

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ НА ПОСТИРРИГАЦИОННЫХ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ С НИМИ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЛЯХ ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Ю. В. Аксенова, А. М. Гиндемит

*Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина,
644008, г. Омск, ул. Институтская площадь, 1,
E-mail: yuv.aksenova@omgau.org**Поступила в редакцию 25.12.2022, принята к печати 13.03.2023*

Проведены анализ и оценка современного состояния постирригационных серых лесных грунтово-глееватых, черноземно-луговых и лугово-черноземных почв на залежных землях Новотроицкой и Красноярской оросительных систем Омской области. Почвы характеризовались высоким содержанием гумуса, которое достигало 5,49–7,25% в горизонтах А и А₁, а в горизонтах АВ и А₁А₂ снижалось до 2,09–5,63%. Реакция среды находилась в интервале от слабокислой до нейтральной. Почвенно-поглощающий комплекс на 60–80% насыщен обменным кальцием, на 10–30% – обменным магнием, на долю натрия приходится от 0,9 до 5,2%. Плотность сложения почв в гумусовом слое варьировалась от 1,08 до 1,33 г см⁻³, уплотнение наблюдалось в горизонтах АВ и А₁А₂. Структурное состояние почв оценивалось как хорошее, количество агрономически ценных агрегатов составляло 60–80%, содержание глыбистой фракции на некоторых полях превышало оптимальный уровень, достигая 33–36%. В горизонтах А и А₁ агрегаты обладали отличной и хорошей устойчивостью к размывающему действию воды, в горизонтах АВ и А₁А₂ водоустойчивость снижалась до плохой и неудовлетворительной. Почвы не содержат легкорастворимых солей, но подвержены временному переувлажнению и возникновению анаэробных условий во влажные годы, о чем свидетельствовало наличие закисных соединений железа на глубине 68–83 см. Поля, находящиеся в залежи, можно использовать под пашню после проведения агротехнических мероприятий, выбора оптимальных способов, сроков обработки и подбора культур. Поле, расположенное на склоне крутизной от 3,2 до 5,6°, целесообразно использовать под культурный сенокос.

Ключевые слова: органическое вещество, плотность сложения, агрегатный состав, орошение, постирригационные почвы.

CURRENT STATE OF SOILS ON POST-IRRIGATION AND ADJACENT FALLOW LANDS OF OMSK PRE-IRTYSH REGION AND POSSIBILITY OF THEIR USE IN AGRICULTURE

Yu. V. Akseonova, A. M. Gindemit

*Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin
1, Institutsкая ploshchad St., Omsk, 644008
E-mail: yuv.aksenova@omgau.org*

The analysis and assessment of the current state of a post-irrigation gray forest gleyic soil, as well as chernozem-meadow and meadow-chernozem soils from fallow lands of the Novotroitsk and Krasnoyarsk irrigation areas of the Omsk region were carried out. The soils were characterized by high humus content, which reached 5.49–7.25% in the A and A₁ horizons, and decreased to 2.09–5.63% in the AB and A₁A₂ horizons. The soils, according to the pH values, were in the range from slightly acidic to neutral. The soils absorbing complex was saturated with exchangeable calcium up to 60–80%, with exchangeable magnesium up to 10–30% and with a share of sodium from 0.9 to 5.2%. The bulk density of the soils varied from 1.08 to 1.33 g cm⁻³ in the humus layer, with higher numbers in AB and A₁A₂ horizons. The structural state of the soils was assessed as good, the content of agronomically valuable aggregates varied from 60 to 80%, the content of aggregate lumpy fraction in some soils exceeded the optimal level, reaching 33–36%. The aggregates had excellent and good resistance to the erosive action of water in A and A₁ horizons, while in AB and A₁A₂ horizons the aggregate water resistance decreased too poor and unsatisfactory. The soils did not contain readily soluble salts, but were subject to temporary waterlogging and occurrence of anaerobic conditions in wet years, as evidenced by the presence of iron ferrous compounds at the depth of 68–83 cm. The studied fallow lands can be used for arable agriculture after carrying out agrotechnical measures, choosing the optimal methods and terms of tillage, and crop selection. A field located on a slope with a steepness of 3.2 to 5.6° should be used for cultivated haymaking.

Keywords: organic matter, bulk density, aggregate composition, irrigation, post-irrigation soils.

ВВЕДЕНИЕ

Увеличение производства сельскохозяйственной продукции зависит от интенсивности использования находящихся в обороте земель сельскохозяйственного назначения. Высокие антропогенные нагрузки на агроландшафты, приводящие к утрате почвенного плодородия, обуславливают необходимость регулярного проведения мероприятий по его сохранению и воспроизводству, а также вовлечения в оборот неиспользуемых или используемых не по целевому назначению земель. Часть неиспользуемых земель представлена ранее мелиорированными почвами разной степени деградации, прежде всего – вторично засоленными (Зинченко и др., 2020).

