

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2026. № 1(82). С. 21–28.

Buryat Agrarian Journal. 2026;1(82):21–28.

Научная статья

УДК 631.51.012.633:16

DOI: 10.34655/bgsha.2026.82.1.003

## Структурное состояние чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи под посевами ячменя

В.К. Ивченко<sup>1</sup>, В.А. Полосина<sup>2</sup>, Н.М. Богиня<sup>3</sup>, М.В. Луганцева<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

<sup>4</sup>Краевое государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Дивногорский медицинский техникум», Дивногорск, Россия

<sup>1</sup>v.f.ivchenko@mail.ru

<sup>2</sup>Polosina.va@mail.ru

<sup>3</sup>nik\_211@mail.ru

<sup>4</sup>marialuganceva@mail.ru

**Аннотация.** Целью исследований явилось изучить влияние основной обработки почвы на структурное состояние чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи под посевами ячменя. Ячмень высевали в пятипольном зернопаропропашном севообороте сидеральный пар – яровая пшеница – ячмень – кукуруза – яровая пшеница. В качестве контрольного использовали вариант с проведением вспашки, который сравнивали с вариантом без основной обработки почвы. Почвенный покров представлен черноземом выщелоченным, обладающим высоким потенциальным плодородием: содержание гумуса находится в пределах 6,1–8,0 %,  $pH_{KCl}$  – 6,1–7,0. Гранулометрический состав представлен тяжелым суглинком. Опыты закладывали в учхозе «Миндерлинское» Красноярского ГАУ. Установлено, что содержание агрономически ценных воздушно-сухих агрегатов на изучаемых вариантах весной 2018 года (в период посева) в соответствии с градацией Вильямса В.Р. отвечало хорошей оценке. Общее количество агрегатов размером от 0,25 до 10 мм в 2023 году превышало аналогичный показатель, который был получен в 2018 году, и соответствовало отличной оценке. Максимальное количество водопрочных агрегатов в 0–30 см слое в 2023 году в период посева ячменя содержалось в почве варианта без основной обработки почвы и составляло 83,5 %, на варианте со вспашкой – 70,2 %. Величина коэффициента структурности водопрочных агрегатов в слое почвы 0–30 см на варианте без проведения основной обработки почвы составила 5,5, в то время как в почве варианта со вспашкой – 2,5. В целом, отказ от проведения основной обработки обеспечивает благоприятное агрегатное состояние чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи.

**Ключевые слова:** агрегатный состав почвы, основная обработка почвы, водопрочность почвенных агрегатов, чернозем выщелоченный, отвальная обработка, ячмень.

**Благодарности.** Исследование и публикация статьи выполнены при финансовой поддержке КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» в ходе выполнения научных исследований по проекту «Разработка рабочих органов и узлов для посевного комплекса, адаптированного к природно-производственным условиям Красноярского края».

## Structural state of leached chernozem of Krasnoyarsk forest-steppe under barley crops

Vladimir K. Ivchenko<sup>1</sup>, Valentina A. Polosina<sup>2</sup>, Nikolai M. Boginya<sup>3</sup>,  
Maria V. Lugantseva<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

