

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

Научная статья

УДК 631.412:631.445.4(470+571)

doi: 10.31774/2712-9357-2025-15-3-329-341

Оценка физико-химических свойств чернозема южного в условиях стационарного севооборота и залежном состоянии

Юлия Александровна Клипакова¹, Юлия Васильевна Чебанова²,
Ирина Александровна Короткая³, Елена Михайловна Денисова⁴

^{1, 2, 3, 4}Мелитопольский государственный университет, Мелитополь, Российская Федерация

¹yu.klipakova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7256-9579>

²yu-chebanova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8748-9627>

³korotkaya_irina@mgu-mlt.ru, <https://orcid.org/0009-0007-1550-3427>

⁴elena_denusova@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1060-795X>

Аннотация. Цель: дать сравнительную оценку физико-химических свойств чернозема южного в стационарном севообороте и залежном состоянии в условиях степной зоны Северо-Западного Приазовья и установить характер их изменения на разных сельскохозяйственных угодьях. **Материалы и методы.** Для оценки физико-химических свойств чернозема южного в слоях почвы 0–30 и 30–60 см были отобраны образцы с полей пашни (чистый пар, пшеница озимая) и 15-летней залежи с последующим проведением агрохимического анализа. **Результаты.** Установлено снижение содержания обменного кальция в почве по пшенице озимой и чистому пару и его достоверное увеличение на 18–20 % на залежных землях. Емкость катионного обмена почв сельхозугодий характеризуется как средняя (18–28 ммоль/100 г), доля кальция в почве на полях севооборота уменьшается по сравнению с залежью и в пахотном слое составляет 73,7–75,0 %. Степень насыщенности основаниями по залежным землям составляла 94,2 %, на почвах полей севооборота 93,9 % по чистому пару и 91,8 % по пшенице озимой. Массовая доля токсических солей на полях, вовлеченных в севооборот, подтверждает отсутствие засоления, их содержание не превышает 0,039 %, на залежных землях отмечено их снижение на 40 % (не превышает 0,023 %). Проведенные исследования подтверждают, что по количеству плотного остатка (0,11–0,14 %), удельной электрической проводимости (0,036–0,094 мСм/см) и катионному составу водной вытяжки анализируемые варианты почвы относятся к незасоленным и нещелочным. **Выводы.** В условиях недостаточного и неравномерного увлажнения на фоне высоких температур выведение земель в залежное состояние способствует их восстановлению за счет естественной фитомелиорации, повышается содержание кальция, что создает благоприятные условия для увеличения степени насыщенности почв основаниями и приводит к постепенному восстановлению природной структуры черноземов южных.

Ключевые слова: чернозем южный, чистый пар, пшеница озимая, залежные земли, емкость катионного обмена, катионно-анионный состав, фитомелиорация, плодородие

Сведения о научно-исследовательской работе, по результатам которой публикуется статья: работа выполнена и финансировалась в рамках Государственного задания по теме: «Рациональное использование природных ресурсов и повышение устойчивости агроценозов», регистрационный номер НИОКТР: 124040200008-7.

Для цитирования: Оценка физико-химических свойств чернозема южного в условиях стационарного севооборота и залежном состоянии / Ю. А. Клипакова, Ю. В. Чебанова, И. А. Короткая, Е. М. Денисова // Мелиорация и гидротехника. 2025. Т. 15, № 3. С. 329–341. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2025-15-3-329-341>.

GENERAL AGRICULTURE, CROP SCIENCE

Original article

Evaluation of the physical and chemical properties of southern chernozem under conditions of stationary crop rotation and fallow state

