

СОСТОЯНИЕ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ПОВТОРНОГО ВВЕДЕНИЯ В ОБОРОТ

Ю. В. Аксенова, кандидат биологических наук, А.М. Гиндемит, кандидат биологических наук

Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина,
644008, Омск, Институтская пл., 1
E-mail: axsenovajulia@gmail.com

Исследование проводили с целью оценки плодородия почв залежных участков, расположенных в степной зоне, и возможности их повторного введения в пашню. В Черлакском районе Омской области почвенный покров полей представлен черноземно-луговыми, часто засоленными и солонцеватыми почвами, солончаками, солодьями и солонцами. Количество гумуса в черноземно-луговых почвах, содержащих соли глубже 0,5 м, достигало 7,26...5,20 %. В засоленных, солонцеватых, карбонатных почвенных разностях и в солончаках величина этого показателя снижалась до 5,88...1,55 %. В почвенно-поглощающем комплексе почв до 50 % и более приходилось на магний, его количество варьировало от 8,7 до 26,3 ммоль/100 г почвы при содержании кальция от 8,8 до 33,8 ммоль/100 г почвы. Количество натрия не превышало 5 % от суммы обменных катионов, кроме солонцов малонатриевых. В засоленных почвах в составе солей преобладали сульфаты и хлориды натрия. Гумусовый слой почв имел повышенную плотность (1,23...1,37 г/см³) и удовлетворительное структурное состояние. Содержание агрономически ценные фракции составляло 52,7...68,4 %. В Нововаршавском районе участок расположен в зоне действия Сибирской оросительной системы и представлен постирригационной черноземно-луговой почвой. Количество гумуса в почве изменялось от 5,46 до 2,82 %. Гумусовый слой был сильно уплотнен и плохо оструктурен. Среди обменных катионов до 14,4...30,6 ммоль/100 г приходилось на кальций, магний занимал от 3,12 до 12,5 ммоль/100 г, натрия – до 1,2 ммоль/100 г. Легкорастворимые соли в почве залежали с 50...71 см. Степень засоления средний и нижней части профиля изменялась от слабой до очень сильной. Слабое засоление соответствовало содово-сульфатному и сульфатно-содовому типу, среднее, сильное и очень сильное – сульфатному, хлоридному и хлоридно-сульфатному. Повторное введение в пашню рекомендовано для залежного участка, расположенного в Нововаршавском районе, после восстановления физических свойств почвы.

THE STATE OF THE FALLOW LANDS OF THE STEPPE ZONE OF THE OMSK REGION AND THE POSSIBILITY OF THEIR INTRODUCTION INTO AGRICULTURAL CIRCULATION

Aksenova Yu. V., Gindemit A.M.

Omsk State Agrarian University,
644008, Omsk, Institutskaya pl., 1
E-mail: axsenovajulia@gmail.com

Studies were carried out to assess the fertility of soils in fallow areas located in the steppe zone and the possibility of their re-introduction into arable land. In the Cherlak region, the soil cover of the fields is represented by a type of meadow, often saline and salty soils, solonchaks, solonets. Humus content in meadow soils containing salts deeper than 0.5 m reached 7.26–5.20%. In saline, solonetic, carbonate soil differences and in salt marshes, its value decreased to 5.88–1.55%. In the composition of exchange cations, magnesium accounted for up to 50% or more, its amount varied from 8.7 to 26.3 mmol/100 g of soil with calcium content from 8.8 to 33.8 mmol/100 g of soil. The amount of sodium did not exceed 5% of the amount of exchange cations, except for malonatrix corns. In saline soils, sodium sulfates and chlorides dominated the salts, which determined their chloride-sulfate sodium type of salinization. The humus layer of soils had an increased density (1.23–1.37 g/cm³) and a satisfactory structural state. The number of agronomically valuable fractions was 52.7–68.4%. In the Novovarshavsky district, the field is located in the coverage area of the Siberian irrigation system and is represented by post-irrigation meadow soil. The amount of humus in the soil ranged from 5.46 to 2.82%. The humus layer was strongly compacted and had a poor structure. Among the exchange cations up to 14.4–30.6 mmol/100 g were calcium, magnesium occupied from 3.12 to 12.5 mmol/100 g, sodium – up to 1.2 mmol/100 g. Easily soluble salts lay from 50–71 cm. The degree of salinity of the middle and lower parts of the soil profile varied from weak to very strong. Weak salinity corresponded to soda-sulfate and sulfate-soda type, medium, strong and very strong – sulfate, chloride and chloride-sulfate. The secondary introduction into the arable land is recommended for the deposit area located in the Novovarshavsky district after the restoration of the physical properties of the soil.

Ключевые слова: постирригационные земли, залежь, гумус, структурно-агрегатный состав, подвижное органическое вещество, засоление

Key words: post-irrigation lands, grass deposit, humus, structural and aggregate composition, mobile organic matter, salinization

В процессе антропогенного воздействия почвы могут изменяться в направлении либо окультуривания, либо деградации, что отражается на их экономической ценности и производительной способности. Причиной исключения почв из сельскохозяйственного оборота и увеличения площади неиспользуемых земель служит постепенная эволюция ранее плодородных почв в низкопродуктивные. За последние 10 лет площадь земель сельскохозяйственного назначения в Российской Федерации уменьшилась на 17,6 млн га, или на 4,6 %. По данным субъектов Российской Федерации, на 1 января 2021 г. около 19,4 млн га пашни остаются неиспользуемыми [1].

Большое количество невостребованных земельных долей, появившихся в результате реорганизации коллективных предприятий, привело к увеличению площади

неиспользуемых сельхозугодий из-за их выбытия из оборота. Другая причина роста площади залежных земель – неудовлетворительное состояние ранее мелиорированных и малопродуктивных почв, требующих проведения коренного улучшения их свойств и режимов.