Интенсивное орошение земель, проводившееся в России с 1970 по 1990 гг. (Мелиоративный комплекс..., 2020), сопровождалось изменением условий почвообразования и характера миграционных процессов в орошаемых агроландшафтах (Мамонтов, 2017). Во многих областях России орошение привело к изменению водной нагрузки на единицу площади и к активизации процессов деградации почв, которые выражались в подъеме грунтовых вод, изменении автоморфного режима почв на ирригационно-гидроморфный или полугидроморфный, развитии вторичного засоления и осолонцевания (Хитров, 2019, 2022). Глубина негативных изменений свойств и режимов почв зависела от уровня минерализации оросительной воды, состава и соотношения в ней ионов, сроков орошения, характера использования угодий (Тихонова, 2014; Мамонтов, 2017). Неудовлетворительное агроэкологическое состояние орошаемых почв привело к их выводу из сельскохозяйственного производства и сокращению площадей сельскохозяйственных угодий. В первую очередь уменьшилась площадь орошаемой пашни за счет ее перевода в залежь или кормовые угодья, а также зарастания древесной и кустарниковой растительностью.

Повторное введение неиспользуемых угодий в сельскохозяйственное производство экономически целесообразно только тогда, когда стоимость проведения культуртехнических мероприятий по воспроизводству плодородия почв будет ниже потенциальной прибыли от их использования. Поэтому одной из первостепенных задач, решение которых необходимо для развития агропромышленных комплексов областей, краев и регионов России, является выявление и качественная оценка земель неиспользуемых сельскохозяйственных угодий с целью их последующего вовлечения в сельскохозяйственный оборот.

Цель исследований – провести оценку агрохимических свойств постирригационных почв, выявить факторы, ограничивающие их использование, и установить возможность их повторного введения в пашню.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в 2022 г. на постирригационных и сопредельных с ними полях, расположенных на территории Новотроицкой и Красноярской оросительных систем (ОС) в лесостепной зоне Омского района Омской области. Орошение полей осуществлялось водами реки Иртыш гидрокарбонатного кальциевого химического состава, способ полива – дождевание с использованием двухконсольных дождевальных установок серии ДДА-100. На территории Новотроицкой ОС постирригационный участок расположен около с. Новотроицкое (Новотроицкое сельское поселение). По данным ФГБУ «Управление «Омскмелиоводхоз», ОС была введена в эксплуатацию в 1990 г., но в настоящее время полив не осуществляется по причине неисправности внутрихозяйственной оросительной сети. При общем маршрутном ознакомлении с ранее орошаемым участком установлено, что часть территории используется под посев культур, другая часть находится в залежном состоянии или подвержена самозарастанию в результате нерегулярного использования полей под пашню. Обследованию подлежало 6 полей, на ключевых участках были заложены разрез 1 (55°19'12.1" с. ш., 73°14'28.9" в. д., высота над уровнем моря – 129 м) и 8 прикопок (рис. 1). Обследованная территория (поля 1–6) ранее орошаемого массива расположена на слабоповышенной равнине (уклон в сторону реки Иртыш составляет 1,5°), почвообразующие породы представлены четвертичными покровными карбонатными суглинками. Поля 1–3 находились в стадии самозарастания в течение последних 2-х лет. Поверхность почвы была покрыта бороздами, что свидетельствовало о недавнем использовании полей под посев сельскохозяйственных культур. Растениями-эдикаторами на молодой залежи служили земляника обыкновенная и овсяница валлиская. Сопутствующие виды растений – мелколепестник канадский, молочай лозный, горошек мышиный, марь белая, костреч безостый, вьюнок полевой. Единичные виды растений – икотник серо-зеленый и осот розовый. В почвенном покрове в местах заложения разреза и прикопок выделены темно-серая лесная грунтово-глееватая мощная среднесуглинистая ($C_{3г-3с}$, разрез 1, прикопка 1) и темно-серая лесная грунтово-глееватая среднесуглинистая ($C_{3г-2с}$, прикопка 2) почвы. Поля 4–6 выведены в залежь; судя по космическим снимкам, ее возраст соответствовал 3–5 годам. В растительном покрове доминировал пырей ползучий, сопутствующие виды растений были представлены мелколепестником канадским, молочаем лозным, горошком мышиным. Единичные виды растений – лапчатка серебристая, осот розовый, вьюнок полевой, чина лесная, клоповник мусорный, смолевка белая, икотник серо-зеленый. Почвенный покров полей в местах заложения прикопок 3–8 представлен черноземно-луговой среднесуглинистой почвой ($Лч_2^3$).