<sup>4</sup>Divnogorsk medical college, Divnogorsk, Russia

<sup>1</sup>v.f.ivchenko@mail.ru

<sup>2</sup>Polosina.va@mail.ru

<sup>3</sup>nik\_211@mail.ru

<sup>4</sup>marialuganceva@mail.ru

**Abstract.** The aim of the research was to study the effect of basic soil cultivation on the structural state of leached chernozem in the Krasnoyarsk forest-steppe sown with barley crops. Barley was sown in the five-field crop rotation: green manure fallow - spring wheat – barley – corn – spring wheat. The option with plowing was used as a control one, which was compared with a no basic soil cultivation option. Soil cover was represented by leached chernozem possessing a high productive potential: humus content was ranged from 6.1 to 8.0% with a neutral reaction of the soil solution ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ) ranging from 6.1 to 7.0. Granulometric composition was represented by heavy clay loam. The studies were carried out at the Minderlinskoye educational and experimental farm of Krasnoyarsk State Agrarian University. It was found out that the soil content of agronomically valuable air-dry aggregates in the spring of 2018 (during the sowing period) corresponded to a good rating according to the Williams V.R. gradation. The amount of agronomically valuable aggregates with the sizes from 0.25 to 10 mm in 2023 was higher than in 2018 and corresponded to an excellent rating mark. The maximum number of water-resistant aggregates in the 0-30 cm soil layer in 2023 during the sowing period of barley was contained in the soil in the option without basic soil cultivation and was equaled to 83.5%, while in the option with basic soil cultivation, the number was lower – 70.2 %. The rate of the structural properties coefficient of water-resistant aggregates in the soil layer of 0-30 cm was 5.5 in the variant without performing basic soil cultivation and 2.5 with plowing. In general, minimization of the leached chernozem basic soil cultivation in the Krasnoyarsk forest-steppe provides favourable aggregate soil structure.

**Keywords:** soil aggregate composition, basic cultivation of soil, water stability of soil aggregates, leached chernozem, moldboard cultivation, barley.

**Acknowledgments.** The research and publication of the article were performed with the financial support of the Krasnoyarsk Regional Fund of Science and Technology Support during the scientific research on the project “Development of working bodies and units for a seeding complex adapted to the natural and production conditions of the Krasnoyarsk Territory”.

**Введение.** Почва является сложной неоднородной системой, которая характеризуется наличием целого ряда свойств. Одним из таких показателей является структура почвы, которая играет очень важную роль в формировании уровня урожайности сельскохозяйственных культур.

Роль и значение структуры почвы представлены в работах целого ряда ученых [1, 2].

Столь пристальное внимание к данному показателю объясняется тем, что в

структурной почве создаются оптимальные условия для роста и развития сельскохозяйственных растений [3, 4, 5]. Это в конечном итоге обеспечивает наиболее благоприятные условия для роста и развития растений.

Обработка почвы является действенным способом влияния на агрегатный состав почвы [6]. Она может как разрушать структурный состав почвы, так и способствовать его поддержанию на оптимальном уровне [7, 8].

В настоящее время в условиях вне-

дрения энергосберегающих технологий обработки почвы роль и значение этого показателя существенно возрастает. Ведь при обработке структурной почвы требуются меньшие тяговые усилия, а качество обработки в этом случае получается более высокое. В то же время с экологической точки зрения прочная структура препятствует воздействию на почву водной и ветровой эрозии, такая почва меньше уплотняется под действием почвообрабатывающих и уборочных машин.

Многочисленные данные свидетельствуют, что снижение уровня интенсивности обработки за счет минимализации не способствует ухудшению структурного состава почвы [9, 10, 11].

С агрономической точки зрения наиболее благоприятной структурой отличаются почвы с размером агрегатов от 0,25 до 10 мм. И в большинстве случаев этот показатель берется в основу качественной характеристик почвы с точки зрения ее структурного состояния.

Из литературы известно [2], что черноземные почвы Красноярской лесостепи обладают хорошими водно-физическими свойствами. При описании почвенного профиля наших черноземов выщелоченных многие исследователи отмечают наличие комковато-зернистой структуры.

В связи с этим **целью исследований** явилось установить влияние основной обработки почвы на структурное состояние чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи под посевами ячменя.

**Объекты и методы исследования.** Полевые опыты заложены на черноземе выщелоченном Красноярской лесостепи тяжелосуглинистого гранулометрического состава с содержанием гумуса от 6,1 и до 8,0 %. Величина  $pH_{KCl}$  варьировала в пределах 6,1–7,0.

Исследования проводили в 2018 и 2023 годах под посевами ячменя сорта Ача в пятипольном зернопаропропашном севообороте со следующим чередованием культур: сидеральный пар – яровая пшеница – ячмень – кукуруза – яровая пшеница.

Схема опыта включала в себя следующие варианты: 1. Отвальная обработка (вспашка на 20–22 см).

2. Без основной обработки почвы.