**Yuliia A. Klipakova¹, Yuliia V. Chebanova², Irina A. Korotkaya³,
Elena M. Denisova⁴**

^{1, 2, 3, 4}Melitopol State University, Melitopol, Russian Federation

¹yu.klipakova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7256-9579>

²yu-chebanova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8748-9627>

³korotkaya_irina@mgu-mlt.ru, <https://orcid.org/0009-0007-1550-3427>

⁴elena_denusova@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1060-795X>

Abstract. Purpose: to provide a comparative assessment of the physico-chemical properties of southern chernozem under stationary crop rotation and fallow state in the steppe zone of the north-western Azov region and to determine the nature of their changes on different agricultural lands. **Materials and methods.** To assess the physico-chemical properties of southern chernozem in the 0–30 and 30–60 cm soil layers, samples were collected from arable fields (bare fallow, winter wheat) and a 15-year-old fallow, followed by agrochemical analysis. **Results.** A decrease in the content of exchangeable calcium in the soil after winter wheat and bare fallow and its significant increase by 18–20 % on fallow lands were found. The cation exchange capacity of agricultural soils is characterized as average (18–28 mmol/100 g). The calcium content in the soil of crop rotation fields decreases compared to fallow land, and in the arable layer it is 73.7–75.0 %. The degree of base saturation on fallow lands was 94.2 %, on crop rotation field soils it was 93.9 % for bare fallow and 91.8 % for winter wheat. The mass fraction of toxic salts in fields involved in crop rotation confirms the absence of salinization; their content does not exceed 0.039 %. On fallow lands, their decrease by 40 % (does not exceed 0.023 %) was noted. The conducted studies confirm that, the analyzed soils are classified as non-saline and non-alkaline on the basis on the amount of solid residue (0.11–0.14 %), electrical conductivity (0.036–0.094 mS/cm), and the cation composition of the aqueous extract. **Conclusions.** Under conditions of insufficient and uneven moisture and high temperatures, leaving the soils fallow facilitates their restoration through natural phytoreclamation. The calcium content increases, creating favorable conditions for increasing the soil's base saturation and leading to the gradual restoration of the natural structure of southern chernozems.

Keywords: southern chernozem, bare fallow, winter wheat, fallow lands, cation exchange capacity, cation-anion composition, phytoreclamation, fertility

Information about the research work, on the results of which the article is published: the work has been carried out and financed within the framework of the State Assignment on the theme: “Rational use of natural resources and increasing the sustainability of agrocenoses”, registration number NIOKTR: 124040200008-7.

For citation: Klipakova Yu. A., Chebanova Yu. V., Korotkaya I. A., Denisova E. M. Evaluation of the physical and chemical properties of southern chernozem under conditions of stationary crop rotation and fallow state. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2025;15(3):329–341. (In Russ.). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2025-15-3-329-341>.

Введение. Почвы Запорожской области (черноземы южные, темно-каштановые почвы) характеризуются высоким естественным плодородием по сравнению с другими почвами. При длительном сельскохозяйственном

использовании земель в пашне снижается содержание гумуса, основных элементов питания, изменяется структура, что приводит к изменению воздушных, тепловых, водных и питательных режимов почв [1]. Одним из способов природоподобных технологий восстановления плодородия деградированных полей является процесс вторичной сукцессии, которая происходит при выведении площадей в залежь [2]. Учеными установлено, что распашка и эксплуатация почв ведет к изменениям соотношения катионов кальция и магния в почвенном поглощающем комплексе (ППК), где данные показатели достигают критически низкого соотношения 2,9:1 и 2,7:1, что ведет к химической деградации почв [3]. На целинных землях в верхнем слое почвы соотношение кальция и магния составляет 6:1, на пашне ниже – 5:1, доля кальция составляет 83,8 и 82,9 % соответственно [4]. Обменный магний при содержании его в почве до 40 % от емкости катионного обмена (ЕКО) оказывает влияние на физические свойства почвы аналогично обменному кальцию, т. е. способствует формированию микроструктуры почвы [3]. При достаточном количестве кальция в ППК и наличии гумусовых веществ почвенные коллоиды коагулируют, что создает условия для оструктурирования почвы [5]. Именно кальций способствует образованию агрономически ценной структуры почвы, закреплению гумуса, повышению водопроницаемости и, уравнивая почвенный раствор, блокирует поглощение токсических элементов культурами [6]. Контроль за содержанием солей в почве является важным направлением в исследованиях, т. к. их избыток приводит к увеличению осмотического давления, рН почвенного раствора, токсическому действию легкорастворимых солей, ухудшает водно-физические свойства почвы и увеличивает минерализацию органического вещества [7]. Установлено, что накопление органического вещества в корневой системе способствует уменьшению количества солей в верхних (до 34 %) и нижних (до 23 %) слоях почвы и зависит от культуры [8]. Интенсивное ведение сельского хозяйства приводит к значительно-

му выносу кальция из верхних слоев почвы и связано со снижением содержания гумуса в пахотном слое [9], что также подтверждается нашими исследованиями, в которых содержание органического вещества по чистому пару и залежным землям по слоям 7–2,50 %) [10].

Доказано, что антропогенное воздействие, а также наличие растительного покрова, существенно влияют на процессы почвообразования и скорость изменения показателей плодородия черноземов в агроландшафте [11], т. к. урожай сельскохозяйственных культур формируется за счет запасов элементов питания в почве.

В Государственной программе развития сельского хозяйства до 2030 г. поставлены задачи повышения эффективности использования земельных ресурсов, повышения плодородия почв земель сельскохозяйственных угодий до оптимального уровня в каждой конкретной климатической зоне, оптимизации биологического круговорота веществ в агроценозах. Поэтому контроль за изменением показателей плодородия почв является особенно актуальным для южных регионов страны [12–14].