В первую очередь из пашни выводили орошаемые массивы вследствие развития в почвах негативных процессов [2, 3, 4]. Орошение – один из мощных антропогенных факторов, влияющих на все элементы агроландшафта: гидрологию, рельеф, почвенный и растительный покров. Направление эволюции почв и ее скорость зависят от качества поливных вод и норм полива, наличия дренажных систем, климата, гидрогеологических условий территории, рельефа, свойств и режимов самих почв.

Табл. 1. Почвенный покров полей, выведенных в залежь

№ ключевого участка на поле	Индекс почвы	Название почвы
Поле №1		
разрез 1	Лч ₁ ^{сн2} _г	черноземно-луговая солонцеватая маломощная малогумусная глинистая
1	Ск _г ^а	солончак луговой хлоридно-сульфатный натриевый поверхностный глинистый
2	Лч ₁ ³ _т	черноземно-луговая маломощная среднегумусная тяжелосуглинистая
3	Ск _г ^а	солончак луговой хлоридно-сульфатный натриевый поверхностный глинистый
4	Лч ₁ ³ _т	черноземно-луговая маломощная среднегумусная тяжелосуглинистая
5	Лч ₁ ^{сн1} _г	черноземно-луговая солончаковая маломощная слабогумусированная глинистая
6	Лч ₁ ^{сн2} _г	черноземно-луговая солончаковая маломощная малогумусная глинистая
7	Сд _{л1} ³ _г	солодь луговая мелкодерновая многогумусная глинистая
8	Ск _т ^а	солончак вторичный хлоридно-сульфатный натриевый поверхностный тяжелосуглинистый
9	Лч ₁ ^{сн1} _т	луговая солончаковая карбонатная маломощная слабогумусированная тяжелосуглинистая
10	Лч ₁ ^{сн1} _т	черноземно-луговая солонцеватая маломощная слабогумусированная тяжелосуглинистая
11	Сд _{л2} ¹ _г	солодь луговая остаточно-солонцеватая среднедерновая малогумусная глинистая
12	Сд _{л3} ³ _г	солодь луговая остаточно-солонцеватая глубокодерновая многогумусная глинистая
13	Ск _т ^а	солончак луговой сульфатный кальциево-натриевый поверхностный тяжелосуглинистый
Поле №2		
разрез 2	Лч ₁ ² _г	черноземно-луговая маломощная малогумусная глинистая
1	Сн _{чл} ^{осзе} _г	солонец черноземно-луговой хлоридно-сульфатный натриевый осолоделый средний малонатриевый столбчатый глинистый
2	Ск _г ^а	солончак луговой поверхностный сульфатно-хлоридный натриевый глинистый
3	Лч ₁ ³ _г	черноземно-луговая маломощная среднегумусная глинистая
4	Сн _{чл} ^{2с} _г	солонец черноземно-луговой хлоридно-сульфатный натриевый мелкий малонатриевый столбчатый глинистый
5	Лч ₁ ² _г	черноземно-луговая маломощная малогумусная глинистая
6	Лч ₂ ^{сн3} _г	черноземно-луговая солончаковая среднемогущая среднегумусная глинистая
7	Ск _г ^а	солончак луговой поверхностный сульфатно-хлоридный натриевый глинистый
8	Лч ₁ ³ _г	черноземно-луговая маломощная среднегумусная глинистая

Регулярный мониторинг и оценка эколого-мелиоративного и культуртехнического состояния почв необходимы на сельскохозяйственных угодьях, которые подвергают сильному воздействию антропогенных факторов, вызывающих глубокие изменения в почвах. Наиболее быстро трансформация и эволюция почв, часто в низкопродуктивные, протекает под влиянием орошения, вследствие активизации процессов разрушения, синтеза, миграции и аккумуляции различных соединений. Причиной снижения плодородия почв и служит неправильное применение орошения, несвоевременное выявление и предотвращение процессов деградации, которые проявляются в виде вторичного засоления, осолонцевания, переувлажнения и др.

В связи с отсутствием ирригационно-мелиоративного мониторинга, который направлен на оценку состояния орошаемых земель, эффективности мелиоративных мероприятий, достоверности почвенно-мелиоративных прогнозов и расчетов, масштабы развития многих деградационных процессов и площади ранее орошаемых почв, которые выведены в залежное состояние, неизвестны. С прекращением орошения условия развития почв менялись, но имеются лишь немногочисленные сведения по трансформации их свойств и режимов в постирригационный период [5, 6, 7].

На сегодняшний день во многих областях и регионах России в залежь выведены значительные площади ранее орошаемой пашни в связи с отсутствием возможности восстановления почвенного плодородия и рентабельного использования таких участков. Поэтому в соответствии с «Государственной программой эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации» проблема повторного введения ранее мелиорированных территорий в сельскохозяйственный оборот и расширения площади пашни остается актуальной.

Цель исследований – провести оценку современного культуртехнического и эколого-мелиоративного состояния залежных полей и установить возможность их повторного использования в сельском хозяйстве.

Методика. Работу выполняли в 2021–2022 гг. на залежных участках хозяйств, расположенных в степной зоне Омской области, для определения возможности расширения площади пашни и кормовой базы. Почвенный покров полей представлен мелиорированными почвами с признаками постирригационных и постагрогенных изменений свойств.

Хозяйство, расположенное в Черлакском районе, специализируется на производстве зерновых культур. С целью расширения площади пашни было обследо-

вано два поля, расположенных вблизи озера Ульжай. Минерализация воды в озере изменяется от 50,4 до 63 г/л, тип засоления хлоридный натриево-магниевый. В составе солей 74,7 % составляет хлористый натрий, 15,7 % сульфат магния и 8...9 % хлористый магний. Присутствует незначительное количество (около 0,5 %) сульфата и бикарбоната кальция. Поля выведены в залежь в течение 24 лет. Растительность разнотравно-злаково-полынная с доминированием типчака и полыни селитряной на засоленных и солонцеватых почвенных разностях.