Рис. 1. Схема расположения разреза и прикопок на полях 1–6 на территории Новоторицкой ОС

Поле 7 расположено в границах влияния Красноярской ОС, вблизи д. Нижняя Ильинка (Красноярское СП). ОС была введена в эксплуатацию в 1977 г. В 2022 г. фактически был осуществлен полив 0,1 тыс. га, 1,945 тыс. га не подвергались поливу по причине неисправности ОС. На поле были заложены разрез 2 (55°21'06.2" с. ш., 73°14'37.4" в. д., высота над уровнем моря – 126 м) и 3 прикопки (рис. 2). Возраст залежи, установленный по космическим снимкам, соответствовал 6–15 годам (средневозрастная залежь). В растительном сообществе доминировали пырей ползучий и пастернак луговой. В качестве сопутствующих видов растений выделены кострец безостый, горошек мышиный, выюнок полевой,

молочай лозный, икотник серо-зеленый, тысячелистник обыкновенный, клевер луговой, люцерна серповидная, осот розовый, лапчатка серебристая. Поле расположено на склоне, уклон в сторону реки Иртыш составляет 3,2°, в сторону балки – 5,6°. В местах заложения разреза и прикопок были выделены лугово-черноземная среднесуглинистая (Чл₃^{2с}, разрез 2), лугово-черноземная маломощная малогумусная среднесуглинистая (Чл₁^{2с}, прикопки 1, 2) и серая лесная грунтово-глееватая среднесуглинистая (С_{2г-2с}) почвы. Почвообразующие породы представлены четвертичными карбонатными суглинками.



Рис. 2. Схема расположения разреза и прикопок на поле 7 в границах влияния Красноярской ОС

В подготовительный период проведены сбор, анализ и обобщение информации, полученной с космических летательных аппаратов, выбраны объекты исследования и ключевые участки. Возраст залежи устанавливался по космическим снимкам с использованием вегетационного индекса NDVI.

В полевой период на ключевых участках полей были заложены разрезы (до 170–190 см) и прикопки в местах, типичных для изучаемой территории как в отношении рельефа, так и растительного покрова. Прикопки закладывались на глубину 50–80 см с последующим добуриванием до 100–160 см через каждые 20 см для подробного морфологического описания извлеченного почвенного материала и наблюдаемых признаков, которые позволили бы диагностировать факторы, лимитирующие использование почв под пашню, – наличие легкорастворимых солей и переувлажнение. Отбор почвенных проб проведен из каждого генетического горизонта разрезов и прикопок, а также из гумусового слоя на глубину 0–20 и 20–40 см по длине маршрутного хода с последующим составлением объединенных проб из 10-ти точечных. Координаты точек заложения разрезов и прикопок фиксировались навигационным приемником GPS с привязкой к местности в региональной системе координат EPSG:4326-WGS 84. Обработка спутниковых изображений и наложение точек закладки разрезов и прикопок на космический снимок проводились в программном комплексе ENVI 5.2.

Состояние плодородия почв залежных полей и развитие процессов деградации оценены по результатам полевых и аналитических исследований. Проявление физической деградации оценивалось по физическим свойствам почв: плотности сложения (метод Н. А. Качинского), структурно-агрегатному составу и водоустойчивости почвенных агрегатов (метод Саввинова). Анализ физико-химических свойств почв проводился по следующим показателям: pH солевой и водной суспензии (ГОСТ 27979-88, потенциометрический метод); обменные катионы кальция, магния (титриметрический метод) и натрия (метод пламенной фотометрии); легкорастворимые соли (качественные испытания засоленности почв). Проявление химической деградации оценивалось по содержанию гумуса (метод И. В. Тюрина в модификации В. Н. Симакова) и подвижных органических веществ (извлечение 0,1 N NaOH).

