профилю.

1.3. ЗАСОЛЕННЫЕ ПОЧВЫ В БУРЯТИИ

В почвенном покрове котловин Западного Забайкалья встречаются различные по площадям контуры засоленных почв. Эти почвы приурочены преимущественно к аккумулятивным ландшафтам и занимают пониженные элементы рельефа: ложбины, котловины и микрокотловины, периферию конусов выноса горных рек, выходящих в котловину, нижнюю часть подгорных шлейфов, а также низкие надпойменные террасы и поймы рек, приозерные понижения.

Засоленные почвы в республике имеют ограниченное распространение и представлены луговыми солонцами (иногда солончаковатыми) и луговыми солончаками. Занимают они преимущественно приозерные понижения и нижние части пологих склонов, в основном прилегающих к поймам рек, где наблюдается зона аккумуляции обогащенных растворимыми солями вод долинного стока или выход минерализованных грунтовых вод на поверхность. Наиболее распространенные типы засоления солонцов и солончаков – сульфатно-содовый, содово-сульфатный, сульфатный и хлоридно-сульфатный (Королук, 1971; Убугунова и др., 1998 и др.). Наиболее обширные массивы засоленных почв распространены в Боргойской степи и приозерных понижениях озер Верхнее и Нижнее Белое. Достаточно существенна их доля в Иволгинской котловине (Митупов, 1967). Также солонцы и солончаки встречаются в приозерных депрессиях Бичурского района и Тугнуйской степи.

Специфика территории – большое количество разломов и выходов минеральных источников, экстраконтинентальный аридный климат, наличие длительномерзлотных толщ, играющих роль водоупора, приводит к развитию засоленных почв. Засоленные почвы занимают очень небольшую площадь котловин. От площади сельскохозяйственных угодий они занимают в Бурятии 8,5% и в Читинской области 2,5%, земли солонцовых комплексов соответственно 1,1 и 1,2% [Данные Минсельхоза,

1996].

Засоленные почвы в Забайкалье представлены в основном гидроморфными почвами (солончаки, солонцы, луговые, болотные и аллювиальные); полугидроморфными почвами (засоленные и солонцеватые черноземно-луговые, лугово-каштановые); реже автоморфными (солонцеватые и солончаковатые черноземы и каштановые). Многие из перечисленных засоленных почв занимают очень незначительные площади и потому на карте мелкого и среднего масштаба в виде самостоятельных контуров не выделяются. Они встречаются чаще в степной и сухостепной зонах котловин трех геоморфологических областей: Агинско-Керуленской, Саяно-Байкальского Станового нагорья и Забайкальского Среднегорья, главным образом, в понижениях, падях, на шлейфах подгорных склонов, по низким надпойменным террасам и поймам рек, вокруг соленых озер, в местах, где близко расположены минерализованные грунтовые воды и затруднен отток влаги.

Внутригорные котловины Саяно-Байкальского Станового нагорья представлены кайнозойскими впадинами байкальского типа в четырех, из которых встречаются засоленные почвы (Тункинская, Баргузинская, Муйская, Чарская). Грунтовые воды этих котловин принадлежат к трещинному типу. Широко распространены термальные и минеральные источники, с которыми связывают образование содовых и сульфатных Алгинских озер в долине Баргузина, соленого озера Саган-Тырм в Кайморовых болотах Тункинской впадины [3, 8].

Изученность засоленных почв региона носит фрагментарный характер: имеются отдельные материалы по морфогенетическим характеристикам, динамике солевого режима в зависимости от температуры и влажности, рассмотрены засоленные почвы с экологических и мелиоративных позиций (Королук, 1971, 2014; Митупов, 1973; Ногина, 1964; Черноусенко, 2004; Убугунов, 2000). Однако до

настоящего время не изучено разнообразие, систематика и классификационное положение засоленных почв.

Надо отметить, что в юго-восточном Забайкалье (Онон-Аргунская степь), где последний раз было море в нижнеюрском периоде, морские и прибрежно-континентальные отложения перми, триаса и юры имеют место [9]. Эти отложения не занимают котловины. Они расположены восточнее Борзи и занимают Нерчинский хребет и его отроги. Выветривание и геохимический снос этих пород влияет на засоление почв окружающих котловин. Другой фактор, способствующий засолению – мерзлота, препятствующая промыванию солей, при её деградации образуются провальные озера [3, 1]. Следующий фактор – подпитывание почвенно-грунтовых вод глубинными минерализованными водами [3, 5]. Разгрузка подземных вод приурочена к тектоническим разломам и проявляется на поверхности выходами термальный минерализованных источников и солеными озерами. На территории Прибайкалья и Забайкалья насчитывается 450 соленых (содовых, мирабилитовых и галитовых) озер, расположенных в мезозойских и кайнозойских впадинах.

Засоление почв Забайкалья чаще проявляется в верхних горизонтах, рН колеблется от нейтрального до сильнощелочного в зависимости от состава солей; почвы обычно карбонатны, содержание карбонатов колеблется от 0,3 до 13%. Четких различий в химизме засоления почв котловин различных природных зон не отмечается, хотя в сухостепной зоне несколько больше хлоридов и сульфатов, тогда как в степной зоне соды. Больше содового засоления и в почвах Читинской области, по сравнению с Бурятией, хотя аналитических данных по сухостепной зоне юга Читинской области мало. Часто в засоленных почвах Забайкалья присутствует много магния. Некоторые особенности засоления почв наблюдаются в котловинах различного типа. В более молодых котловинах байкальского типа чаще присутствуют наряду с гидрокарбонатами сульфаты, хлориды, натрий и магний, вне зависимости от широты

расположения котловины (от Чарской до Тункинской). Сульфатное засоление наблюдается также в почвах, испытывающих влияние глубинных минерализованных вод (Гусиноозерская, Оронгойская и Иволгинская). В других мезозойских котловинах преобладает содовое засоление.

Широкое распространение содового засоления в степных и особенно сухостепных ландшафтах Забайкалья проявляется в более южных районах по сравнению с Европейской частью России, где содовое засоление преобладает в более северных лесостепных ландшафтах. Это, возможно, происходит под влиянием мерзлоты и экстраконтинентальных криоаридных условий территории.

В Забайкалье мерзлота является фактором почвообразования. Так, являясь водоупором, мерзлота способствует засолению почв, на водоразделах приводит к дополнительному увлажнению и образованию луговых разновидностей почв при глубоком залегании грунтовых вод; способствуя охлаждению почв, приводит к изменению физико-химических процессов.

На северо-восточном фланге Байкальской рифтовой зоны в пределах Баргузинской котловины формируются совершенно нетипичные для этой природной территории засоленные почвы.

Некоторые из них не имеют аналогов среди известных почв в глобальном масштабе и отличаются рядом новых диагностических признаков – наличием восходящих внутрипочвенных инъекционных интрузий (открытых и закрытых диапиров) из материала подстилающих грунтов, а также ранее не встречавшихся и не описанных в почвенных классификациях импрегнированных нефтебитумами горизонтов.

Область локализации приурочена к Кучигерскому термальному полю (Улюнханская впадина) и к песчаной возвышенности «Нижний Куйтун», в пределах которой отдельно выделяются центральная приподнятая часть с солонцами солончаковатыми и бессточная котловина

Нухэ-Нурских озер с солончаками квазиглееватыми. Эти уникальные почвы сформировались при гидротермальной и газофлюидной разгрузке из сейсмически активных разломов земной коры вод, газа и минерального субстрата. В результате процессов эндогенного поступления вещества и энергии вместо типичных горизонтальных и субгоризонтальных слоев образуются нехарактерные для почв сильно наклонные или вертикальные морфоны.