Площадь поля №1 составляла 400 га, поля №2 – 232,8 га. На ключевых участках полей были заложены: разрез 1 (54°38'72.7" с. ш., 75°25'08.5" в. д., высота над уровнем моря 96 м) и 13 прикопок; разрез 2 (54°27'89.8" с. ш., 75°08'40.7" в. д., высота над уровнем моря 100 м) и 8 прикопок. Прикопки заложены на глубину 50...60 см. Почвенный покров полей представлен почвами гидроморфного ряда с признаками грунтового переувлажнения в средней и нижней части профиля, а также солонцеватыми и часто засоленными в первом 0,5 м слое (табл. 1).

В Нововаршавском районе обследование проведено на 490 га неиспользуемой в сельском хозяйстве пашни. Хозяйство имеет животноводческую специализацию и нуждается в расширении кормовой базы. Залежный участок расположен в зоне действия Сибирской оросительной системы (ОС), введенной в эксплуатацию в 1990 г. Обслуживаемая площадь составляет 1,083 тыс. га. В современных условиях она функционирует частично в связи с неисправностью гидротехнических сооружений. По данным ФГБУ «Управление «Омскмелиоводхоз», в 2021 г. было полито 0,5 тыс. га, 0,583 тыс. га не орошали по причине неисправности гидромелиоративных сооружений и неудовлетворительного мелиоративного состояния земель.

Для характеристики почвенного покрова постирригационного залежного участка были заложены разрез (53°96'61.6" с. ш., 74°80'61.8" в. д., высота над уровнем моря 94 м) и 8 прикопок на глубину 60...80 см, с последующим добуриванием до 160...170 см. Буровые скважины закладывали через каждые 20 см для определения наличия и глубины залегания легкорастворимых солей и признаков грунтового переувлажнения.

Исследования проводили в три этапа. В подготовительный период была изучена информация, полученная с космических летательных аппаратов, в соответствие с которой были выбраны ключевые участки.

В полевой период проведена оценка текущего состояния почвенного покрова полей, выявлены действующие деградационные процессы. На ключевых участках были заложены разрезы, прикопки и буровые скважины с подробным морфологическим описанием извлеченного почвенного материала и наблюдаемых признаков, проведен отбор почвенных проб для лабораторных исследований. Географические координаты точек опробования фиксировали с использованием навигационного приемника GPS.

Оценка почвенного плодородия залежных полей и выявление видов деградаций были выполнены по результатам аналитических исследований.

Для характеристики физических свойств почв и выявления физической деградации определяли плотность сложения – по методу Н.А. Качинского и структурный и агрегатный состав – по методу Саввинова (сухой рассев).

Характеристику физико-химических свойств почв проводили по таким показателям, как pH солевой суспензии – потенциометрическим методом (ГОСТ

27979-88); pH водной суспензии – потенциометрическим методом; содержание обменных катионов кальция и магния – титриметрическим методом, натрия – методом пламенной фотометрии; легкорастворимых солей – по ГОСТ 26423-85, 26424-85, 26425-85, 26426-85, 26427-85, 26428-85; тип и степень засоления почв, качественный состав солей – расчетным методом.

С целью характеристика химических свойств почвы и выявления химической деградации определяли содержание гумуса – по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова и подвижных гумусовых кислот – извлечение 0,1 н NaOH.

В камеральный период на основе данных, полученных при полевом и лабораторном исследованиях, проведено уточнение классификационной принадлежности почв, обоснована целесообразность повторного введения залежных участков в сельскохозяйственный оборот и разработаны предложения по их дальнейшему использованию.

Результаты и обсуждение. Почвенный покров полей, выведенных в залежь, на территории Черлакского

Табл. 2. Содержание гумуса и подвижных гумусовых веществ в почвах залежного поля №1 Черлакского района

Ключевой участок на поле	Горизонт	Гумус, %	ПОВ, мг/кг
Лч ₁ ^{сн2} _г	A	5,26	2547
	AB	4,20	1765
Ск _г ^с	Ac	4,98	1762
	ABc	3,71	1515
Лч ₁ ³ _г	A	7,26	9324
	AB	6,20	5828
Ск _г ^с	Ac	2,86	2195
	ABc	3,34	3164
Лч ₁ ³ _г	A	7,10	5232
	AB	5,24	5559
Лч ₁ ^{сн1} _г	A	3,23	2997
	ABc	2,81	1422
Лч ₁ ^{сн2} _г	A	4,40	1546
	ABc	3,60	1515
Сд ₁ ³ _г	A ₁	5,24	11322
	A ₂	1,24	2165
Ск _г ^с	A ₁ c	5,88	7659
	A ₁ A ₂ c	4,00	12820
Лч ₁ ^{снк1} _г	Ак	3,55	1329
	ABc,к	1,55	464
Лч ₁ ^{сн1} _г	A	3,97	2997
	AB	4,45	1762
Сд ₂ ¹ _г	A ₀ A ₁	не опр.*	не опр.
	A ₂	0,93	216
Сд ₃ ³ _г	A ₁	10,65	9158
	A ₂	1,24	1020
Ск _г ^с	Ac	4,50	247
	ABc	3,49	495

*не опр. – не определяли

района представлен низкопродуктивными почвами. Особенность территории – наличие засоленных и солонцеватых почвенных разностей с признаками грунтового переувлажнения. Морфологически выраженные признаки оглеенности профиля начинались с 40...50 см и усиливались с глубиной. Уровень грунтовых вод в этих почвах не постоянный и во многом зависит от цикличности сухих и влажных лет, сезона года и варьирует в пределах ± 1...2 м. В сухие периоды почвы развиваются в гидротермических условиях, близких к степному почвообразованию, во влажные – по подтипу луговых и типу лугово-болотных почв.