Цель работы – дать сравнительную оценку физико-химических свойств чернозема южного в стационарном севообороте и залежном состоянии в условиях степной зоны Северо-Западного Приазовья и установить характер их изменений на разных сельскохозяйственных угодьях.

Материалы и методы. Для исследования физико-химических свойств почвы были отобраны почвенные образцы с полей сельскохозяйственного назначения, которые представлены пашней (чистый пар, пшеница озимая) и 15-летней залежью.

Отбор проводили на полях Научно-образовательного и производственного центра по выращиванию полевых культур ФГБОУ ВО «Мелитопольский государственный университет», расположенного в с. Лазурное Мелитопольского района Запорожской области с учетом типа почв в соответствии с ГОСТ 28168-89. Каждый почвенный образец составляли

из точечных проб, равномерно отобранных методом маршрутных ходов в слое 0–30 и 30–60 см для определения следующих показателей¹: рН солевой вытяжки – по ГОСТ 26483-85, рН водной вытяжки (ГОСТ 26423-85), гидролитическая кислотность (Нг) (ГОСТ 26212-91), обменный кальций и обменный (подвижный) магний (ГОСТ 26487-85), обменный натрий (ГОСТ 26950-86), емкость катионного обмена (ГОСТ 17.4.4.01-84), плотный остаток (ГОСТ 26423-85, п. 4.5), удельная электрическая проводимость (УЭП) (ГОСТ 26423-85, п. 4.2), катионно-анионный состав водной вытяжки (Na^+ и K^+ по ГОСТ 26424-85; Ca^{2+} и Mg^{2+} по ГОСТ 26428-85; Cl^- по ГОСТ 26425-85; SO_4^{2-} по ГОСТ 26426-85; HCO_3^- и CO_3^- по ГОСТ 26424-85).

Лабораторные исследования почвенных образцов проведены в ФГБУ «ЦАС «Краснодарский» (протокол испытаний № 79-Д от 24.07.2024).

Зона проведения исследований характеризуется следующими климатическими данными: среднегодовая сумма активных температур ($> 10\text{ }^\circ\text{C}$) в период с апреля по октябрь составляет 3200–3400 $^\circ\text{C}$; количество осадков в году распределяется неравномерно и составляет 340–380 мм, ГТК составляет 0,6–0,9, что относит регион к засушливому. Для региона характерно выпадение осадков (1–5 мм), которые не являются эффективными, наличие бездождевых периодов продолжительностью от 50 суток и более, летние ливни в количестве 80–160 мм за сутки, а также преобладание северо-восточных и восточных ветров (более 20–25 м/с).

В 2024 г. недостаточное количество осадков зимнего и ранневесеннего периодов способствовало сильной засухе в апреле (ГТК = 0,1) (таблица 1).

Ливневые осадки мая (62 мм) способствовали увеличению ГТК до 1,1. Весь летний период и начало осени были недостаточными по влагообеспеченности (июнь – 23,4 мм, июль – 7,2 мм, август – 28,2 мм, сен-

¹Практикум по агрохимии: учеб. пособ. 2-е изд., перераб. и доп. / под ред В. Г. Минеева. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.

тябрь – 19,7 мм), что было ниже нормы на 57–84 % и привело к сильной засухе (ГТК = 0,1–0,4).

**Таблица 1 – Климатические показатели по метеостанции
Мелитополь, 2024 г.**

Table 1 – Climate indicators for the Melitopol weather station, 2024

Показатель	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Среднемесячная температура воздуха, °С	0,3	3,1	5,0	14,8	15,5	23,7	27,5	25,2	20,9	12,8	5,3	2,4
Количество осадков за месяц, мм	71,1	14,7	11,2	5,6	61,7	23,4	7,2	28,2	19,7	45	20	39
ГТК	–	–	–	0,1	1,1	0,3	0,1	0,4	0,3	1,1	–	–

Результаты и обсуждения. При исследовании водной и солевой форм кислотностей на опытных полях чистого пара, пшеницы озимой и залежных земель установлено, что показатели соответствуют слабощелочной реакции почвы как в слое 0–30, так и в слое 30–60 см (таблица 2).

Таблица 2 – Формы кислотности чернозема южного, 2024 г.