Вместе с тем отмечается проявление турбированности, импрегнирования нефтебитумами, оглеения и засоления. Наиболее активное действие эндогенных факторов на почвы проявляется в пределах Улюнханской впадины в районе выклинивания кучигерских гидротерм, менее выражено в глубоких бессточных котловинах с Нухэ-Нурскими озерами.

Предположительно разгрузка флюидов и поступление солей имели место на возвышенной позиции песчаного массива «Нижний Куйтун», где обнаружены солонцы при отсутствии в почвообразующем субстрате солей и путей их поступления из иных известных источников.

Перечисленные почвы обнаруживают геохимическое сродство как по содержанию солей и химизму засоления, так и по вещественному составу с характерными повышенными или аномальными валовыми концентрациями ряда элементов. В изученных почвах слабо выражены или полностью стерты «классические» проявления аллювиальных, поемных, метаморфических и органо-аккумулятивных процессов и не выражена типичная для зональных почв система генетических горизонтов.

Эти уникальные сильнозасоленные почвы с контрастным сочетанием значений pH, гранулометрического состава, засоления, импрегнирования нефтебитумами, турбированности являются своеобразными маркерами активности эндогенеза. Предлагается приобщить их к числу почв, входящих в категорию редких и уникальных, и придать им статус особо

охраняемых почв, сформированных в условиях своеобразного сочетания эндои экзогенных факторов почвообразования [101].

Результаты исследования проведенные почвенно-географические работы в 2008–2019 гг. на северо-восточном фланге Байкальской рифтовой зоны (БРЗ) в пределах Баргузинской котловины выявили совершенно нетипичные для этой природной территории засоленные почвы. Область их локализации приурочена к северо-западному флангу котловины в пределах Кучигерского термального поля [Убугунов и др., 2017, 2018а, б; Хитров и др., 2018, 2010], а также к крупной песчаной возвышенности (урочище «Нижний Куйтун») в центральной ее части и вблизи кратерного озера НухэНур [Убугунов и др., 2016].

Первоначально рабочей гипотезой своеобразного морфологического строения почв Улюнханской впадины являлось эндогенное поступление элементов с термальными водами [Жамбалова, 2018] и их последующее накопление в почвах по причине затрудненного гравитационного удаления из профиля в присутствии мерзлотного водоупора. По мере накопления фактических данных было установлено, что почвы, в том числе засоленные, в пределах Кучигерского термального поля имеют только сезонное промерзание.

Это связано с локальной аномалией теплового потока (от 60–70 до 80–100 мВт/м²) в этом районе [Лысак, Зорин, 1976], приуроченного к зонеразгрузки подземных флюидов, являющихся каналами активного тепломассопереноса [Лысак, 1996, 2002]. Значения теплового потока этой территории выше, чем в Хубсугул-Тункинской (69±7), Североморской (68±4), Суэцкой (<60), Танганьикской (~50), Ньясской (~50), Левантийской (48±7), Муйско-Чарской (45±10) и Кемурунской (~40) континентальных рифтовых зонах [Лысак, 1988].

Более высокие значения теплового потока характерны только для районов с вулканическими извержениями в виде фонтанирования жидкого магматического расплава: Африкано-Аравийской (>100), Ронской (100±8)

и Верхнерейнской (83 ± 16) рифтовых зон. Район разгрузки термальных кучигерских вод кульдурского типа находится в наиболее сейсмически активной зоне Байкальского рифта, которая наряду с максимальным тепловым потоком характеризуется также густой сетью тектонических разломов, самопроизвольным выходом свободных газов [Лунина и др., 2010; Вилор и др., 2015; Чернявский и др., 2018]. Разгрузка тепловых, газовых, водных, минеральных потоков из глубоких слоев литосферы на земную поверхность происходит через выводные каналы.

Это оказывает сильное влияние на морфологическое строение почв и выражено в развитии открытых и закрытых диапиров (восходящих интрузивных тел из нижезалегающих отложений) и сильной турбированности профиля. Вместо типичных для почв горизонтальных слоев мы нередко наблюдали вертикальные, косые морфоны и изолированные.

В заключение еще раз отметим, что засоленные почвы занимают в котловинах Забайкалья незначительные площади. Генезис засоления континентальный (выветривание и разгрузка минерализованных подземных вод). Химизм засоления содовый, содово-сульфатный и сульфатный. Причины разного химического состава солей различных котловин требуют дополнительного исследования. Отметим лишь, что в горных районах Забайкалья на направленность почвообразовательных процессов, формирование растительных формаций и типов почв оказывает большое влияние замкнутость котловины, крутизна и экспозиция склонов, наличие мерзлоты, а также экстраконтинентальность и аридность климата.

ГЛАВА 2. МЕЛИОРАЦИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ

2.1. МЕТОДЫ МЕЛИОРАЦИИ СОЛОНЦОВЫХ ПОЧВ

В зависимости от генезиса и свойств различных видов солонцовых почв осуществляют дифференцированный комплекс мер по повышению их плодородия. Целесообразность мелиорации, ее вид, технология определяются агроклиматическими ресурсами, эколого-мелиоративным состоянием почв, потребностями и ресурсообеспечения аграрного производства. С учетом этого выделяют пять мелиоративно-технологических групп солонцовых почв.

I группа – солонцовые почвы, которые в настоящее время в условиях дефицита ресурсообеспечения не требуют коренной расходной мелиорации. их плодородие повышают внесением повышенных норм органических и минеральных удобрений, введением травосеяния и солеустойчивые культур. К этой группе относятся черноземы и темно-каштановые слабосолонцеватые почвы с пятнами солонцов до 10%, а также ранее плантажованных солонцовые почвы.

II группа – солонцовые почвы, требующие химической мелиорации. Это черноземы и каштановые солонцеватые почвы с удельной долей солонцов соответственно 10-30 и 30-50%, орошаемые ограниченно годными водами повторно осолонцованного почвы.

III группа – солонцовые почвы, пригодные для мелиоративной плантажной пахоты. К этой группе относятся темно-каштановые и каштановые солонцеватые почвы с неглубоким (до 40-50 см) залеганием карбонатов и (или) гипса.

IV группа – солонцовые почвы. Ограниченно пригодные для сельскохозяйственного использования. Они нуждаются в улучшении безотвальной обработкой, химической и фитомелиорации. К ним относятся лугово-черноземные и лугово-каштановые солонцеватые почвы и их комплексы с солонцами (25-50%).

V группа – солонцовые почвы, непригодные для мелиорации и обработки. В эту группу входят лугово-черноземные и лугово-каштановые солонцеватые почвы и их комплексы с луговыми солонцами (более 50%). Если они были распаханы, их необходимо вывести из обработки для создания культурных сенокосов и пастбищ.

В агромелиоративном отношении засоленно-солонцовые комплексы можно разделить на несколько групп: степные малонатриевые солонцы; луговые, в основном, корковые и мелкие солонцы со средним и высоким содержанием обменного натрия; средние и глубокие солонцы со средним содержанием обменного натрия; отдельные небольшие непереувлажненные солонцовые пятна среди черноземов; сезоннопереувлажненные комплексы.

Свойства слабкосолонцоватых почв улучшают с помощью землевания и фитомелиорации.

Землевание – это засыпка солончаковых пятен плодородной (обычно черноземом) слоем почвы 15-20 см.

Фитомелиорация – рациональный подбор культур и оптимальных технологий их выращивания. Доля пару и других культур в севообороте (люцерна, донник, многолетние злаковые травы и т.п.) должны способствовать рассолению и рассолонцеванию с применением других видов мелиорации (гипсование, кислование, землевание). Например, клевер и люцерна, имеют глубокую корневую систему, поэтому кальций перемещается из глубоких слоев почвы (материнской породы) и накапливается в пахотном слое. Он вытесняет из ГВК натрий способствует рассолению почвы, а его щелочная реакция смещается в сторону нейтральной.