Мощность гумусового слоя в почвах обследованных полей варьировала от 3 до 45 см. Минимальной (от 3 до 20 см) она была в солоди луговой мелко- и среднедерновой, солонцах мелких и средних и солончаках луговых. В черноземно-луговых почвах величина этого показателя достигала 28...45 см.

Содержание гумуса в почвах поля №1 изменялось от низкого и ниже среднего [8] в верхней части гумусового слоя (горизонты А и А₁), до низкого и малого в нижней (горизонт АВ), несмотря на длительное (24 года) пребывание под многолетней травянистой растительностью (табл. 2). Средний уровень содержания гумуса имели черноземно-луговые почвы с наличием легкорастворимых солей и карбонатов глубже 0,4...0,5 м. Количество гумуса в почвах поля №2 установилось на среднем и ниже среднего уровне, менее гумусированными были солончаки (табл. 3).

Накопление и сохранение консервативной части гумуса зависит от количества лабильных гумусовых веществ, которые образуются в результате разложения и гумификации остатков растительного и животного происхождения, выделения корневыми системами растений и почвенной биотой продуктов метаболизма и автолиза. Входящие в эту группу соединения не только формиру-

ют эффективное плодородие почв, но и используются живыми организмами в качестве источника элементов питания, принимают участие в образовании водоустойчивой структуры. В наибольшей степени лабильными гумусовыми веществами (ЛГВ) обогащены целинные почвы, в наименьшей – почвы пашни, так как под влиянием длительного сельскохозяйственного использования значительная их часть минерализуется [9].

Высокое содержание подвижных органических веществ (ПОВ), входящих в состав ЛГВ, в нашем исследовании установлено в черноземно-луговых почвах, не солонцеватых и не содержащих соли в гумусовом горизонте. В солончаковых и солонцеватых почвенных разностях их количество снижалось до среднего уровня, в солончаках – до низкого. В солодах луговых и в солончаке вторичном, сформировавшемся из солоди луговой, высокое содержание ПОВ может быть связано как с ослаблением прочности связи гумусовых кислот с минеральной частью почвы и переходом их в подвижное состояние, так и с недостаточным количеством обменного кальция для закрепления новообразованных гумусовых веществ в форме кальциевых солей.

Результаты химического анализа водных вытяжек из почв поля №1, свидетельствуют, что часть черноземно-луговых почв в пределах 0,5 м не засолена, так как сумма солей не превышает 0,03 %. В солончаковых почвенных разностях величина этого показателя возрастала до 0,36...0,67 %. Наибольшее количество солей в почвах поля залегало в слое 20...70 см. В их составе преобладали сульфаты и хлориды натрия, что определило хлоридно-сульфатный натриевый тип засоления. Например, в черноземно-луговой солончаковой почве слой 0...20 см имел слабую степень засоления, из токсичных солей, оказывающих угнетающее действие на растения, присутствовали бикарбонаты натрия и магния, определяя хлоридно-содовый натриевый тип засоления.

Табл. 3. Содержание гумуса и подвижных гумусовых веществ в почвах залежного поля №2 Черлакского района

Ключевой участок на поле	Горизонт	Гумус, %	ПОВ, мг/кг
Лч ₁ ² _г	А	4,08	4741
	АВ	4,4	1063
Сн _{ал} ^{осзс} _г	А ₁	4,4	7194
	А ₁ А ₂	3,87	7031
Ск _г ^а	Ас	4,61	1609
	АВс	4,61	1852
Лч ₁ ³ _г	А	6,41	4578
	АВ	3,65	5886
Сн _{ал} ^{2с} _г	А ₁	4,61	5232
	В ₁	4,61	5559
Лч ₁ ² _г	А	5,73	7031
	АВ	5,2	6213
Лч ₂ ^{св3} _г	Ас	8,58	8012
	АВс	4,66	5232
Ск _г ^а	Ас	3,29	1579
	АВс	2,12	941
Лч ₁ ³ _г	А	6,14	5559
	АВ	6,67	5886

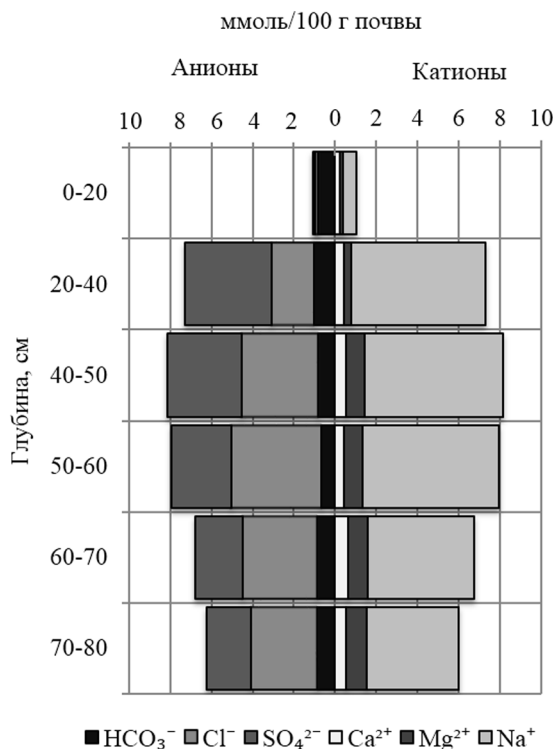


Рис. 1. Солевой профиль черноземно-луговой солончаковой почвы.

Вниз по профилю почвы увеличилось содержание нейтральных солей, прежде всего, сульфатов и хлоридов натрия, и тип засоления по анионному составу перешел в хлоридно-сульфатный и сульфатно-хлоридный с участием соды (рис. 1).