В камеральный период проведена оценка показателей плодородия почв, обоснована целесообразность повторного введения залежных участков в сельскохозяйственный оборот и разработаны предложения по их дальнейшему рациональному использованию.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для выявления внутренних процессов, протекающих в почвах, проведен морфологический анализ их профилей. Профиль темно-серых лесных грунтово-глееватых почв (поля 1–3) характеризовался повышенным содержанием почвенной влаги и наличием многочисленных сизовато-серых и ржаво-охристых пятен и примазок на глубине 68–83 см. Закисные соединения железа свидетельствовали об анаэробных условиях, складывающихся в периоды повышенного увлажнения почвенного профиля, и развитии глеевого процесса. Карбонаты в почвах были обнаружены на глубине 63–171 см в форме пропитки и журавчиков. Влажность черноземно-луговой почвы (поля 4–6) изменялась от свежей (в слое 0–50 см) до влажной (на глубине 80–92 см); поверхность структурных агрегатов была покрыта сизовато-серыми пленками. Более низкая влажность верхнего горизонта почвы (0–50 см) связана с потреблением влаги многолетней травянистой растительностью, вегетативная масса которой была более развита на полях 4–6 (2,18–2,84 т га⁻¹ сухого вещества), чем на полях 1–3 (1,19–2,42 т га⁻¹ сухого вещества). Карбонаты в форме пропитки и псевдомицелия залежали выше к поверхности (с 45–72 см) и локально затрагивали нижнюю часть гумусового слоя. Влажность почвы поля 7 изменялась от свежей в верхних горизонтах до влажной (на глубине 165–190 см), слабые признаки развития глеевого процесса выражались в виде сизоватого оттенка. Карбонаты залежали на глубине 42–55 см. Легкорастворимые соли в профиле почв обследованных полей отсутствовали.

Мощность гумусового слоя в почвах полей 1–6 составляла 39–48 см. Количество гумуса в верхней части указанного слоя (горизонты А, А₁) достигало 7,25–5,49%, снижаясь до 5,63–2,09% в нижней его части (горизонты АВ, А₁А₂). По содержанию гумуса ранее мелиорированные почвы относятся к классу сильногумусированных (Когут, 2012), что приближает их к целинным аналогам. При вводе таких почв в пашню не потребуется регулярного внесения органических удобрений, достаточно будет поддерживать содержание гумуса при помощи системы севооборотов с введением промежуточных пожнивных культур и многолетних трав и заделкой в почву оставшихся после уборки предшествующих культур растительных остатков.

На 7 поле мощность гумусового слоя в почвах составляла 27–42 см, содержание гумуса варьировалось от 6,57 до 3,59% в горизонтах А и А₁, что соответствовало сильно- и среднегумусированному классам почв по шкале, разработанной для пахотных почв России. В горизонтах АВ и А₁А₂ его количество снижалось до 3,62–2,13% (табл. 1).

Таблица 1. Химические и физико-химические свойства постирригационных почв

Ключевой участок на поле	Горизонт, его мощность, см	Гумус, %	ПОВ*, мг кг ⁻¹	рН _{KCl}	Обменные катионы, смоль (+) кг ⁻¹ / %		
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
Поле 1, разрез 1 (C _{3Г-3с})	<u>A₁</u> 1–28	5,49	6430	5,2	<u>21,9</u> 87,6	<u>2,5</u> 10,0	<u>0,6</u> 2,4
	<u>A₁A₂</u> 28–44	2,09	1590	5,3	<u>15,0</u> 82,9	<u>2,5</u> 13,8	<u>0,6</u> 3,3
Поле 2, прикопка 1 (C _{3Г-3с})	<u>A₁</u> 1–24	7,25	8110	5,6	<u>25,6</u> 80,50	<u>5,6</u> 17,6	<u>0,6</u> 1,9
	<u>A₁A₂</u> 24–44	4,75	5970	5,5	<u>16,9</u> 62,8	<u>9,4</u> 34,9	<u>0,6</u> 2,2
Поле 3, прикопка 2 (C _{3Г-2с})	<u>A₁</u> 1–20	6,74	6730	5,2	<u>22,5</u> 76,0	<u>6,9</u> 23,3	<u>0,18</u> 0,61
	<u>A₁A₂</u> 20–40	5,63	3670	5,2	<u>18,8</u> 66,9	<u>8,8</u> 31,3	<u>0,54</u> 1,92
Поле 4**, прикопка 3, 4 (Лч ₂ ^{3с})	<u>A</u> 1–28	6,26	4280	5,9	<u>21,9</u> 68,4	<u>9,36</u> 29,2	<u>0,75</u> 2,4
	<u>AB</u> 28–46	2,97	710	7,0	<u>22,6</u> 70,0	<u>8,0</u> 24,8	<u>1,7</u> 5,2
Поле 5**, прикопка 5, 6 (Лч ₂ ^{3с})	<u>A</u> 1–26	6,43	5050	5,5	<u>21,75</u> 71,3	<u>8,40</u> 27,5	<u>0,37</u> 1,2
	<u>AB</u> 27–45	3,56	820	6,3	<u>19,75</u> 75,4	<u>5,56</u> 21,2	<u>0,90</u> 3,4
Поле 6**, прикопка 7, 8 (Лч ₂ ^{3с})	<u>A</u> 1–28	6,76	5330	5,5	<u>22,2</u> 78,7	<u>5,63</u> 20,0	<u>0,39</u> 1,3
	<u>AB</u> 29–44	3,88	990	5,6	<u>19,4</u> 74,3	<u>6,25</u> 24,0	<u>0,45</u> 1,7
Поле 7							
Разрез 2 (ЧЛ ₂ ^{3с})	<u>A</u> 1–26	6,57	3660	6,5	<u>26,9</u> 83,5	<u>5,00</u> 15,5	<u>0,29</u> 0,90
	<u>AB</u> 26–42	3,62	650	7,1	<u>20,6</u> 75,7	<u>6,24</u> 22,9	<u>0,35</u> 1,29
Прикопка 1, 2** (ЧЛ ₁ ^{2с})	<u>A</u> 1–18	4,61	2920	6,7	<u>23,15</u> 80,9	<u>5,00</u> 17,5	<u>0,46</u> 1,6
	<u>AB</u> 18–31	2,83	940	7,0	<u>19,7</u> 77,4	<u>5,33</u> 21,0	<u>0,41</u> 1,6
Прикопка 3 (C _{2Г-2с})	<u>A₁</u> 2–19	3,59	2530	6,3	<u>18,1</u> 82,8	<u>4,40</u> 19,4	<u>0,23</u> 1,01
	<u>A₁A₂</u> 19–33	3,25	1670	6,4	<u>18,3</u> 78,5	<u>4,80</u> 20,6	<u>0,23</u> 0,99