В контексте проведения земельной реформы в районах распространения солонцовых почв предусмотрено выведение из пашни почв сильно- и солонцовых комплексов, где пятна солонцов занимают 50% и более, для введения в них культурных сенокосов и пастбищ. Для их

создания привлекают адаптированы к почвенным условиям соле- и солонцестойкие культуры.

Плантажная вспашка солонцов также способствует разрушению достаточно плотного водонепроницаемого иловато горизонта, в котором тормозятся все иловато-пылеватые частицы, преимущественно размещены на глубине 18-20 см. Кроме того, улучшаются физические, физико-химические свойства и водный режим солонцов, создаются благоприятные условия для обогащения почвы подвижными формами элементов питания и для вымывания легкорастворимых солей. Последствие плантажной вспашки оказывается в течение 50 лет.

Мелиоративную плантажную вспашку не рекомендуется проводить на солонцах солончаковых и солончаках приморских, на солонцах лугово-каштановых оглеенных и солонцах оглеенных, на солонцовых почвах, имеющих глубину вскипания карбонатов ниже 55 см, на почвах с карбонатными почвообразующими породами нелессового генезиса (мергелизованными и красно бурыми глинами, известняками, морскими третичными глинами и др.), на мочаристых солонцовых почвах.

Степные малонатриевые солонцы. Основным способом мелиорирующего воздействия на степные солонцы является механическая обработка почвы трехъярусным или плантажным плугом. Глубина вспашки устанавливается с таким расчетом, чтобы полностью ликвидировать монолитность почвы иллювиального горизонта.

На комплексных солонцах глубина основной обработки в большинстве случаев должна составлять 40-50 см. Но на солонцах, у которых граница иллювиального и карбонатного горизонтов опускается ниже 45-60 см, глубину вспашки необходимо доводить не менее чем до 60 см. Этот способ позволяет коренным образом преобразовать солонцы. Последствие его не ограничено во времени.

По отношению к чернозему плодородие мелиорированных солонцов составляет 93 %. Прибавка урожая при применении трехъярусной вспашки

на 40-50 см в среднем по севообороту составила 11,2 ц/га кормовых единиц, при урожае на немелиорированном солонце – 10,2 ц/га, и на окружающем солонце черноземе обыкновенном – 23,0 ц/га.

С учетом состояния почвы и производственных условий может быть применен один из следующих двух вариантов технологии основной мелиорирующей обработки солонцов. Во втором варианте введена дополнительная операция – перепашка обычным плугом на глубину 27 см. Это обусловлено тем, что при ярусной вспашке достаточно увлажненных солонцов почвенная масса иллювиального горизонта выпаживается крупными глыбами, достигающими размеров 50 x 50 x 20 см. (табл. 4).

Таблица 4 – Варианты мелиорирующей обработки солонцов

№ варианта обработки солонцов	Технология мелиорирующей обработки	Срок проведения
1	1. Основная мелиоративная вспашка 2. Дискование сразу же после вспашки 3. Предпосевное дискование 4. Посев озимых (рожь)	Май-июнь Май-июнь Август-сентябрь Август-сентябрь
2	1. Основная мелиоративная вспашка 2. Дискование сразу же после вспашки 3. Перепашка обычным плугом на глубину 27 см 4. Предпосевное дискование 5. Посев озимых (рожь)	Май-июнь Май-июнь Июнь-Июль Август-Сентябрь Август-Сентябрь

Разрушение этих глыб обычной отвальной вспашкой оказывает положительное влияние на плодородие солонцов в первый год после проведения мелиоративной вспашки. Так, например, в сухие годы такая дополнительная обычная перепашка дала прибавку в урожайности кукурузы на силос 17 ц/га.

В последствии обычная перепашка по трехъярусной обработке не повышала дополнительно плодородие солонцов. Навоз, как удобрение в дозе 40 т/га, целесообразно вносить в первый после проведения основной мелиоративной вспашки год, когда глубоковзрыхленная почва осядет. При посеве сельскохозяйственных культур вносится азотно-фосфорное удобрение в дозе $N_{10}P_{10}$.

Многолетние исследования по мелиорации комплексов различных видов степных солонцов показали высокую эффективность глубокой мелиоративной вспашки по типу трехъярусной и плантажной. Урожайность сельскохозяйственных культур при этих видах обработки по отношению к обычной вспашке в среднем за пять лет составила, соответственно, 237 и 189 %.

Такая вспашка может быть рекомендована для юго-восточных и южных районов Воронежской области, в которых получили широкое распространение глубокие и средние степные солонцы, залегающие в комплексе с незначительным участием корковых солонцов. Эффективным дополнительным приемом повышения плодородия степных солонцов является внесение навоза, доза которого должна составлять не менее 40 т/га.

Химическая мелиорация при применении трехъярусной или плантажной обработки может быть применена как последующий прием на солонцах с повышенным содержанием в поглощающем комплексе обменного натрия.

Исследованиями, проведенными в НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева, установлен высокий эффект трансплантационного землевания и выявлена возможность мелиорации луговых солонцов без применения дренажа при максимальном уровне грунтовых вод весной порядка 0,7 м.

На луговом склоне, мелиорированном взаимозамещающим землеванием, прибавка урожая составила 16,4 ц/га кормовых единиц при урожае на немелиорированном солонце – 15,1 ц/га, на смежном черноземе – 31,3 ц/га и на черноземе с замещенным верхним слоем мощностью 10 см солонцовой массой, снятой с мелиорированного солонца – 32,1 ц/га.

Улучшение почвы по ряду признаков (содержание обменного натрия, плотность, твердость, влажность, глубина промачивания) способствовало образованию более благоприятной структуры почвы при трехъярусной вспашке.

Верхний слой почвы весной после предпосевной подготовки её, содержит агрегатов размером менее 10 мм при применении трехъярусной вспашки 67%, а при обычной – только 26%. Преобразование верхнего (0-50 см) слоя солонцов создает условия для лучшего развития и более глубокого проникновения в почву корневой системы растений. При трехъярусной вспашке процент корневой массы в слое 40-50 см от общего количества составляет 17,7, а при обычной обработке – только 12,4. Это обусловлено изменением солонцового горизонта.

Солоди, встречающиеся в виде небольших пятен среди пахотных почв, засыпают землистой массой зональных почв. При необходимости использования в сельском хозяйстве солоди глубоко рыхлят, вносят в высоких дозах навоз для увеличения мощности гумусового горизонта, содержания гумуса и питательных элементов.

Промывка засоленных почв – удаление избытка солей из пахотного и подпахотного горизонтов почвы промывными водами; основное средство борьбы с засолением орошаемых земель. Перед промывкой поверхность поля выравнивают, глубоко обрабатывают и разбивают валиками на чеки – участки 0,2-0,3 га и более; затем чеки затопляют водой. Промывные нормы (количество воды, необходимое для растворения и вытеснения солей из засоленной почвы) устанавливают в зависимости от степени засоления, состава солей (сульфаты, хлориды, карбонаты), водопроницаемости, уровня грунтовых вод. Промывку засоленных почв проводят обычно поздней осенью, когда испарение наименьшее и грунтовые воды имеют низкий уровень. Промывные воды отводят через рассоляющий дренаж.

Условия применения промывки почвы. Если почва сильно засолена и содержит в метровом слое более 0,02...0,03% хлора, избыток солей удаляют промывкой, чтобы к посеву осталось ионов хлора не более 0,01% по массе. Для этого проводят полив затоплением и дают количество воды, которое растворяет соли и выносит их избыток в нижние горизонты или чаще в дренаж.

Промывка почвы – коренное улучшение засоленных и солонцеватых почв. Эффективность промывки зависит от физических свойств почвы и степени ее засоления, то есть соотношения в почве растворимых солей ионов Са и Na.