Технология возделывания культур – общепринятая для данной почвенно-климатической зоны. Срок посева ячменя – 3-я декада мая. Посев проводили сеялкой AGRATOR 4800 на глубину 5-7 см. В фазу кущения посевы ячменя обрабатывали баковой смесью гербицидов Пума Супер 7,5 и Секатор Турбо. Нормы внесения соответствовали рекомендациям производителя.

Учет урожая зерна ячменя выполняли комбайном.

Основные вопросы методики проведения полевого опыта были изложены ранее [12].

Структуру почвы определяли по Н.И. Саввинову (сухое просеивание) и на приборе И.М. Бакшеева («мокрое» просеивание).

**Результаты исследований и их обсуждение.** По мнению Вадюниной А.Ф. и Корчагиной З.А. [13], содержание воздушно-сухих агрегатов различного размера является важным количественным показателем структуры почвы. Результаты исследований по изучению влияния основной обработки на структуру почвы представлены на рисунке 1.

Из представленных данных на рисунке 1 следует, что содержание структурных отдельностей размером 0,25 – 10 мм в 0-30 см слое почвы в период посева на варианте с отвальной обработкой составляет 73,7 %, а на варианте без ее проведения – 72,5 %.

Оценивая структурное состояние чернозема выщелоченного по содержанию агрегатов размером от 0,25 и до 10 мм, можно отметить, что оно соответствует хорошей оценке.

Осенью содержание агрегатов в слое почвы 0-30 см на варианте с отвальной обработкой составляет 73,0 %, а без нее – 77,7 %.

В летний период 2018 года, начиная от посева и до уборки ячменя, показатели структурного состояния не выходили за

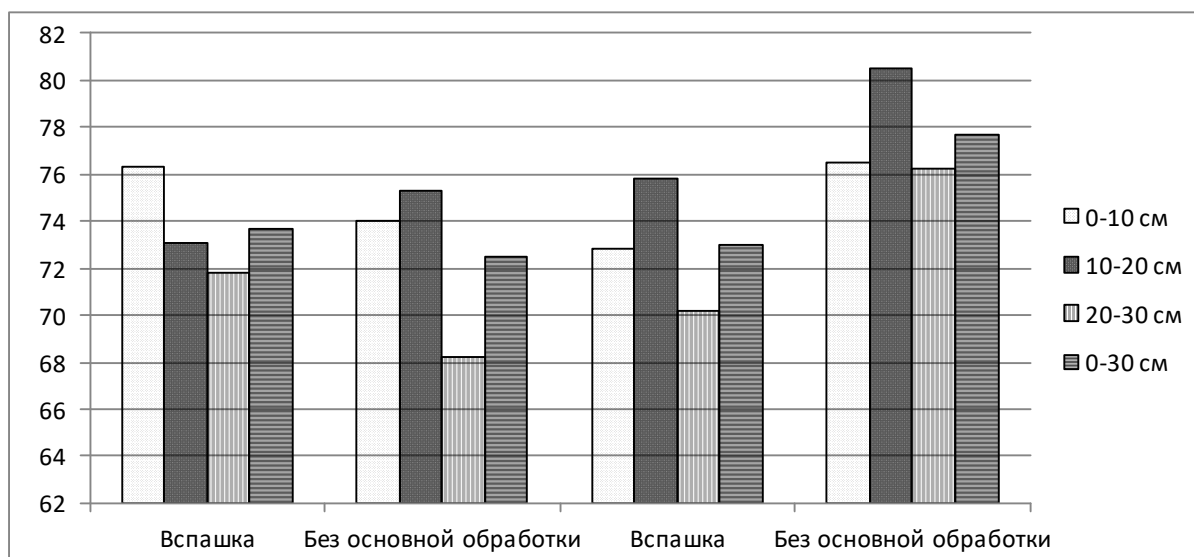


Рисунок 1. Содержание агрегатов размером 0,25-10 мм в почве в период посева и уборки ячменя в 2018 году, %

пределы хорошей оценки структурного состояния. При этом, существенного изменения содержания отмеченной фракции в почве изученных вариантов не установлено.