Примечание: *ПОВ – подвижное органическое вещество; ** – приведено среднее значение показателей по прикопкам.

Многолетняя травянистая растительность способствовала накоплению в гумусовом слое почв подвижных органических веществ (ПОВ). Высокое содержание ПОВ отмечено в горизонтах А и А₁ почв полей 1–6. В горизонте А₁А₂ темно-серой лесной грунтово-глееватой почвы их количество было в 1,4–4,0 раза ниже, в горизонте АВ черноземно-луговой почвы – в 5,3–6,0 раз ниже, что соответствовало среднему и низкому уровню. Содержание ПОВ в верхней части (горизонты А, А₁) гумусового слоя почв поля 7 находилось на среднем уровне, а в нижней (горизонты АВ, А₁А₂) – на очень низком.

Реакция среды в гумусовом слое почв залежных полей находилась в интервале от слабокислой до нейтральной. Слабая кислотность верхних горизонтов почвы связана с процессом оподзоливания, который является характерным для типа серых лесных грунтово-глеевых почв. В средней и нижней части профиля реакция среды изменялась на нейтральную, а затем на щелочную (рН 7,5–9,3), что связано с появлением карбонатов в почвенной массе. На полях 4–6 граница залегания карбонатов находилась выше к поверхности, была неровной и часто затрагивала нижнюю часть гумусового слоя (горизонт АВ).

Гумусовые горизонты постирригационных почв характеризовались очень высокой и повышенной насыщенностью почвенно-поглощающего комплекса обменными катионами кальция и магния, но в их составе преобладал кальций. Повышенное содержание магния в почвах Омской области и Западной Сибири расценивается К. П. Горшениным как реликт предшествующих стадий почвообразования, связанных с засолением, осолонцеванием и гидроморфизмом (Горшенин, 1955). Это могло также являться следствием процесса орошения, как показано в работах ряда исследователей (Сиземская, 2013; Мамонтов, 2018). Величина обменного натрия не превышала 5,2%, что свидетельствует об отсутствии солонцеватости и развития солонцового процесса в обследованных почвах постирригационных территорий.

На полях 1–3 плотность сложения почвы в гумусовом слое соответствовала величине, типичной для культурной свежеспаханной пашни (по А. Н. Качинскому), и находилась на оптимальном уровне (1,10–1,25 г см⁻³). На полях 4–6 в нижней части гумусового слоя (горизонт АВ) наблюдалось некоторое уплотнение, но величина плотности сложения не превышала допустимых значений (1,25–1,35 г см⁻³). На поле 7 плотность сложения почв была выше оптимального уровня (на 0,08–0,23 г см⁻³), но не выходила за пределы допустимых величин (табл. 2, 3).

Структурное состояние гумусового слоя почв на большей части площади залежных полей оценивалось как хорошее (по С. И. Долгову, П. У. Бахтину), коэффициент структурности изменялся от 1,6 до 4,2.

Оценка пахотного слоя почв по физическим свойствам (Гордеев, Романенко, 2008) показала, что количество агрономически ценных фракций в гумусовом слое (А₁, А₁А₂) темно-серой лесной грунтово-глееватой почвы (поле 1, 3) было ниже оптимального (>80%) уровня на 1,6–8,8%, содержание

глыбистой фракции находилось на оптимальном уровне. В гумусовом слое серой лесной грунтово-глееватой, черноземно-луговой и лугово-черноземной почв (поля 4–7) количество агрономически ценных фракций было ниже оптимального уровня (>70%) на 2,4–14,0%. Содержание глыбистой фракции находилось на допустимом уровне, но превышало оптимальный на 1,0–9,9% (табл. 2, 3). Такие изменения в агрегатном составе почв свидетельствуют о слабой степени физической деградации гумусового слоя.