Из солончаковых почв (преобладают ионы Са) соли сравнительно легко вымываются промывкой, если почвы достаточно водопроницаемы. В солонцеватых почвах (преобладают ионы Na) при промывке выделяются щелочи, которые обуславливают физиологическую токсичность и ухудшают физические свойства почвы. Чем больше ионов Na, тем сильнее ухудшаются свойства почвы. При содержании ионов Na от 20 до 40% общей емкости поглощения плодородие почвы полностью теряется. Поэтому перед промывкой в солонцеватые почвы надо вносить гипс, в результате обменной реакции поглощенный Na заменяется ионами Са, а полученная соль вымывается водой. Промывку солонцеватых почв без гипса можно применять при наличии ионов Na^+ не более 10% емкости поглощения.

Наибольшая эффективность промывного полива наблюдается при поливной норме, соответствующей 30...40% наименьшей влагоемкости опресняемого слоя. Для метрового слоя на легких почвах поливания норма промывного полива 700...900 м³/га, на средних – 900...1100 м³/га и на тяжелых – 1100...1500 м³/га.

Промывку следует проводить на хорошо спланированном, заборонованном участке, разбитом на чеки размером до 0,25 га, с уплотненными валиками, которые исключают перелив воды через них или их прорыв. Планировку выполняют с точностью ± 5 см, высота подсыпок при планировке не должна превышать 20 см. Оросительную сеть нарезают так, чтобы вода подавалась самостоятельно в каждый чек.

Промывку ведут массивами, а не разбросанно по территории. После окончания промывок и подсыхания почвы ее рыхлят, чтобы сократить испарение, и разравнивают валики.

Иногда после промывки остаются пятна остаточного засоления, которые снижают урожай сельскохозяйственных культур. Для обезвреживания этих пятен на них надо вносить гипс, кислые туки. На всей площади промывки необходимо создавать структуру почвы различными агротехническими приемами: посевом трав, внесением навоза, зеленого удобрения, перегноя и т. д.

Промывка почвы без искусственного дренажа возможна, если грунтовые воды имеют достаточный отток за пределы орошаемого массива.

На сильнозасоленных орошаемых землях удаление избытка солей из корнеобитаемого слоя почвы достигается промывкой ее водой. При промывке вода проходит через слои почвы, растворяет соли и вымывает их в грунтовые воды. На фоне дренажа процесс промывки почвы и ее рассоления проходит с наибольшей эффективностью.

Промывку проводят на почвах, содержащих в метровом слое более 0,02-0,03% хлора по массе. К началу посева сельскохозяйственных культур содержание ионов хлора не должно превышать 0,01% по массе.

Промывку почвы без искусственного дренажа проводят, когда грунтовые воды залегают достаточно глубоко, при наличии хорошего их естественного оттока за пределы орошаемой территории и при залегании ниже 1,5-2 м от поверхности хорошо водопроницаемых грунтов (галечник и др.). При залегании минерализованных грунтовых вод, не имеющих естественного оттока, на глубине менее 2-3 м от поверхности необходим искусственный дренаж.

Промывку почвы обычно проводят в осенний период, когда грунтовые воды стоят довольно глубоко. Перед промывкой поле должно быть спланировано, вспахано и заборонено, тогда просачивание поливной воды в глубь почвы будет проходить медленнее и равномернее. Для промывки поле делят на делянки – чеки площадью 0,25.

Изменения в межполивном, годовом или многолетнем цикле содержания солей и их качественном составе в почве называется солевым режимом почвы. Зависит от глубины уровня грунтовых вод, их минерализации, минерализации почвенных растворов и оросительных вод, режима орошения, промывок, свойств почвогрунтов, климатических условий.

Солевой режим тесным образом связан с водным режимом. Эти процессы изучают в комплексе и объединяют под общим понятием – водно-солевым режимом почвогрунтов.

Солевой режим почв – динамика состава химических превращений и миграций солей в почвах и водоемах, совокупность процессов, происходящих в почве по поступлению, передвижению, перераспределению, аккумуляции солей, а также удаления их за пределы почвенного профиля. Периодическое передвижение простых солей в профиле почв заключается в привносе солей, в частности инпульверизацией, растворении солей, находящихся в кристаллическом состоянии, и, наоборот, - в выпадении солей из растворов, потребление солей из растворов растениями и отчасти почвенными организмами, возвращение их с спадом, циклические вертикальные миграции солей, перенос солей в иллювиальные горизонты при почвообразовании, вынос солей из системы поверхностными и грунтовыми водами, а также экспульверизацией. Может быть нарушен загрязнением среды

Динамика солей в почве является одним из важнейших экологических факторов. Данный процесс может быть нарушен эрозией берегов, засолением и переувлажнением почв, загрязнением среды и др.

Аккумуляция солей характерна для почв непромывного водного режима, в профиле которых имеются воднорастворимые соли (солонцы, солончаки, чернозёмы, каштановые и др. почвы). Солевой режим почвы различается по интенсивности, т. е. по массе перемещающихся солей и амплитуде перемещения, преобладающему направлению движения солей, а

также по составу перемещающихся солей. В солончаках преобладают восходящие токи хлоридов и сульфатов, во влажные сезоны сменяющиеся нисходящими движениями этих солей. Прогноз водно-солевого режима орошаемых земель

Вторичное засоление и поддержание оптимального содержания количества и состава солей в эксплуатационный период предупреждают за счет подачи воды на орошение на 5 - 20% больше, чем это требуется сельскохозяйственным растениям. Такой режим орошения называют промывным, и предназначен он для создания нисходящего движения воды и солей в зоне аэрации. Промывной режим осуществляют путем проведения эксплуатационных промывок в осенне-зимний или весенний периоды или за счет увеличения норм вегетационных поливов.

Эксплуатационные промывки и вегетационные поливы проводят по бороздам, полосам или дождеванием в зависимости от природно-хозяйственных условий и вида сельскохозяйственных культур.

Необходимость промывного режима орошения, его интенсивность и сроки подачи дополнительного объема воды обосновывают, составляя и прогнозируя водно-солевой режим почв на достаточно большой период. Для составления прогноза водно-солевого режима используют уравнения водного и солевого баланса поверхностных и почвенных вод и уравнения влаго- и солепереноса в почвах.

Изменение в межполивном, годовом или многолетнем цикле содержания солей и их качественного состава в почвенном растворе обычно находится в тесной зависимости от поливного и естественного водного режима; они часто изучаются одновременно (водно-солевой режим)

2.2. ГИПСОВАНИЕ СОЛОНЦЕВАТЫХ ПОЧВ

Метод химической мелиорации предусматривает внесение в солонцовые почвы кальцийсодержащих веществ (гипс, фосфогипс, мел,

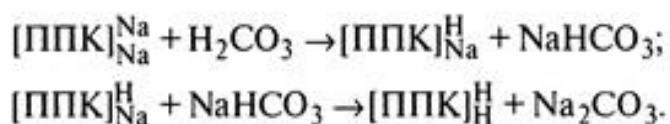
известь, хлорид кальция), кислот или кислых форм мелиорантов (сульфаты железа и алюминия, пирит). Среди приемов химической мелиорации распространенным является гипсования.

Гипсование почв – прием химической мелиорации солонцовых почв, имеющих большую долю натрия в почвенном поглощающем комплексе (ППК) и щелочную реакцию с помощью гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Солонцовые почвы характеризуются неблагоприятными физическими, химическими, физико-химическими и биологическими свойствами и низким плодородием.

Метод гипсования научно обоснован и разработан отечественными учеными. Главной заслугой в изучении солонцовых почв принадлежит академику К.К. Гедройцу.