Table 2 – Acidity forms of southern chernozem, 2024

Слой почвы, см	рН вытяжки		Нг, ммоль/ 100 г почвы	рН вытяжки		Нг, ммоль/ 100 г почвы	рН вытяжки		Нг, ммоль/ 100 г почвы
	KCl	H ₂ O		KCl	H ₂ O		KCl	H ₂ O	
	Чистый пар			Пшеница озимая			Залежь, возраст 15 лет		
	0–30	6,6 ± 0,1	7,6 ± 0,1	2,21 ± 0,26	7,0 ± 0,1	7,8 ± 0,1	1,60 ± 0,19	6,4 ± 0,1	7,5 ± 0,1
30–60	7,1 ± 0,1	8,1± 0,1	0,63 ± 0,07	6,7 ± 0,1	7,7 ± 0,1	1,98 ± 0,23	6,7 ± 0,1	8,0 ± 0,1	0,95 ± 0,11

Величина гидролитической кислотности по чистому пару в пахотном слое составляла 2,21 ммоль/100 г почвы, по пшенице озимой и залежным землям существенных отличий не установлено – 1,60 и 1,40 ммоль/100 г почвы соответственно.

Содержание обменного кальция и магния в корнеобитаемом слое на обрабатываемых полях севооборота находилось в диапазоне 14,75–15,00 и 5,25–5,38 ммоль/100 г соответственно (таблица 3).

Таблица 3 – Емкость поглощения и состав поглощенных оснований чернозема южного, 2024 г.

Table 3 – Absorption capacity and composition of absorbed bases of southern chernozem, 2024

Вариант	Обменные катионы, ммоль/100 г						ЕКО, ммоль/100 г		Степень насы- щенности основа- ниями V, %
	Кальций		Магний		Натрий				
	Слой почвы, см								
	0–30	30–60	0–30	30–60	0–30	30–60	0–30	30–60	0–60
Чистый пар	15,00 ± 1,13	15,63 ± 1,17	5,25 ± 0,53	5,00 ± 0,50	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,1	20 ± 4	28 ± 6	93,9
Пшеница озимая	14,75 ± 1,11	15,63 ± 1,17	5,38 ± 0,54	6,25 ± 0,63	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,1	20 ± 4	20 ± 4	91,8
Залежь, возраст 15 лет	17,63 ± 1,32	15,75 ± 1,18	4,38 ± 0,44	5,00 ± 0,50	0,01	0,05	20 ± 4	18 ± 4	94,2

На полях севооборота соотношение Ca^{2+} и Mg^{2+} по пшенице озимой составило 2,7:1; по чистому пару – 2,9:1. В то же время по залежным землям данное соотношение равно 4,0:1, что связано с увеличением содержания обменного кальция до 17,63 ммоль/100 г и снижением содержания обменного магния до 4,38 ммоль/100 г, по сравнению с пахотными участками.

Поглощающая способность изучаемых почв по величине ЕКО характеризуется как средняя (15–30 ммоль/100 г). На пахотных участках и залежных землях в слое 0–30 см ЕКО составляла 20 ммоль/100 г. Следует отметить, что содержание обменного кальция в корнеобитаемом слое почв на поле с чистым паром и под пшеницей озимой составляет 73,7–75,0 %, магния – 26,2–26,9 % от ЕКО. Количество обменного натрия по исследуемым слоям почв достаточно низкое: 0,1–0,3 ммоль/100 г почвы (0,5 до 1,5 % от ЕКО). На залежных землях данный показатель снижается в 20 раз в верхних слоях и в 5 раз в подпахотных слоях почвы относительно обрабатываемых полей.

Таким образом, наблюдается процесс естественной фитомелиорации

залежных земель, который является экологически чистым методом восстановления плодородия.

Наибольшая степень насыщенности почв основаниями в слое 0–60 см отмечена по залежным землям – 94,2 %. На полях севооборота насыщенность почв основаниями ниже и по чистому пару определена на уровне 93,9 %, а по пшенице озимой – 91,8 %, что связано с разным выносом питательных элементов с единицы площади при формировании урожая.

Результаты анализа катионно-анионного состава водной вытяжки чернозема южного дают возможность судить о количестве токсичных солей и установить степень засоления почвы (таблица 4).

Таблица 4 – Изменение катионно-анионного состава водной вытяжки чернозема южного в процессе сельскохозяйственного использования, 2024 г.

Table 4 – Changes in the cation-anion composition of the aqueous extract of southern chernozem during agricultural use, 2024