Агрегаты в верхней части гумусового слоя почв (горизонты А и А₁) обладали отличной и хорошей устойчивостью к размывающему действию воды. В нижней его части (горизонты АВ и А₁А₂) водоустойчивость агрегатов снижалась до плохой и неудовлетворительной. Данный показатель имеет тесную связь с количеством подвижных органических веществ. Гуминовые кислоты, входящие в состав ПОВ, принимают участие в образовании водоустойчивой структуры (Мамонтов, Родионова, Бруевич, 2009), а их содержание в горизонтах АВ и А₁А₂ было существенно ниже, чем в горизонтах А и А₁.

ВЫВОДЫ

Почвы на обследованных постирригационных территориях обладают высоким потенциальным плодородием. Гумусовый слой почв имеет оптимальную плотность сложения и хорошую агрегированность, характеризуется высоким содержанием гумуса и подвижных органических веществ, относительно благоприятной реакцией среды и составом почвенно-поглощающего комплекса, проведение химической и культуртехнической мелиорации на залежных полях не требуется. Неиспользование полей под посев сельскохозяйственных культур не связано с качеством почв. Территория пригодна для производства растениеводческой продукции. В качестве неблагоприятных факторов можно выделить временное переувлажнение и возникновение анаэробных условий во влажные годы, о чем свидетельствует наличие закисных соединений железа на глубине 68–83 см. В условиях затяжной, холодной и влажной весны это может стать причиной смещения сроков сева из-за более поздней готовности почв к обработке. Проведение агротехнических мероприятий, выбор оптимальных способов и сроков обработки, подбор культур позволят повысить производительную способность почв. Поскольку нарезка полей на территории землепользования была проведена вдоль склона, необходимо проведение противоэрозионных мероприятий для предотвращения развития водной эрозии. Поле 7 целесообразно использовать под культурный сенокос, так как участок расположен на склоне крутизной от 3,2 до 5,6°, и существует потенциальная опасность развития водной эрозии, а повторная распашка почв резко активизирует их смыв. Для получения питательного зеленого корма или сена необходимо провести перезалужение поля травосмесью из злаково-бобовых многолетних трав.

Таблица 2. Структурно-агрегатный состав гумусового слоя постирригационных почв на территории Новотроицкой ОС

Ключевой участок на поле	Горизонт и его мощность, см	Фракции агрегатов, % (n = 3)												Коэффициент структурности	Количество водоустойчивых агрегатов, % (n = 3)		
		Плотность сложения, г см ⁻³ (n = 5)			Глыбистая (> 10 мм)			Агрономически ценная (10–0,25 мм)			Пыль (< 0,25 мм)				x	S	V, %
		x	S	V, %	x	S	V, %	x	S	V, %	x	S	V, %				
Поле 1, разрез 1 (C _{3Г-3с})	<u>A₁</u> 1–28	1,14	0,06	5,2	20,7	3,5	17,0	74,7	5,0	6,7	4,6	1,3	28,0	3,0	73	4,7	6,4
	<u>A₁A₂</u> 28–44	1,19	0,04	3,4	12,6	2,8	22,3	79,4	4,4	5,6	8,0	1,5	18,7	3,9	11	2,6	24,0
Поле 2, прикопка 1 (C _{3Г-3с})	<u>A₁</u> 1–24	1,00	0,09	9,0	9,7	2,2	22,5	80,9	3,0	3,7	9,4	2,8	29,5	4,2	71	4,0	5,7
	<u>A₁A₂</u> 24–44	1,16	0,08	6,9	14,8	4,1	27,4	71,2	4,0	5,7	13,9	2,9	20,7	2,5	40	3,6	9,0
Поле 3, прикопка 2 (C _{3Г-2с})	<u>A₁</u> 1–20	1,12	0,10	8,9	21,6	3,0	14,1	73,4	4,0	5,5	5,0	1,0	20,0	2,8	69	6,0	8,7
	<u>A₁A₂</u> 20–40	1,18	0,07	5,9	14,0	3,0	21,6	76,1	4,6	6,1	9,8	2,5	25,9	3,2	25	3,6	14,4
Поле 4**, прикопка 3, 4 (Лч ₂ ^{3с})	<u>A</u> 1–28	1,11	0,04	3,6	31,0	5,1	16,5	61,9	4,5	7,3	7,1	1,4	19,4	1,6	66	4,7	7,2
	<u>AB</u> 28–46	1,27	0,03	2,4	11,5	2,4	21,1	74,6	5,4	7,3	13,9	2,6	18,9	2,9	35	5,0	14,5
Поле 5**, прикопка 5, 6 (Лч ₂ ^{3с})	<u>A</u> 1–26	1,20	0,06	4,8	31,9	7,0	21,9	62,2	5,6	9,1	5,9	1,5	24,7	1,6	67	5,0	7,5
	<u>AB</u> 28–44	1,27	0,05	3,9	17,0	4,3	25,1	67,6	5,7	8,5	15,4	3,3	21,1	2,1	21	4,0	19,0
Поле 6**, прикопка 7, 8 (Лч ₂ ^{3с})	<u>A</u> 1–28	1,17	0,07	5,9	36,2	6,2	17,2	56,2	4,4	7,8	7,6	1,6	21,1	1,3	58	5,0	8,7
	<u>AB</u> 28–44	1,29	0,09	6,9	20,8	3,9	18,7	65,9	4,3	6,6	9,1	2,0	21,9	1,9	15	3,5	23,9