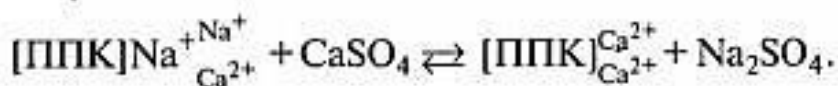
К.К. Гедройцем предложен метод гипсования солонцов, заключающийся в вытеснении из почвенного поглощающего комплекса катионов Na^+ заменой их на Ca^{2+} с одновременным внесением органических удобрений.

При этом пептизированные натрием органические и минеральные коллоиды вымываются из верхних слоев почвы в нижние, образуя плотный солонцовый горизонт. Натрий, поглощенный ППК, вытесняется раствором углекислого газа (угольной кислотой), образуя карбонаты и гидрокарбонаты – гидролитически щелочные соли натрия, щелочность (рН) почвенного раствора при этом становится более 9:



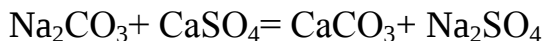
Щелочная реакция почвы неблагоприятна для большинства сельскохозяйственных культур и почвенных микроорганизмов. При этом снижается доступность растениям фосфора, железа, марганца, бора.

Доза гипса для корковых солонцов 10...15 т/га, среднестолбчатых – 5...12, для других солонцов и солонцеватых почв – 3...8 т/га.



Внесение

гипса способствует коагуляции почвенных коллоидов, улучшению физических свойств, ликвидации щелочности:



От легкорастворимого сульфата натрия освобождаются с помощью орошения, снегозадержания или других приемов влагонакопления.

Кроме гипса для мелиорации солонцов используют молотый мел или дефека́т сахарных заводов совместно с навозом и физиологически кислыми азотными удобрениями. После мелиорации необходимы внесение в повышенных дозах навоза и посев солонцоустойчивых культур (донник, пырей бескорневищный и сизый).

Нормы гипса определяют по эквивалентным количеством натрия в ГВК. который должен быть заменен кальцием. Разница между общим количеством обменного натрия и безопасной его количеством в почве (обычно 5-10% емкости катионного обмена) составляет количество натрия, которую нужно заменить кальцием. Для замещения 1 г натрия с эквивалентной массой нужно 0,086 г $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Исходя из этого, норму гипса H (т / га) рассчитывают по формуле:

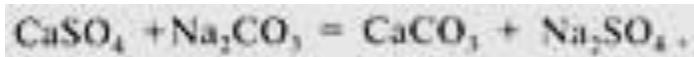
$$H = 0,086(\text{Na} - K T) h d,$$

где 0,086 - 1 смоль $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, г Na - содержание натрия в почве, смоль / кг; K - доля допустимого содержания натрия в емкости катионного обмена почвы (0,05-0,10), при которой гипсование не проводят; T - емкость катионного обмена, смоль / кг почвы; h - толщина мелиорированных слоя почвы, см; d - объемная масса мелиорированных слоя почвы, г / см³.

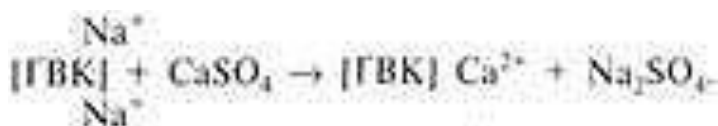
Для повышения экономической эффективности химической мелиорации ученые ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии им. А. Н. Соколовского" рекомендуют вносить кальцийсодержащие мелиоранты на

солонцах Лесостепи в норме 8-10 т / га, щелочно-черноземных солонцеватых почвах - 3-4, на солонцеватых почвах степи - 4-6 т / га.

Гипс, попав в почву, обезвреживает в почвенном растворе соды, вредную для развития растений:



а кальций постепенно вытесняет натрий с ГВК:



Сульфат натрия,

образующийся является нейтральной солью. В небольших количествах он безвреден для растений, но при гипсовании солонцов, где содержание натрия в ГВК более 20%, его нужно удалять вымыванием с корнеобитаемого слоя почвы.

Взаимодействуя с почвой, гипс одновременно действует на растения, поскольку является дополнительным источником кальция и серы и может быть эффективным удобрением на любых (а не только на щелочных) почвах.

Для гипсования почв используют гипс и другие отходы химической промышленности.

Гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) - бесцветный и прозрачный, а при наличии примесей имеет окраску от серого до бурого. Содержит 71-73% CaSO_4 .

Фосфогипс – побочный продукт производства фосфорных удобрений - суперфосфата двойного и преципитата. Содержит 70-75% CaSO_4 и 2-4% P_2O_5 том эффективнее, чем гипс, при внесении в эквивалентных нормах.

Глиногипс – природные залежи рыхлой породы, не требует размола. Содержит 60-90% CaSO_4 .

Сейчас как мелиоранты используют хлорид кальция, серу, сульфат железа, сульфат алюминия, дефека́т, неорганические кислоты (серную, соляную, азотную) и др. Выбор мелиорантов определяется эффективностью его воздействия на почву и соответствующей свойством почвы.

Если вместо гипса применяют другой мелиорант, то при определении его нормы, учитывающие содержание мелиорирующих веществ, эквивалентный 1 т гипса. Для этого используют коэффициенты пересчета этих веществ на гипс: гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) - 1,0; хлорид кальция ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) - 0,85; сера (S) - 0,19; серная кислота (H_2SO_4) - 0,57; сульфат железа ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) - 1,62; сульфат алюминия ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$) - 1,29; полисульфид кальция (CaS_5) - 0,77; известняк (CaCO_3) - 0,58; глиногипс (60% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) - 1,67.

Эффективность гипсования солонцов в лесостепной зоне достаточно высока. После однократного внесения гипса в норме 10 т / га прирост урожая зерна колосовых культур ежегодно в течение 7-8 лет составляет 0,5 т / га, однолетних трав 2,5, а многолетних – 3,5 т / га. В среднем за 8-10 лет в степной зоне он несколько ниже – 0,3-0,4 т / га.

Коренное улучшение солонцов достигается вытеснением из ППК натрия и заменой его на катионы кальция, удалением образующихся солей натрия за счет вымывания и разрушением солонцового горизонта. Для мелиорации солонцовых почв устраняют углекислые соли натрия заменой кальцием, а образующийся Na_2SO_4 – вымыванием.

Отрицательное влияние натрия на физические свойства почвы зависят от его содержанием в ППК. Значительное действие натрия на свойства почвы и урожайность культур отмечается при содержании обменного Na более 10% от ЕКО. Поэтому гипсование проводят, если доля обменного натрия в ППК более 10%.

Наряду с натрием в составе обменных катионов может содержаться до 15-35% магния.

Гипсование способствует улучшению водного режима почв, физических и химических свойств солонцов, повышает их плодородие, снижает щелочность и содержание обменного натрия в ППК, повышает степень насыщенности его кальцием.

Согласно данным полевых опытов, внесение гипса в качестве удобрения на тяжелосуглинистых дерново-подзолистых почвах в дозе 300-500 кг/га под клевер дает среднюю прибавку урожая сена 1,62 т/га, на средних и легких суглинистых почвах – 1,11 т/га, на супесях – 0,72 т/га, на серых лесных и выщелоченных черноземных почвах – 0,65 т/га. Действие гипса на урожайность культур на кислых почвах обусловлено повышением кальциевого и серного питания растений, а также повышением доступности калия, который больше вытесняется из ППК.

Средняя эффективность гипсования на черноземных почвах составляет 3-6 ц/га зерна, на каштановых – 2-3 ц/га. Гипсование дает прибавку урожая зерна на 0,3-0,6 т/га, сена клевера – на 0,6-1 т/га, повышается урожайность сахарной свеклы.