Слой почвы, см	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Плот- ный оста- ток, %	УЭП, мСм/см
	ммоль/100 г почвы								
Чистый пар									
0–30	0,125 ± 0,016	0,10 ± 0,02	0,96 ± 0,10	0,327 ± 0,052	0,096 ± 0,015	0,067 ± 0,011	0,016 ± 0,003	0,14 ± 0,02	0,058 ± 0,02
30–60	0,150 ± 0,019	0,08 ± 0,01	0,61 ± 0,06	0,468 ± 0,075	0,124 ± 0,020	0,065 ± 0,010	0,022 ± 0,004	0,11 ± 0,02	0,094 ± 0,02
Пшеница озимая									
0–30	0,125 ± 0,016	0,08 ± 0,01	0,84 ± 0,08	0,261 ± 0,042	0,077 ± 0,012	0,054 ± 0,009	0,014 ± 0,002	0,11 ± 0,02	0,036 ± 0,01
30–60	0,125 ± 0,016	0,08 ± 0,01	0,88 ± 0,09	0,189 ± 0,030	0,057 ± 0,009	0,051 ± 0,008	0,015 ± 0,002	0,11 ± 0,02	0,030 ± 0,01
Залежь, возраст 15 лет									
0–30	0,425 ± 0,053	0,08 ± 0,01	0,53 ± 0,05	0,582 ± 0,093	0,184 ± 0,029	0,130 ± 0,021	0,028 0,004	0,13 ± 0,03	0,089 ± 0,02
30–60	0,325 ± 0,053	0,08 ± 0,01	0,69 ± 0,07	0,531 ± 0,085	0,144 ± 0,023	0,065 ± 0,010	0,012 ± 0,002	0,11 ± 0,02	0,036 ± 0,01

Известно, что выделение токсичных ионов происходит следующим образом: HCO₃⁻ образует токсичные соли с Mg²⁺ и Na⁺ и нетоксичные с Ca²⁺ при условии, если Ca²⁺ > HCO₃⁻; SO₄²⁻ образует токсичные соли

с Mg^{2+} и Na^+ и нетоксичные с Ca^{2+} . При этом сначала определяют количество ионов кальция, пошедшее на связывание HCO_3^- (при его наличии в почве), а затем по оставшемуся количеству Ca^{2+} определяют количество сульфат-иона, которое может быть связано последним (расчеты % токсических солей проводят по формулам) [15, 16].

Используя данные таблицы 4, мы произвели расчет оставшегося количества сульфат-иона, расходующегося на формирование токсичных солей.

Массовая доля токсических солей по исследуемым слоям чистого пара отмечена на уровне 0,014–0,036 %; по пшенице озимой – 0,034–0,039 %, по залежным землям – 0,018–0,023 %. Такие низкие значения указывают на отсутствие засоления, что также доказано при определении сухого остатка водной вытяжки, который находится в диапазоне 0,11–0,14 % ($< 0,25$ %) и удельной электрической проводимости 0,036–0,094 мСм/см (0–2 мСм/см).

Катионный состав водной вытяжки также подтверждает отсутствие засоления, т. к. содержание Na^+ не превышает содержания суммы $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$, что относит почву исследуемых полей к незасоленным [17]. Анализ водной вытяжки показывает отсутствие щелочности в почвах.

Выводы. В результате проведенных в условиях Мелитопольского района Запорожской области исследований установлено, что в корнеобитаемом слое почвы 15-летней залежи в почвенном поглощающем комплексе содержится больше обменного кальция (на 18–20 %) по сравнению с исследуемыми почвами полей с чистым паром и пшеницей. Анализ катионно-анионного состава водной вытяжки почвы исследуемых сельскохозяйственных угодий показал отсутствие засоления (при плотном остатке 0,11–0,14 %) и токсичных солей.

Таким образом, в условиях недостаточного и неравномерного увлажнения на фоне высоких температур выведение земель в залежное состоя-

ние способствует их восстановлению за счет естественной фитомелиорации, повышается содержание кальция, что создает благоприятные условия для увеличения степени насыщенности почв основаниями и приводит к постепенному восстановлению природной структуры черноземов южных.