Реакция среды в гумусовом слое черноземно-луговых почв изменялась от нейтральной до сильнощелочной (рН 6,0...9,5). Щелочность связана с наличием карбонатов и обменного натрия в солонцеватых горизонтах почв. Количество обменного кальция (18,1...30,6 ммоль/100 г почвы) и магния (17,0...26,3 ммоль/100 г почвы) в гумусовом слое было очень высокое и высокое. Содержание обменного натрия не превышало 0,7...2,1 ммоль/100 г почвы (3,1...3,9 % от суммы катионов), кроме солонцеватых почвенных разностей, в которых оно достигало 6,2 ммоль/100 г почвы, или 12,4 % от суммы обменных катионов.

В солончаках соли содержались по всему профилю с максимальной аккумуляцией (сумма солей 1,48...3,62 %) в слое 20...50 см (рис. 2). Преобладающий тип засоления – хлоридно-сульфатный натриевый, реже – сульфатный кальциево-натриевый. Реакция среды была слабо- и сильнощелочной (рН 8,0...8,7) и связана с наличием карбонатов по всему профилю солончаков.

В гумусовом слое (горизонт A₁) солодей луговых наблюдалось повышенное количество обменного кальция

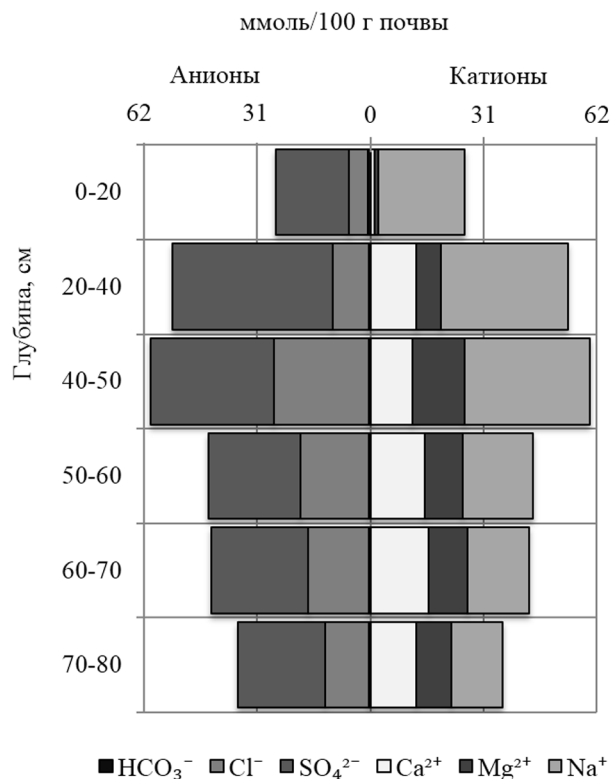


Рис. 2. Солевой профиль солончака вторичного хлоридно-сульфатного натриевого поверхностного.

и очень высокое – магния: соответственно 8,8...12,5 и 8,8...17,5 ммоль/100 г почвы. Реакция среды находилась в нейтральном интервале (рН 5,9...7,3).

Черноземно-луговые почвы, выделенные на поле №2, на глубине 0,4...0,5 м были не засолены, сумма солей в этой части профиля изменялась от 0,03 до 0,14 %, но их качественный состав свидетельствовал о хлоридно-содовом, хлоридном и сульфатном типе засоления по анионному составу и натриевому – по катионному. В

солонце черноземно-луговом типе засоления по профилю менялся с содово-хлоридного на хлоридно-сульфатный натриевый. Солончаки имели нейтральный тип засоления (сульфатно-хлоридный натриевый с переходом в хлоридно-сульфатный магниево-натриевый) в слое 0...60 см, сумма солей увеличивалась с 0,86...1,13 % в горизонте А до 1,70...2,61 % в горизонте В₁.

Во всех почвах, выделенных в пределах поля №2, содержание обменного кальция в гумусовом слое составляло 17,5...33,8 ммоль/100 г почвы, магния – 3,2...21,3 ммоль/100 г почвы и соответствовало высокому и очень высокому уровню. Количество натрия не превышало 4,0 % (0,5...1,17 ммоль/100 г почвы) от суммы обменных катионов, за исключением солонца черноземно-лугового малонатриевого (10,9 % натрия в горизонте В₁). Реакция среды была нейтральной (рН 5,8...7,2), за исключением солонцового горизонта и горизонтов, содержащих карбонаты, в которых величина рН переходила в щелочной интервал – 7,7...8,3.

Физические свойства проанализированы для черноземно-луговых почв полей №1 (по 7 ключевым участкам) и №2 (по 5 ключевым участкам) как наиболее пригодных под пашню. Верхние 10-и см слой почвы были уплотнены, плотность сложения составляла 1,23...1,28 г/см³, сильное уплотнение (1,30...1,37 г/см³) отмечено в слое 10...20 и 20...30 см и только на глубине 30...40 см плотность соответствовала типичной для подпахотного горизонта (1,44...1,59 г/см³). В агрегатном составе почв агрономически ценные фракции (10,0...0,25 мм) занимали от 61,1 до 66,1 % в горизонте А и 52,7...68,4 % в горизонте АВ, что ниже оптимального уровня (70 %) на 3,9...9,9 % и 2,6...17,3 % соответственно. Структурное состояние ухудшалось повышенное количество глыбистой фракции (> 10 мм), на долю которой приходилось от 32,8...36,7 % в верхней части гумусового слоя (горизонт А) до 30,2...39,0 % в его нижней части (горизонт АВ). В целом структурное состояние оценивали как хорошее и удовлетворительное, коэффициент структурности изменялся от 1,1 до 2,2.