Таблица 3. Структурно-агрегатный состав гумусового слоя постирригационных почв на территории Новотроицкой ОС

Ключевой участок на поле	Горизонт и его мощность, см	Фракции агрегатов, % (n = 3)												Коэффициент структурности	Количество водоустойчивых агрегатов, % (n = 3)		
		Плотность сложения, г см ⁻³ (n = 5)			Глыбистая (> 10 мм)			Агрономически ценная (10–0,25 мм)			Пыль (< 0,25 мм)						
		$\bar{x}$	S	V, %	$\bar{x}$	S	V, %	$\bar{x}$	S	V, %	$\bar{x}$	S	V, %		$\bar{x}$	S	V, %
разрез 2 (ЧЛ ₂ ³ с)	$\frac{A}{1-26}$	1,14	0,04	3,5	33,9	2,8	8,3	56,0	3,7	6,6	10,1	2,3	22,4	1,9	73	3,5	4,8
	$\frac{AB}{26-42}$	1,35	0,04	2,9	18,3	4,0	21,9	65,6	4,0	6,0	16,1	3,1	19,1	2,0	20	4,6	22,9
прикопка 1, 2** (ЧЛ ₁ ² с)	$\frac{A}{1-18}$	1,23	0,04	3,3	29,6	4,9	16,7	63,7	3,8	5,9	6,7	1,7	24,4	1,8	79	4,6	5,8
	$\frac{AB}{18-31}$	1,32	0,04	3,0	33,2	3,8	11,7	58,8	4,5	7,6	8,0	1,9	23,3	1,4	40	4,2	10,3
прикопка 3 (C _{2г-2с})	$\frac{A_1}{2-19}$	1,26	0,06	4,8	29,9	4,1	13,8	65,2	2,7	4,1	4,9	1,0	19,6	1,9	70	5,0	7,1
	$\frac{A_1A_2}{19-33}$	1,33	0,08	6,0	25,7	4,6	17,7	65,4	4,0	6,2	8,9	2,0	22,7	1,9	44	4,6	10,4

Примечание: ** – приведено среднее значение показателей по прикопкам.

Список литературы

- Гордеев А.В., Романенко Г.А. (ред.) Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России. М.: Росинформагротех, 2008. 67 с.
- Горшенин К.П. Почвы южной части Сибири (От Урала до Байкала). М.: Акад. Наук СССР, 1955. 592 с.
- Зинченко Е.В., Горохова И.Н., Круглякова Н.Г., Хитров Н.Б. Современное состояние орошаемых почв юга Приволжской возвышенности // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2020. № 104. С. 68–109. DOI: 10.19047/0136-1694-2020-104-68-109
- Когут Б.М. Оценка содержания гумуса в пахотных почвах России // Почвоведение. 2012. № 9. С. 944–952.
- Мамонтов В.Г. Классификация деградации почв степных агроландшафтов при орошении // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири / Под ред. В. Г. Сычева, Л. Мюллера. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д. Н. Прянишникова, 2018. Том II. С. 65–169. DOI: 10.25680/3718.2018.12.76.131
- Мамонтов В.Г. О негативных процессах в орошаемых почвах // АПК России. 2017. Т. 24. № 4. С. 902–909.
- Мамонтов В.Г., Родионова Л.П., Бруевич О.М. Уровни содержания лабильных гумусовых веществ в пахотных почвах // Известия ТСХА. 2009. № 4. С. 121–123.
- Мелиоративный комплекс Российской Федерации: информ. издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 304 с.
- Сиземская М.Л. Современная природно-антропогенная трансформация почв полупустыни Северного Прикаспия. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. 276 с.
- Тихонова М.К. Мониторинг водных нагрузок в орошаемых агроландшафтах // Орошаемое земледелие. 2014. № 4. С. 9–10.
- Хитров Н.Б. Почвенный покров орошаемых агроландшафтов: современное состояние, пути и причины трансформации, тренды эволюции // Сборник докладов Четвертой Всероссийской открытой конференции «Современные проблемы изучения почвенных и земельных ресурсов (к 95-летию основания Почвенного института имени В.В. Докучаева)». Москва, 05–07 декабря 2022 г. М.: ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева», 2022. С. 332–339.
- 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