Список источников

1. Характеристика черноземов южных фермерских хозяйств Костанайской области / Ф. Е. Козыбаева, А. А. Курманбаев, К. С. Бисетаев, Г. Б. Бейсеева, Г. А. Сапаров, Н. Ж. Ажикина, М. Тоцтар // Почвоведение и агрохимия. 2021. № 4. С. 5–16. DOI: 10.51886/1999-740X_2021_4_5. EDN: MDHSLJ.
2. Экологические особенности формирования плодородия и продуктивности биоценозов на черноземных почвах Саратовской области / И. И. Демакина, Е. В. Завьялова, А. С. Бузуева, Б. В. Фисенко // Аграрный научный журнал. 2022. № 12. С. 23–26. DOI: 10.28983/asj.y2022i12pp23-26. EDN: QGKSYR.
3. Сыщиков Д. В., Агурова И. В. Изменение поглотительной способности почв деградированных агроэкосистем Донбасса // Бюллетень Почвенного института имени В. В. Докучаева. 2023. Вып. 117. С. 101–117. DOI: 10.19047/0136-1694-2023-117-101-117. EDN: BDХАТР.
4. Бадмаева С. Э., Лидяева Н. Е. Мониторинг состояния земель сельскохозяйственного назначения Минусинской лесостепи // Московский экономический журнал. 2021. № 9. С. 20–27. DOI: 10.24411/2413-046X-2021-10527. EDN: FCKAII.
5. Азизов З. М. Кислотность чернозема южного и урожайность озимой пшеницы при разных приемах основной обработки почвы и удобрений в севообороте // Успехи современного естествознания. 2018. № 2. С. 35–42. EDN: VYAAFV.
6. Глухих М. А., Калганов А. А., Калганова Т. С. Динамика емкости катионного обмена почв Зауралья // АПК России. 2016. Т. 23, № 5. С. 909–917. EDN: XEPAYX.
7. Засоление почвы и его влияние на растения / В. В. Иванищев, Т. Н. Евграфкина, О. И. Бойкова, Н. Н. Жуков // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2020. № 3. С. 28–42. EDN: BSJTXM.
8. Бабичев А. Н., Бабенко А. А. Влияние различных типов и видов мелиорации на восстановление и повышение плодородия деградированных почв // Мелиорация и гидротехника. 2022. Т. 12, № 1. С. 157–176. DOI: 10.31774/2712-9357-2022-12-1-157-176. EDN: INKOLR.
9. Плодородие почвы и устойчивость системы земледелия – залог производства сельскохозяйственной продукции / Н. В. Долгополова, А. А. Маньшин, М. Ж. Аширбеков, Е. А. Батраченко // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 4. С. 6–15. EDN: QQKFCK.
10. Изменение свойств чернозема южного в процессе сельскохозяйственного использования / Ю. А. Клипакова, И. А. Короткая, Ю. В. Чебанова, Е. М. Денисова // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 04. С. 530–538. DOI: 10.32417/1997-4868-2025-25-04-530-538. EDN: WAVLGX.
11. Динамика показателей поглотительной способности черноземов / Ю. С. Горбунова, А. В. Белик, С. Н. Божко, Т. А. Девятова // Экология. 2021. № 1. С. 5–9. DOI: 10.24412/1728-323X-2021-1-5-9. EDN: SADVET.
12. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2020 году. М.: Росинформагротех, 2022. 384 с.
13. Завалин А. А. Проблемы и пути решения технологического развития земле-

деля // Земледелие. 2024. № 2. С. 25–29. DOI: 10.24412/0044-3913-2024-2-25-29. EDN: DJVEIG.

14. Гаевая Э. Г., Безуглова О. С., Нежинская Е. Н. Агрофизические свойства чернозема обыкновенного слабоэродированного в длительном опыте в Ростовской области // Почвоведение. 2022. № 11. С. 1399–1414. DOI: 10.31857/S0032180X22110053. EDN: GAUHFМ.

15. Базилевич Н. И., Панкова Е. И. Опыт классификации почв по засолению // Почвоведение. 1968. № 11. С. 3–16. EDN: ХМКFVB.

16. Базилевич Н. И., Панкова Е. И. Опыт классификации почв по содержанию токсичных солей и ионов // Бюллетень Почвенного института имени В. В. Докучаева. 1972. Вып. 5. С. 36–42. EDN: RNSUYQ.

17. Манжина С. А. К вопросу выявления химизма и степени засоления почв: российские и зарубежные практики // Мелиорация и гидротехника. 2021. Т. 11, № 3. С. 163–181. DOI: 10.31774/2712-9357-2021-11-3-163-181. EDN: NUDOIO.

References

1. Kozybaeva F.E., Kurmanbaev A.A., Bisetaev K.S., Beiseyeva G.B., Saparov G.A., Azhikina N.Zh., Tottar M., 2021. *Kharakteristika chernozemov yuzhnykh fermerskikh khozyaystv Kostanayskoy oblasti* [Characteristics of chernozems of southern farms of Kostanay region]. *Pochvovedenie i agrokhimiya* [Soil Science and Agrochemistry], no. 4, pp. 5-16, DOI: 10.51886/1999-740X_2021_4_5, EDN: MDHSLJ. (In Russian).

2. Demakina I.I., Zavyalova E.V., Buzueva A.S., Fisenko B.V., 2022. *Ekologicheskie osobennosti formirovaniya plodorodiya i produktivnosti biotsenozov na chernozemnykh pochvakh Saratovskoy oblasti* [Ecological features of the formation of fertility and productivity of biocenoses on chernozem soils of the Saratov region]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [Agrarian Scientific Journal], no. 12, pp. 23-26, DOI: 10.28983/asj.y2022i12pp23-26, EDN: QGKSYR. (In Russian).