По результатам проведенных полевых и лабораторных исследований сделано заключение о возможности использования полей №1 и 2 под кормовую базу, так как большая часть черноземно-луговых почв содержит соли в корнеобитаемой части почвы (0...40 см) и залегают совместно с солончаками и солодями. Эти почвы к распашке не рекомендуются по причине их сильного засоления и маленькой мощности гумусового горизонта, не достаточной для создания пахотного слоя. Кроме того, возделывание соле- и солонцестойчивых культур на засоленных почвах сопровождается снижением урожайности до 25...50 % [9].

Культуртехническое состояние полей удовлетворительное, наблюдалась слабая закороченность низкими и средними кочками землистого происхождения. Заращение древесной и кустарниковой растительностью отсутствовало.

Почвенный покров залежного участка на территории Сибирской ОС, расположенной в Нововаршавском районе представлен черноземно-луговой почвой. Ранее это были орошаемые выводные поля многолетних трав. В современных условиях уход за травами не осуществляется, растительный покров разрежен и представлен разнотравьем и злаками. Растением-эпифитом выступает кострец безостый, занимающий 70...75 % среди растительного сообщества залежи. Учет надземной массы растений свидетельствовал о низкой урожайности, которая варьировала от 0,47 до 0,73 т/га абсолютно сухого вещества.

Верхний 5-и см слой почвы распылен, почвенная масса перевивается ветром с последующим переотложением в виде золых наносов и образованием специфических форм нанорельефа – бугорков. Следствием дефляции стало изменение мощности горизонта A' в пределах обследованной площади полей от 1 до 5 см. Мощность гумусового слоя почвы ($A'+A''$) изменялась от 19 до 48 см и на большей части полей составляла 21 см, что характеризовало почву как очень маломощную. Нижележащий горизонт A'' был сильно уплотнен и имел неблагоприятное структурное состояние на всей обследованной территории. Плотность в горизонте A' не определяли в связи с сильной его распыленностью и малой мощностью. Структурное состояние горизонта оценено как удовлетворительное, так как количество агрономически ценных фракций составляло 52,1...64,1%, а фракция пыли среди агрегатов занимала от 27,2 до 43,0%.

В горизонте A'' плотность сложения почвы на обследованной территории изменялась от 1,23 до 1,35 г/см³ и соответствовала уплотненной и сильно уплотненной. Структурное состояние горизонты плохое, так как коэффициент структурности был очень низкий (0,1 до 0,5) из-за небольшой доли агрономически ценных агрегатов – от 6,63 до 34,7%. Это служит признаком физической деградации гумусового слоя почвы.

При описании морфологических особенностей и определении последствий орошения выявлено ирригационное окарбоначивание средней части профиля почвы. Развитие этого процесса связано с дополнительным увлажнением, которое привело к мобилизации кальцита, содержащегося в почвообразующей породе и подтягиванию в межполивной период растворов в верхние горизонты почвы.

Содержание гумуса в горизонтах A' и A'' в пределах обследованной площади полей варьировало от низкого до ниже среднего и изменялось от 3,13...5,46% до 2,81...5,19% соответственно. Количество ПОВ в горизонте A' составляло от 3659 до 1549 мг/кг почвы, что оценивалось как низкое и среднее содержание, в горизонте A'' оно варьировало от очень низкого до высокого и изменялось от 894 до 4045 мг/кг. Содержание гумуса на таком уровне свидетельствует о частичной утрате почвой инертной части органического вещества вследствие эрозионного выноса почвенных частиц и перемешивания гумусового слоя с нижележащим менее гумусированным горизонтом, а также о потере трансформируемого органического вещества в результате его биологической минерализации [10]. При уменьшении его содержания ниже минимальной величины (для почв черноземного ряда 3%) восполнение органического вещества очень затруднено [11].

Реакция среды в гумусовом слое черноземно-луговой почвы варьировала в диапазоне от 6,55 до 7,30 ед. и соответствовала близкой к нейтральной и нейтральной. В средней и нижней части профиля она переходила в щелочной и сильнощелочной интервал, в связи с наличием карбонатов в почвенной массе. Максимальную аккумуляцию карбонатов и соответственно сильнощелочную реакцию среды (рН > 8,6 ед.) наблюдали в подпахотном слое в среднем на глубине 22...87 см и в нижней части профиля на глубине 127...194 см. Распределение карбонатов по профилю почвы связано с гидротермическими условиями и изменениями капиллярной каймы грунтовых вод по сезонам года.

При небольшом содержании гумуса и мощности гумусово-аккумулятивных горизонтов почвенно-поглощающий комплекс (ППК) отличался высокой

насыщенностью обменными катионами. Обменные катионы относительно равномерно распределялись по всему гумусовому слою, при тенденции к увеличению в горизонте A'' . Гумусовый горизонт характеризовался повышенным, высоким и очень высоким содержанием обменно-поглощенного кальция (14,4...30,6 ммоль/100 г), его однородным распределением в верхнем горизонте, либо небольшим увеличением в горизонте A'' и B_1 . Отсутствие уменьшения содержания катиона в верхней части профиля объясняется влиянием близкого залегания карбонатов. Наличие обменного магния в поглощающем комплексе гумусового слоя почвы на обследованной территории было высокое и очень высокое и изменялось от 3,12 до 12,5 ммоль/100 г, что свидетельствует о неблагоприятном соотношении кальция и магния.

Соотношение этих катионов для почв черноземного ряда, рассматриваемое как оптимальное, составляет 5:1, а при усилении гидроморфизма оно сужается. Как правило, лугово-черноземные и луговые почвы отличаются от черноземов большей насыщенностью ППК магнием, что и отмечено для почв залежного участка. В почвах степной зоны содержание магния, по сравнению с почвами лесостепи, увеличивается, что было показано для черноземов юга Западной Сибири К.П. Горшениным и расценивалось им как реликт предшествующих стадий почвообразования, связанных с засолением, осолонцеванием и гидроморфизмом. Увеличение количества магния в ППК постирригационных почв может быть следствием раннего орошения. Неблагоприятное соотношение катионов кальция и магния в почве рассматривается как одна из причин ее неудовлетворительного структурного состояния.