Эффективность гипсования солонцов лесостепной зоны доказана в опытных и производственных условиях. Прибавка урожаев зерна колосовых культур ежегодно на протяжении 7-8 лет после однократного внесения гипса в дозе 10 т/га составляет 0,5 т/га. В степной зоне эффективность гипсования снижается: на лугово-степных солонцах ежегодная прибавка урожая зерновых в среднем за 8-10 лет составляет 0,3-0,4 т/га.

В богарных (неорошаемых) условиях мелиорант медленнее взаимодействует с почвой, поэтому его действие длительнее, а полный эффект достигается на 4-5-й год. Следовательно, для повышения эффективности гипсование нужно способствовать увеличению влагообеспеченности почвы.

Эффективность гипсование почв растет за поданного внесения органических и минеральных удобрений. Среди минеральных удобрений в этом случае эффективнее физиологически и гидролитически кислые формы.

Изменение агрохимических и физических свойств солончаковатых почв происходит довольно медленно, но сохраняется длительное время.

Поэтому повторную мелиорацию при необходимости проводят не ранее, чем через 10 лет.

ГЛАВА 3. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ОСВОЕНИЕ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ

Освоение засоленных почв – длительный процесс. Солончаки используют в сельскохозяйственном производстве только после их рассоления с помощью сложных мероприятий. Соли удаляют в основном методом промывки, не вызывающей подъема грунтовых вод. Нормы расхода воды на промывку зависят от степени засоления и состава солей, влажности, гранулометрического состава, глубины залегания грунтовых вод. Промывку проводят в основном в осенне-зимний период по глубокой вспашке. В это время испарение с поверхности почв наименьшее. Глубокая вспашка позволяет быстрее вымывать легкорастворимые соли.

Для отвода промывных вод необходимо создавать дренажную сеть. Нецелесообразно осваивать труднопромывные солончаки, когда на промывку нужно затратить более 15 тыс. м³ воды на 1 га. Мелиорацию солончаков проводят, если это экономически обосновано. Например, массив солончаков вклинивается в незаселенную пашню и рядом находятся избыточные ресурсы оросительных вод.

После проведения промывок в почвы вносят в повышенных дозах навоз, азот и фосфор, высевают солеустойчивые культуры (люцерну, джугару, донник, суданскую траву, просо, ячмень, пшеницу). На тяжелоглинистых и глинистых почвах промывки сочетают с посевами риса.

Следует отметить, что при мелиорации солончаков особое внимание уделяют планировке, оптимизации поливных норм, числу и срокам полива, поддержанию уровня грунтовых вод на глубине ниже критической для предотвращения вторичного засоления. Поверхностный слой почв должен быть всегда рыхлым, это препятствует подъему грунтовых вод к поверхности. Вдоль каналов высаживают деревья, что способствует

снижению уровня грунтовых вод в результате использования большого количества воды на транспирацию.

Солонцы относятся к малопродуктивным пастбищам. Их сельскохозяйственное освоение возможно лишь при коренной мелиорации, так как естественное плодородие солонцов низкое. Мелиорация солонцов направлена на удаление из почвенного поглощающего комплекса натрия и замещение его кальцием, улучшение физических свойств. При неглубоком залегании гипса (менее 40 см) можно проводить глубокую вспашку трехъярусным плугом, чтобы перемешать солонцовый горизонт с гипсовым, а верхний сохранить на месте.

Если пятна солонцовых почв небольшие, то для борьбы с ними применяют землевание, для чего скреперами с окружающих полей наносят слой плодородной почвы.

Солоди в лесостепи и степи чаще всего покрыты лесами. Их освоение, связанное с вырубкой леса, нецелесообразно. Поэтому их лучше оставлять в прежнем виде, что положительно влияет на микроклимат прилегающих территорий, ослабляет силу ветров, способствует равномерному снегонакоплению на полях.

Многообразие почв солонцовых комплексов требует дифференцированного подхода к подбору культур с учетом их солеустойчивости, солонцеустойчивости, а также засухоустойчивости, приобретающей особое значение в сухой степи.

Солеустойчивость растений. Под солеустойчивостью понимают устойчивость растений к избыточной концентрации солей в почвенном растворе, которая повышает его осмотическое давление, затрудняя тем самым поступление воды в растение. Кроме того, соли оказывают в той или иной мере токсичное действие на протоплазму, в результате чего нарушаются процессы ассимиляции, дыхания, минерального питания.

При агроэкологической оценке растений солеустойчивость рассматривают в двух аспектах: биологическом и агрономическом. Биологическая

солеустойчивость – способность растений осуществлять полный цикл индивидуального развития в условиях засоления почвы нередко с пониженной интенсивностью накопления органического вещества при сохранении воспроизводительной способности. Агрономическая солеустойчивость - способность растений осуществлять полный цикл развития на засоленной почве и давать удовлетворительную продукцию. Биологическую солеустойчивость чаще называют солевыносливостью, а агрономическую - собственно солеустойчивостью.

Существует немало классификаций растений по солеустойчивости. В таблице 5 представлена обобщенная группировка растений по этому признаку.

Таблица – 5 Относительная солеустойчивость растений

Неустойчивые	Среднеустойчивые	Устойчивые
Полевые культуры		
Фасоль	Рожь, пшеница, овес, сорго, соя, конские бобы, кукуруза, рис затопляемый, подсолнечник	Ячмень, сахарная свекла, рапс, хлопчатник
Кормовые травы		
Клевер ползучий, лисохвост, клевер гибридный, клевер луговой, кровохлебка	Донник белый, донник желтый, канареечник клубненосный, райграс многолетний, волоснец безостый, клевер земляничный, суданская трава, донник белый однолетний, люцерна, ежа сборная, овсяница луговая, канареечник тростниковый, лядвенец большой, коострец безостый, райграс высокий	Бескильница, бермудская трава, пырей высокий, волоснец канадский, пырей американский, овсяница высокая, лядвенец рогатый
Овощные культуры		
Редис, сельдерей	Томат, капуста спаржевая, капуста кочанная, капуста цветная, салат латук, кукуруза сахарная, картофель, батат, перец, морковь, лук, горох, тыква, огурцы	Свекла столовая, капуста листовая, спаржа, шпинат
Плодовые и ягодные		
Груша, яблоня, апельсин, грейпфрут, слива, миндаль, абрикос, персик, земляника, лимон, авокадо	Гранат, инжир, оливковое дерево, виноград	Финиковая пальма
Кустарники		
Калина, роза, фейхоа	Туя восточная, можжевельник, лантана	Олеандр, лисохвост бутылочный

Влияние засоления почв на растения проявляется по-разному в зависимости от увлажнения, температурных условий, физических свойств почвы, обеспеченности элементами питания. В холодном климате растения переносят более высокие концентрации солей, чем в жарком. На тяжелых почвах они меньше страдают от засоления, чем на легких. Повышает солеустойчивость высокое содержание гумуса. Уже этот неполный перечень факторов исключает возможность создания единой группировки растений по солеустойчивости, а тем более шкалы.