3. Syshchikov D.V., Agurova I.V., 2023. *Izmenenie poglotitel'noy sposobnosti pochv degradirovannykh agroekosistem Donbassa* [Changes in the absorptive capacity of soils of Donbass degraded agroecosystems]. *Byulleten' Pochvennogo instituta imeni V. V. Dokuchaeva* [Bullet. of the Dokuchaev Soil Science Institute], iss. 117, pp. 101-117, DOI: 10.19047/0136-1694-2023-117-101-117, EDN: BDXATP. (In Russian).

4. Badmaeva S.E., Lidyaeva N.E., 2021. *Monitoring sostoyaniya zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya Minusinskoy lesostepi* [Monitoring the state of agricultural lands in the Minusinsk forest-steppe]. *Moskovskiy ekonomicheskiy zhurnal* [Moscow Economic Journal], no. 9, pp. 20-27, DOI: 10.24411/2413-046X-2021-10527, EDN: FCKAIL. (In Russian).

5. Azizov Z.M., 2018. *Kislotnost' chernozema yuzhnogo i urozhaynost' ozimoy pshe-nitsy pri raznykh priemakh osnovnoy obrabotki pochvy i udobreniy v sevooborote* [The acidity of southern chernozem and yield of winter wheat under different tillage practice types of soil and fertilizers in crop rotation]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in Current Natural Sciences], no. 2, pp. 35-42, EDN: VYAAFV. (In Russian).

6. Glukhikh M.A., Kalganov A.A., Kalganova T.S., 2016. *Dinamika emkosti kation-nogo obmena pochv Zaural'ya* [The dynamics of cation exchange capacity for Transural soils]. *APK Rossii* [AIC of Russia], vol. 23, no. 5, pp. 909-917, EDN: XEPAYX. (In Russian).

7. Ivanishchev V.V., Evgrashkina T.N., Boykova O.I., Zhukov N.N., 2020. *Zasolenie pochvy i ego vliyanie na rasteniya* [Soil salinization and its influence on plants]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle* [Bullet. of Tula State University. Earth Sciences], no. 3, pp. 28-42, EDN: BSJTXM. (In Russian).

8. Babichev A.N., Babenko A.A., 2022. *Vliyanie razlichnykh tipov i vidov melioratsii na vosstanovlenie i povyshenie plodorodiya degradirovannykh pochv* [The effect of various

kinds and types of irrigation on restoration and increase of fertility of degraded soils]. *Melioratsiya i gidrotekhnika* [Land Reclamation and Hydraulic Engineering], vol. 12, no. 1, pp. 157-176, DOI: 10.31774/2712-9357-2022-12-1-157-176, EDN: INKOLR. (In Russian).

9. Dolgoplova N.V., Manshin A.A., Ashirbekov M.Zh., Batrachenko E.A., 2022. *Plo-dorodie pochvy i ustoychivost' sistemy zemledeliya – zalog proizvodstva sel'skokhozyaystven-noy produktsii* [Soil fertility and sustainability of the agricultural system is a guarantee of ag-ricultural production]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bul-let. of Kursk State Agricultural Academy], no. 4, pp. 6-15, EDN: QQKFCR. (In Russian).

10. Klipakova Yu.A., Korotkaya I.A., Chebanova Yu.V., Denisova E.M., 2025. *Iz-menenie svoystv chernozema yuzhnogo v protsesse sel'skokhozyaystvennogo ispol'zovaniya* [Changes in the properties of southern chernozem in the process of agricultural use]. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], vol. 25, no. 04, pp. 530-538, DOI: 10.32417/1997-4868-2025-25-04-530-538, EDN: WAVLGX. (In Russian).

11. Gorbunova Yu.S., Belik A.V., Bozhko S.N., Devyatova T.A., 2021. *Dinamika poka-zateley poglotitel'noy sposobnosti chernozemov* [Dynamics of indicators of the absorption ca-pacity of chernozems]. *Ekologiya* [Ecology], no. 1, pp. 5-9, DOI: 10.24412/1728-323X-2021-1-5-9, EDN: SADVET. (In Russian).

12. *Doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya Rossiyskoy Federatsii v 2020 godu* [Report on the Condition and Use of Agricultural Land in the Russian Federation in 2020]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 2022, 384 p. (In Russian).

13. Zavalin A.A., 2024. *Problemy i puti resheniya tekhnologicheskogo razvitiya zem-ledeliya* [Problems and solutions to the technological development of agriculture]. *Zemledelie* [Far-ming], no. 2, pp. 25-29, DOI: 10.24412/0044-3913-2024-2-25-29, EDN: DJVEIG. (In Russian).

14. Gaevaya E.G., Bezuglova O.S., Nezhinskaya E.N., 2022. *Agrofizicheskie svoystva chernozema obyknovennogo slaberoirovannogo v dlitel'nom opyte v Rostovskoy oblasti* [Agrophysical properties of ordinary slightly eroded chernozem in a long-term experiment in the Rostov region]. *Pochvovedenie* [Eurasian Soil Science], no. 11, pp. 1399-1414, DOI: 10.31857/S0032180X22110053, EDN: GAUHFM. (In Russian).