References

- Gordeyev A.V., Romanenko G.A. *Problemy degradatsii i vosstanovleniya produktivnosti zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya v Rossii* [Problems of degradation and restoration of agricultural land productivity in Russia]. M.: Rosinformagrotekh, 2008, 67 p.
- Gorshenin K.P. *Pochvy yuzhnoy chasti Sibiri (Ot Urala do Baykala)* [Soils of the southern part of Siberia (From the Urals to Baikal)]. M.: Akad. Nauk SSSR, 1955, 592 p.
- Zinchenko Ye.V., Gorokhova I.N., Kruglyakova N.G., Khitrov N.B. *Sovremennoye sostoyaniye oroshayemykh pochv yuga Privolzhskoy vozvyshennosti* [Modern state of irrigated soils at the south of the Pre-Volga upland] // *Byulleten' Pochvennogo instituta imeni V.V. Dokuchayeva*, 2020, no. 104, pp. 68–109.
- Kogut B.M. *Otsenka soderzhaniya gumusa v pakhotnykh pochvakh Rossii* [Assessment of the humus content in arable soils of Russia] // *Pochvovedeniye*, 2012, no. 9, pp. 944–952.
- Mamontov V.G. *Klassifikatsiya degradatsii pochv stepnykh agrolandshaftov pri oroshenii* [Classification of soil degradation of steppe agrolandscapes during irrigation] // *Novyye metody i rezul'taty issledovaniy landshaftov v Yevrope, Tsentral'noy Azii i Sibiri / Pod red. V.G. Sycheva, L. Myullera*. M.: Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut agrokhimii imeni D.N. Pryanishnikova, 2018, vol. II, pp. 165–169.
- Mamontov V.G. *O negativnykh protsessakh v oroshayemykh pochvakh* [Negative processes in irrigated soils] // *APK Rossii*, 2017, vol. 24, no. 4, pp. 902–909.
- Mamontov V.G., Rodionova L.P., Bruyevich O.M. *Urovni soderzhaniya labil'nykh gumusovykh veshchestv v pakhotnykh pochvakh* [Levels of labile humus substances in arable soils] // *Izvestiya TSKhA*, 2009, no. 4, pp. 121–123.
- Meliorativnyy kompleks Rossiyskoy Federatsii: inform. izdaniye* [Reclamation complex of the Russian Federation: inform. edition]. M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2020, 304 p.
- Sizemskaya M.L. *Sovremennaya prirodno-antropogennaya transformatsiya pochv polupustyni Severnogo Prikaspiya* [Modern natural-anthropogenic soil transformation of the semi-desert of the Northern Pre-Caspian]. M.: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2013, 276 p.
- Tikhonova M.K. *Monitoring vodnykh nagruzok v oroshayemykh agrolandshaftakh* [Monitoring of water loads in irrigated agricultural landscapes] // *Oroshayemoye zemledeliye*, 2014, no. 4, pp. 9–10.
- Khitrov N.B. *Pochvennyy pokrov oroshayemykh agrolandshaftov: sovremennoye sostoyaniye, puti i prichiny transformatsii, trendy evolyutsii* [Soil cover of irrigated agroland shafts: current state, ways and causes of transformation, evolution trends] // *Sbornik dokladov Chetvertoy Vserossiyskoy otkrytoy konferentsii «Sovremennyye problemy izucheniya pochvennykh i zemel'nykh resursov (k 95-letiyu osnovaniya Pochvennogo instituta imeni V.V. Dokuchayeva)»*. Moskva, 05–07 dekabrya 2022 g. M., 2022, pp. 332–339.
- Khitrov N.B., Gorokhova I.N., Kravchenko Ye.I. *Kombinatsiya zasolennykh pochv severnogo sklona vozvyshennosti Yergeni posle prekrashcheniya orosheniya* [Combination of saline soils of the northern slope of the Ergeni upland after irrigation cessation] // *Byulleten' Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchayeva*, 2019, no. 97, pp. 52–90.