Разработка шкал солеустойчивости растений возможна лишь в региональном плане применительно к определенному типу засоления в конкретных экологических условиях. Широкой известностью пользуется шкала Н. В. Орловского, предложенная для лесостепной зоны Западной Сибири (содово-смешанное засоление). Для степной зоны Северного Казахстана и Западной Сибири (хлоридно-сульфатное засоление) разработана шкала солеустойчивости, представленная в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала солеустойчивости сельскохозяйственных культур в условиях хлоридно-сульфатного засоления почвы (Кирюшин, 1972)

Культура	Содержание токсичных солей (в %) в слое почвы 0-40 см, соответствующее степени снижения урожая на		
	25%	50%	75%
<i>Однолетние</i>			
Горчица	0,37	0,75	0,92
Ячмень	0,32	0,57	0,77
Просо зерновое	0,24	0,45	0,73
Просо кормовое	0,31	0,46	0,68
Пшеница	0,29	0,45	0,69
Могар	0,27	0,45	0,69
Овес	0,27	0,45	0,62
Сорго	0,22	0,37	0,59
Суданская трава	0,20	0,35	0,48
<i>Многолетние</i>			
Пырей бескорневищный	0,40	0,74	1,10
Донник	0,37	0,67	0,98
Волоснец ситниковый	0,41	0,63	0,90
Волоснец сибирский	0,36	0,66	0,91
Люцерна	0,37	0,60	0,90
Житняк	0,34	0,57	0,94
Костер	0,34	0,39	0,68

Предельное содержание солей в почвах, при котором возможно выращивание садов, определяют для более глубоких горизонтов с учетом мощности корнеобитаемого слоя. Для разных культур критическая глубина залегания солевых горизонтов неодинакова.

Для плодовых культур предложено определять предел солеустойчивости таким количеством солей, которое позволяет собирать 50% урожая в сравнении с незасоленными почвами.

Солонцеустойчивость растений. Это качество растений означает, прежде всего, способность преодолевать неблагоприятные агрофизические свойства почв, обусловленные их солонцеватостью. В разной степени проявляется физиологическая сторона солонцеватости, связанная с токсичностью карбонатов, бикарбонатов, гуматов натрия и магния и нарушением баланса катионов в растительных тканях вследствие понижения доступности для растений обменного кальция при высоком содержании обменного натрия.

В отрицательном влиянии солонцеватости и засоленности почв на растения имеются общие особенности, в частности, ухудшение водного режима в связи со снижением содержания доступной почвенной влаги: в первом случае - вследствие удерживания ее высокодисперсными почвенными коллоидами, во втором - солями. Поэтому явления устойчивости растений к солонцеватости и засоленности почв в какой-то степени сближаются на основе устойчивости их к физиологической засухе. Вследствие сопряженности солонцеватости и засоленности почв идентификация их влияния на растения представляет определенные трудности, однако при испытании сельскохозяйственных культур на почвах солонцово-солончаковых комплексов с различной степенью солонцеватости и засоленности эту задачу удастся решать.

В таблице 7 представлены результаты таких исследований в виде группировок сельскохозяйственных культур по устойчивости к солонцева-

тости почв, разработанных В. И. Кирюшиным для засушливой степи Северного Казахстана и Западной Сибири. Согласно этим данным, при подборе трав на солонцах донник можно рассматривать как культуру, обладающую самой высокой устойчивостью к солонцеватости почвы, чего нельзя сказать о его солеустойчивости. Последнее качество в наибольшей мере присуще пырею бескорневищному, которому свойственна также высокая солонцеустойчивость. Волоснец сибирский и пырей сизый находятся в одной группе с пыреем бескорневищным по солонцеустойчивости, но значительно уступают ему по солеустойчивости. Средней солонцеустойчивостью и солеустойчивостью обладают люцерна, житняк ширококолосьный, костер безостый, регнерия. Одинаково плохо устойчив к солонцеватости и засоленности почв эспарцет.

Таблица 7 – Группировка сельскохозяйственных культур по солеустойчивости и солонцеустойчивости (Кирюшин, 1972; Чапко, М. Г., 1987; М. 1. Чайка, 2010)

Степень устойчивости	Солеустойчивость	Солонцеустойчивость
<i>Многолетние травы</i>		
Очень сильная	Пырей бескорневищный	Донник (белый и желтый)
Сильная	Ячмень короткоостый, донник желтый и белый	Волоснец сибирский, пырей сизый, пырей бескорневищный
Средняя	Пырей сизый, волоснец ситниковый, сибирский, регнерия, люцерна пестрогибридная, синегибридная, костер	Регнерия, люцерна пестрогибридная, синегибридная, желтогибридная, житняк, костер
Слабая	Эспарцет, клевер, тимофеевка	Эспарцет, клевер, тимофеевка, бекмания
<i>Однолетние культуры</i>		
Очень сильная	Горчица	Горчица, ячмень
Сильная	Ячмень	
Средняя	Просо кормовое, пшеница, могар, просо зерновое, овес	Овес, просо зерновое, могар, суданская трава
Слабая	Сорго, суданская трава	Пшеница, сорго
Слабая	Кукуруза	Пшеница, сорго, кукуруза

Из однолетних культур горчица, проявляя исключительно высокие качества в том и другом отношении, более устойчива к сильному засолению. Близкую и довольно высокую устойчивость к солонцеватости и засоленности почв проявляет ячмень. Пшеница, характеризуясь средней устойчивостью к засолению почв, плохо переносит солонцеватость. Суданская

трава к солонцеватости почв более устойчива, чем к повышенному засолению, и может быть рекомендована для почв с умеренной солонцеватостью. Низкую устойчивость к засолению и солонцеватости почв в условиях засушливой степи Северного Казахстана проявляет сорго.

Особо следует подчеркнуть, что эти данные, так же как и другие материалы по тем или иным характеристикам растений, полученные на основе полевых экспериментов в конкретной природной обстановке, не должны восприниматься как универсальные. При их экстраполяции необходимо проявлять известную осторожность, имея в виду как различие экологических условий, так и сортовое разнообразие растений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Почвенный покров Земли играет решающую роль в обеспечении человечества продуктами питания и сырьем для жизненно важных отраслей промышленности. Использование с этой целью продукции океана, гидропоники или искусственно синтезируемых веществ не может, по крайней мере в обозримом будущем, заменить продукцию наземных экосистем (продуктивность почв). Поэтому непрерывный контроль за состоянием почв и почвенного покрова - обязательное условие получения планируемой продукции сельского и лесного хозяйства.

Вместе с тем почвенный покров является естественной базой для поселения людей, служит основой для создания рекреационных зон. Он позволяет создать оптимальную экологическую обстановку для жизни, труда и отдыха людей. От характера почвенного покрова, свойств почвы, протекающих в почвах химических и биохимических процессов зависят чистота и состав атмосферы, наземных и подземных вод. Почвенный покров - один из наиболее мощных регуляторов химического состава атмосферы и гидросферы. Почва была и остается главным условием жизнеобеспечения наций и человечества в целом. Сохранение и улучшение почвенного покрова, а, следовательно, и основных жизненных ресурсов в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства, развития промышленности, бурного роста городов и транспорта возможно только при хорошо налаженном контроле за использованием всех видов почвенных и земельных ресурсов [1, 288 с.].

Одной из самых острых проблем современности является деградация почв – главного фундамента жизни. В нашей стране засолено около 10% поверхности суши. Причем в настоящее время увеличиваются масштабы вторичного засоления почв, которое развивается чаще всего при нерациональном орошении. Таким образом, засоление начинает признаваться как важный фактор, лимитирующий продуктивность

сельскохозяйственных культур, который оказывает глубокое воздействие на все стороны жизнедеятельности растений. При этом изменяются как структура, так и функции растений. Известно, что длительное повышенное содержание ионов в почве оказывает значительное влияние на многие физиологические процессы растений, вызывая при этом и анатомические изменения [2, 97 с.].

По данным Международного института окружающей среды и развития (International Institute for Environment and Development) и Института мировых ресурсов (World Resources Institute), около 10 % поверхности континентов покрыто засоленными почвами. В большей степени они распространены в аридных районах. Seriously проблема засоления проявляется в 75 странах мира (Австралия, Китай, Индия, Ирак, Мексика, Пакистан, США и др.). Из 222 млн га пашни засоленные и осолонцованные почвы занимают 40 млн га; солонцы, солончаки, солоди - 62 млн га. Для орошаемых земель агрохимические мелиорации требуются на площади 211 тыс. га, а сильнозасоленные почвы составляют более 101 тыс. га [75].