15. Bazilevich N.I., Pankova E.I., 1968. *Opyt klassifikatsii pochv po zasoleniyu* [Expe-rience in classifying soils by salinity]. *Pochvovedenie* [Soil Science], no. 11, pp. 3-16, EDN: XMKFVB. (In Russian).

16. Bazilevich N.I., Pankova E.I., 1972. *Opyt klassifikatsii pochv po sodержaniyu toksichnykh soley i ionov* [Experience of soil classification by the contents of toxic salts and ions]. *Byulleten' Pochvennogo instituta* [Bullet. of Dokuchaev Soil Science Institute], iss. 5, pp. 36-42, EDN: RNSUYQ. (In Russian).

17. Manzhina S.A., 2021. *K voprosu vyyavleniya khimizma i stepeni zasoleniya pochv: rossiyskie i zarubezhnyye praktiki* [On the issue of chemical mechanism and soil salinity de-gree determination: Russian and foreign practices]. *Melioratsiya i gidrotekhnika* [Land Rec-lamation and Hydraulic Engineering], vol. 11, no. 3, pp. 163-181, DOI: 10.31774/2712-9357-2021-11-3-163-181, EDN: NUDOIO. (In Russian).

Информация об авторах

Ю. А. Клипакова – доцент кафедры растениеводства имени профессора В. В. Калитки, кандидат сельскохозяйственных наук, Мелитопольский государственный университет (272312, Запорожская область, г. о. Мелитополь, г. Мелитополь, пр-кт Богдана Хмельницкого, д. 18), yu.klipakova@mail.ru, ORCID: 0000-0001-7256-9579;

Ю. В. Чебанова – доцент кафедры растениеводства имени профессора В. В. Калитки, кандидат географических наук, Мелитопольский государственный университет (272312, Запорожская область, г. о. Мелитополь, г. Мелитополь, пр-кт Богдана Хмельницкого, д. 18), yu-chebanova@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-8748-9627;

И. А. Короткая – доцент кафедры растениеводства имени профессора В. В. Калитки, кандидат сельскохозяйственных наук, Мелитопольский государственный университет (272312, Запорожская область, г. о. Мелитополь, г. Мелитополь, пр-кт Богдана Хмельницкого, д. 18), korotkaya_irina@mgu-mlt.ru, ORCID: 0009-0007-1550-3427;

Е. М. Денисова – старший преподаватель кафедры растениеводства имени профессора В. В. Калитки, Мелитопольский государственный университет (272312, Запорожская область, г. о. Мелитополь, г. Мелитополь, пр-кт Богдана Хмельницкого, д. 18), elena_denusova@bk.ru, ORCID: 0000-0003-1060-795X.

Information about the authors

Yu. A. Klipakova – Associate Professor of the Department Crop production named after Professor V. V. Kalitka, Candidate of Agricultural Sciences, Melitopol State University (272312, Zaporizhzhia region, Melitopol city district, Melitopol, avenue Bogdan Khmelnytskyi, 18), yu.klipakova@mail.ru, ORCID: 0000-0001-7256-9579;

Yu. V. Chebanova – Associate Professor of the Department Crop production named after Professor V. V. Kalitka, Candidate of Geographical Sciences, Melitopol State University (272312, Zaporizhzhia region, Melitopol city district, Melitopol, avenue Bogdan Khmelnytskyi, 18), Melitopol, Russian Federation, yu-chebanova@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-8748-9627;

I. A. Korotkaya – Associate Professor of the Department Crop production named after Professor V. V. Kalitka, Candidate of Agricultural Sciences, Melitopol State University (272312, Zaporizhzhia region, Melitopol city district, Melitopol, avenue Bogdan Khmelnytskyi, 18), Melitopol, Russian Federation, korotkaya_irina@mgu-mlt.ru, ORCID: 0009-0007-1550-3427;

E. M. Denisova – Senior Lecturer of the Department Crop production named after Professor V. V. Kalitka, Melitopol State University (272312, Zaporizhzhia region, Melitopol city district, Melitopol, avenue Bogdan Khmelnytskyi, 18), Melitopol, Russian Federation, elena_denusova@bk.ru, ORCID: 0000-0003-1060-795X.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

All authors are equally responsible for ethical violations in scientific publications.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 29.07.2025; одобрена после рецензирования 22.09.2025; принята к публикации 25.09.2025.

The article was submitted 29.07.2025; approved after reviewing 22.09.2025; accepted for publication 25.09.2025.