Меньшую долю среди всех катионов занимал натрий (1,06...3,65%), что свидетельствует об отсутствии солонцеватости почвы. Его количество в гумусовом горизонте не превышало 1 ммоль/100 г почвы, а в горизонте B_1 увеличивалось в 1,1...2,1 раза.

В результате исследований было выявлено развитие процесса засоления в нижней части профиля почвы и почвообразующей породы. Степень засоления изменялась от слабой до сильной и очень сильной. При этом лабое засоление чаще всего соответствовало содовому-сульфатному и сульфатно-содовому типам, среднее, сильное и очень сильное – сульфатному, хлоридному и хлоридно-сульфатному. Количество солей и их распределение по профилю почвы зависело от гранулометрического состава. В супесчаных, легкосуглинистых и среднесуглинистых горизонтах сумма солей была меньше, чем в тяжелосуглинистых и глинистых. Для обследованной части солевого профиля характерна смена химизма солей по анионному и катионному составу в зависимости от глубины и растворимости. Гидрокарбонат-ионы присутствовали в количестве от 0,55 до 2,0 ммоль/100 г. Нормальная сода появлялась глубже 1 м (0,1...0,25 ммоль CO_3^{2-} /100 г), а ее следы – с 0,5 м. При нейтральном типе засоления содержание токсичных хлорид-ионов достигало 1,42...10,6 ммоль/100 г, сульфат-ионов, связанных с натрием и магнием, – 3,99...16,6 ммоль/100 г.

Распределение солей по профилю черноземно-луговой почвы было неравномерным. Максимальная их аккумуляция установлена в средней (72...92 см) и нижней (126...146 см) части почвенного профиля. По глубине залегания солевого горизонта были выделены солончакватые, глубокосолончакватые и глубокозасоленные почвенные разности. В солончакватой почве очень сильная и сильная степень засоления наблюдалась в слое 87...127 см, слои 67...87 и 127...167 см были

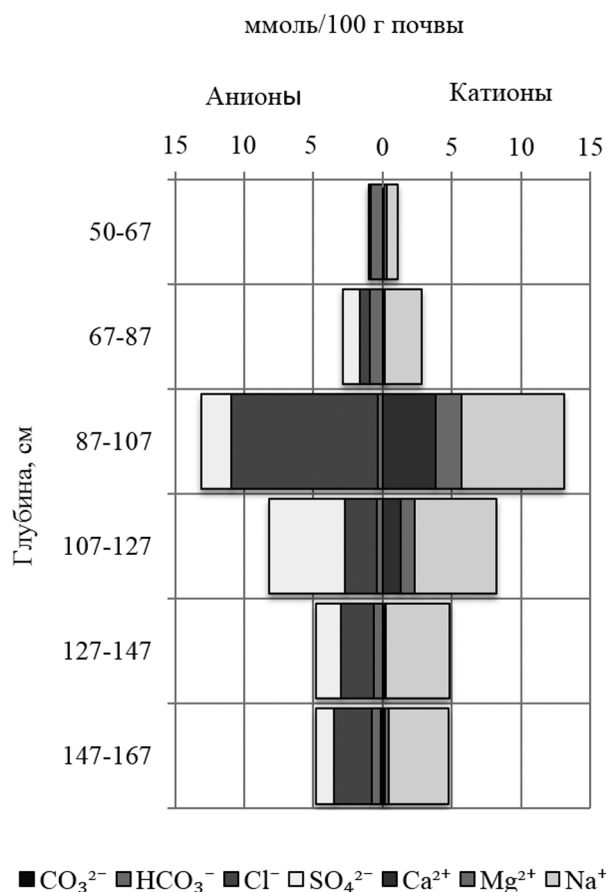


Рис. 3. Солевой профиль черноземно-луговой солончаковатой почвы.

слабо засолены (рис. 3). В составе солей преобладали хлориды и сульфаты натрия, создавая хлоридный и хлоридно-сульфатный тип засоления. В слое 50...87 см в небольших количествах присутствовали щелочные соли, бикарбонаты магния и натрия, определяя хлоридно-содовый и содово-сульфатный натриевый. В аналогичных почвенных разностях наблюдалось преобладание сульфатов над хлоридами, вследствие чего тип засоления по анионному составу менялся на содово-сульфатный. В глубокозасоленной почве степень засоления менялась по слоям от слабой до сильной, а тип засоления – с сульфатного магниево-кальциевого на содово-сульфатный натриевый с появлением в составе солей карбонатов и бикарбонатов натрия (рис. 4).

Тип засоления почвы в разных точках опробования в пределах обследованной территории изменялся от сульфатного, сульфатно-хлоридного и хлоридного до содово-сульфатного и сульфатно-содового. Широкое варьирование по глубине залегания солей, типу и степени засоления почвы на обследованной территории обусловлено динамикой уровня грунтовых вод и капиллярной каймы, микрорельефом, особенностями состава и строения почвообразующих пород. Почва на большей части обследованной территории засолена в нижней части профиля и в породе, поэтому при использовании участка в богарных условиях или при создании дренажа угрозы засоления корнеобитаемого слоя не будет.

Угодья на обследованной территории можно использовать под пашню после восстановления физических свойств почвы. Для прекращения дальнейшего развития физической и химической деградации и охраны по-

чвенного покрова территории целесообразно провести перезалужение участка многолетними травами.

Культуртехническое состояние поля хорошее, заочкаренность и залесенность на участке отсутствовали.

Таким образом, неиспользуемые в сельскохозяйственном производстве поля, расположенные на территории Черлакского района представлены почвами низкого уровня плодородия, большая часть которых засолена и не имеет достаточной мощности гумусового горизонта для создания пахотного слоя. В связи с близким расположением полей с соленым озером Ульжай можно предположить, что процессы засоления и осолонцевания могут прогрессировать, поэтому целесообразно эту территорию использовать как естественную кормовую базу.