По данным Российской академии наук, общая площадь засоленных земель в РФ составляет более 40 млн га. К засоленным почвам в России относятся солончаки, солончаковатые, солончаковые и глубокозасоленные почвы, солонцы, солонцеватые почвы, солоди и осолодевшие почвы. Они широко распространены на юго-востоке европейской части России, особенно в Среднем и Южном Поволжье, в Северо-Восточном Предкавказье, на юге Западной и Восточной Сибири, в Якутии.

В России самыми «богатыми» на засоленные почвы оказались регионы Поволжья и Западной Сибири, там их площади составляют 11,6 и 10,2 млн га. В степной зоне Предалтайской провинции на территории Алтайского края общая площадь засоленных почв составляет около двух миллионов гектаров. Безусловно, далеко не все эти площади простаивают. В основном, сельхозпроизводители их используют в полевых и кормовых севооборотах, или как сенокосы и пастбищные угодья. Причина одна –

низкая естественная продуктивность, в среднем она составляет от 2 до 6 ц/га.

На территориях с недостаточным атмосферным увлажнением урожайность сельскохозяйственных культур сдерживается недостаточным количеством поступающей в почву влаги. Для восполнения ее недостатка с давних времен применяется искусственное орошение. Во всем мире почвы орошаются на площади свыше 260 млн. га.

Однако неправильное орошение приводит к накоплению солей в орошаемых почвах. Главными причинами антропогенного засоления почв являются бездренажное орошение и неконтролируемая подача воды. В результате этого повышается уровень грунтовых вод и когда уровень грунтовых вод достигает критической глубины, начинается энергичное соленакопление за счет испарения содержащей соли воды, поднимающейся к поверхности почвы. Этому способствует и орошение водой с повышенной минерализацией.

В результате антропогенного засоления во всем мире ежегодно теряется около 200-300 тыс. га высокоценных поливных земель. Для охраны от антропогенного засоления создаются дренажные устройства, которые должны обеспечить расположение уровня грунтовых вод на глубине не менее 2,5-3 м, и системы каналов с гидроизоляцией для предотвращения фильтрации воды. В случае накопления водорастворимых солей рекомендуется промывка почв с дренажным водоотводом для удаления солей из корнеобитаемого слоя почвы. Охрана почв от содового засоления включает в себя гипсование почв, применение минеральных удобрений, содержащих кальций, а также введение в севооборот многолетних трав.

Для предупреждения негативных последствий орошения необходим постоянный контроль за водно-солевым режимом на орошаемых землях [8].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. – 656 с.
2. Александрова А. Б., Бережная Н. А., Григорьян Б. Р. и др. Красная книга почв Республики Татарстан. Казань: Фолиант, 2012. – 192 с.
3. Вилор Н. В., Андрулайтис Л. Д., Зарубина О. В. Данилов Б. С. Геохимия сейсмоактивных региональных разломов (Байкальская рифтовая зона, Восточная Сибирь)//Геохимия. 2015. № 1. С. 64–82. DOI: 10.7868/S0016752514110107
4. Добровольский Г. В., Никитин Е. Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы. М.: Наука, 2000. 185 с.
5. Жамбалова А. Д. Засоленные почвы зон разломов Кучигерских гидротерм и их геохимические особенности: автореф. дис. канд. биол. наук. Улан-Удэ, 2018. – 22 с.
6. Исаев В. П. Природные газы Баргузинской впадины. Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2006. – 220 с.
7. Карпачевский Л. О. Экологическое почвоведение. М., 1998.
8. И.И.Плюснин, А.И.Голованов. Мелиоративное почвоведение, Москва 1983г., Издательство «Колос». – 311 с.
9. Почвоведение № 6, Июнь 2009 – С. 627
10. Строганов Б. П. Растения и засоление почвы. – изд-во АН СССР. – М.: -1958. – 287 с.
11. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. –342 с.
12. Климентьев А. И., Чибилев А. А., Блохин Е. В. и др. Красная книга почв Оренбургской области. Екатеринбург, 2001. 450 с.
13. Красная книга почв России: объекты книги и кадастра особо ценных почв. М., 2009. – 576 с.

14. Лунина О. В., Гладков А. С., Шерстянkin П. П. Новая электронная карта активных разломов юга Восточной Сибири // ДАН. 2010. Т. 433, № 5. С. 662–667.
15. Лысак С. В. Тепловой поток континентальных рифтовых Новосибирск: Наука, 1988. – 188 с.
16. Лысак С. В. Геотермия южных районов Восточной Сибири // Геофизические исследования Восточной Сибири на рубеже XXI века. Новосибирск: Наука, 1996. – С. 17–23.
17. Лысак С.В. Тепловой поток в зонах активных разломов на юге Восточной Сибири Геология и геофизика. 2002. Т. 43, № 8. С. 791–803.
18. Лысак С. В., Зорин Ю. А. Геотермическое поле Байкальской рифтовой зоны. Новосибирск: Наука, 1976. – 90 с.
19. Ташнинова Л. Н. Красная книга почв и экосистем Калмыкии. Элиста: Джангар, 2000. – 216 с.
20. Убугунов В. Л., Хитров Н. Б., Убугунова В. И., Жамбалова А. Д., Рупышев Ю. А., Аюшина Т. А., Парамонова А., Цыремпилов Э. Г., Насатуева Ц. Н. Эндогенный фактор и морфогенетическое строение почв в зоне влияния Кучигерских гидротерм (Байкальская рифтовая зона, север Баргузинской котловины) // Природа Внутренней Азии. Nature of Inner Asia. 2018. № 4. С. 54–72. DOI:10.18101/2542-0623-2018-4-54-72
21. Убугунов В. Л., Хитров Н. Б., Чижикова Н. П., Убугунова В. И., Варламов Е. Б., Жамбалова А. Д., Чечетко Е. С. Свойства и минералогический состав темногумусовой квазиглеевой солончаковой солонцеватой криотурбированной мерзлотной почвы Баргузинской котловины (Бурятия) // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. 2018. Вып. 91. – С. 62–94.
22. Убугунов В. Л., Убугунова В. И., Цыремпилов Э. Г. Почвы и формы рельефа Баргузинской котловины. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2016. – 212 с.

23. Убугунов В. Л., Убугунова В. И., Чижикова Н. П., Варламов Е. Б., Хитров Н. Б., Жамбалова А. Д. Солонцы зон тектонических разломов севера Баргузинской котловины (Бурятия, Россия) // Природа Внутренней Азии. Nature of Inner Asia. 2017. № 2(3). С. 38–48 DOI:10.18101/2542-0623-2017-2-38-48

24. Хитров Н. Б., Убугунов В. Л., Убугунова В. И., Рупышев Ю. А., Аюшина Т. А., Жамбалова А. Д., Цыремпилов Э. Г., Парамонова А. Е., Насатуева Ц. Н. Морфологическое строение почв в ближайшей зоне влияния Кучигерских гидротерм (Баргузинская котловина) // Почвоведение. 2019. № 12. С. 1430–1453. DOI: 10.1134/S0032180X19120074

25. Хитров Н. Б., Убугунов В. Л., Убугунова В. И., Рупышев Ю. А., Аюшина Т. А., Жамбалова А. Д., Цыремпилов Э. Г., Парамонова А. Е., Насатуева Ц. Н. Газогидротермальное турбирование почв как фактор формирования микроповышений // Почвоведение. 2020. №2. С. 133–151. DOI:10.31857/S0032180X20020069.

26. Чернявский М. К., Плюснин А. М., Дорошкевич С. Г., Будаев Р. Ц. Рекреационно-бальнеологические особенности северо-восточной части Баргузинской котловины География и природные ресурсы. 2018. № 2. С. 63–72. DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2018-2