На залежном участке, расположенном в пределах Сибирской ОС Нововаршавского района, установлено активное развитие процессов дефляции, дегумификации и физической деградации гумусового слоя почвы. С учетом животноводческой специализации хозяйства и необходимости защиты почвенного покрова от развития негативных процессов его целесообразно использовать под культурный сенокос до восстановления показателей физических свойств почв до оптимального уровня. Для восстановления структуры и разуплотнения почвенной массы в гумусовом слое, повышения содержания гумуса, а также защиты почвы от дефляции необходимо провести перезалужение участка. Для создания сенокоса с густым и продуктивным травостоем рекомендован посев многолетних злаково-бобовых трав. После восстановления физических свойств почвы участок можно использовать под пашню в почвозащитных севооборотах.

Орошение территории не рекомендуется с целью предотвращения развития вторичного засоления в верх-

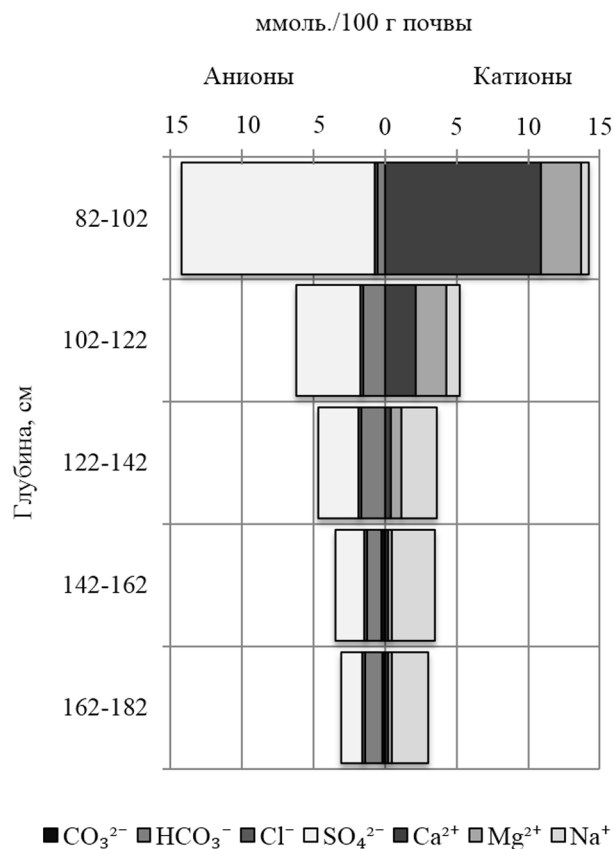


Рис. 4. Солевой профиль черноземно-луговой глубокосолончаковатой почвы.

нем 0,5 м слое почвы. Повторное обводнение засоленных почвогрунтов на фоне отсутствия дренажа приведет к дальнейшему поднятию к дневной поверхности легко-растворимых солей, залегающих с 0,5...1,0 м, и засолению корнеобитаемого слоя и как следствие к эволюции почвы в солончаковую или солончак луговой.

Литература.

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 27.10.2021 г. № 1832 «О внесении изменений в Государственную программу эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации». URL: <https://docs.cntd.ru/document/603604725> (дата обращения: 11.11.2022).
2. Почвенно-агрохимическая характеристика Светлоярского орошаемого участка в Волгоградской области / И. Н. Горохова, Т. Н. Авдеева, Е. И. Панкова и др. // *Аридные экосистемы*. 2019. Т. 25. № 1 (78). С. 49–60. doi: 10.24411/1993-3916-2019-10044.
3. Сайб Е.А., Шапорина Н.А. Современное состояние и перспективы орошаемого земледелия юга Западной Сибири // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2019. № 4. С. 177–183.
4. Gorokhova I.N., Khitrov N.B., Kravchenko E.I. Changes in soil salinity at the Chervlenoe irrigation massive (Volgograd oblast) in a quarter of century // *Eurasian Soil Science*. 2020. Т. 53. № 4. С. 494–502. doi: 10.1134/s1064229320040067.
5. Хитров Н.Б., Горохова И.Н., Кравченко Е.И. Комбинация засоленных почв северного склона возвышенности Ергени после прекращения орошения // *Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева*. 2019. № 97. С. 52–90. doi: 10.19047/0136-1694-2019-97-52-90
6. Changes in the carbonate status of chernozems of Azov region upon their conversion from cropland to long-term fallow / A. M. Bulysheva, V. A. Rusakov, A. G. Ryumin, et al. // *Eurasian Soil Science*. 2020. Vol. 53. № 8. С. 1182–1194. doi: 10.1134/s1064229320080025.
7. Khitrov N.B., Rogovneva L.V. Five-year-long change in the salinity of soils and sediments on rice fields of the Karkinit lowland after cessation of irrigation // *Eurasian Soil Science*. 2021. Т. 54. № 1. С. 135–149. doi: 10.1134/s106422932101004x.
8. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Розанова М.С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов // *Почвоведение*. 2004. № 8. С. 918–926.
9. Трофимов И.Т. Засоленные почвы Алтайского края, их мелиорация и пути сельскохозяйственного использования: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Новосибирск, 1990. 41 с.
10. Мамонтов В.Г., Родионова Л.П., Бруевич О.М. Уровни содержания лабильных гумусовых веществ в пахотных почвах // *Известия ТСХА*. 2009. № 4. С. 121–123.
11. Козут Б.М. Оценка содержания гумуса в пахотных почвах России // *Почвоведение*. 2012. №9. С. 944–952.

Поступила в редакцию 09.08.2022
 После доработки 21.09.2022
 Принята к публикации 01.11.2022