Коэффициент структурности в слое почвы 0-30 см при проведении вспашки составлял 2,8 весной и 2,7 осенью. В почве варианта без основной обработки эти значения были, соответственно, 2,6 и 3,5.

Существенную роль при оценке устойчивости почв против ветровой эрозии имеет содержание агрегатов размером более 1 мм.

Расчеты показывают, что чернозем

выщелоченный Красноярской лесостепи имеет высокую устойчивость против ветра, поскольку коэффициент ветроустойчивости на варианте с отвальной обработкой составляет 62,9 %, а там, где основная обработка почвы не проводилась, этот показатель составлял 73,2 %.

Таким образом, при отказе от проведения отвальной обработки почвы отмечается тенденция к повышению устойчивости структуры чернозема выщелоченного.

На рисунке 2 представлены экспериментальные данные определения агрегатного состава почвы в 2023 году.

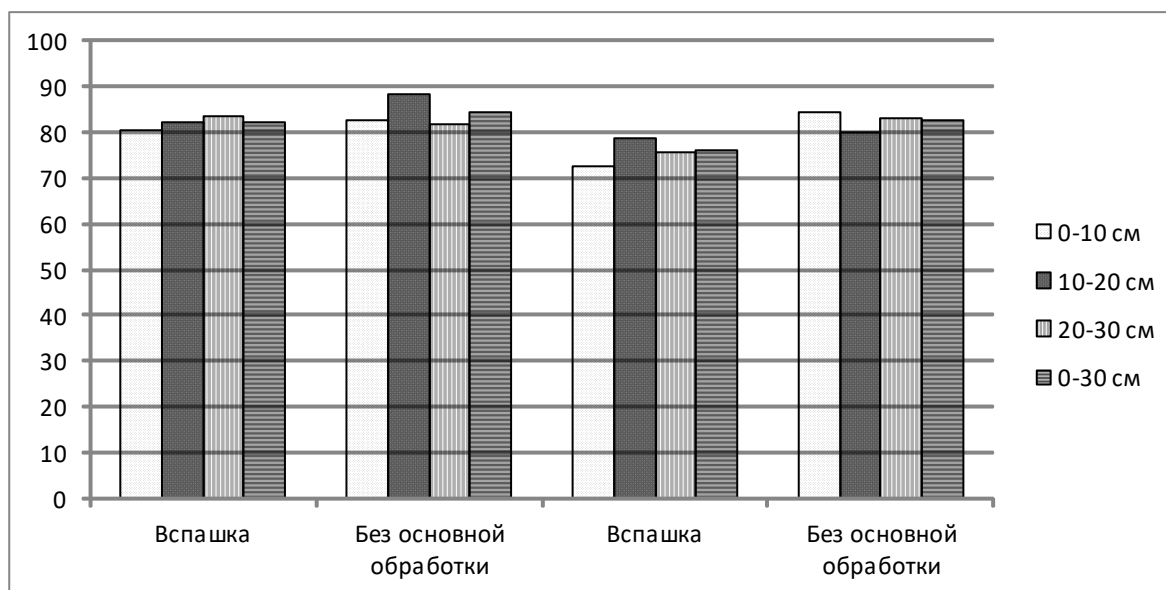


Рисунок 2. Содержание агрономически ценных агрегатов размером 0,25-10 мм в почве в период посева и уборки ячменя в 2023 году, %

Результаты свидетельствуют, что показатель содержания воздушно-сухих структурных агрегатов в 2023 году в слое почвы 0-30 см на варианте со вспашкой был выше, чем в 2018 году.

Возможно, положительную роль могли сыграть растительные остатки при использовании сидерального горчичного пара.

Вариант без проведения основной обработки почвы в период от посева до уборки (2023 год) характеризовался более стабильными показателями содержания агрегатов размером от 0,25 до 10 мм и величиной коэффициента структурности по сравнению с вариантом, на котором выполнялась вспашка.

Так, если в период посева ячменя величина коэффициента структурности составляла в почве этого варианта 5,6, то осенью она не снизилась ниже 5,5. На варианте же с отвальной обработкой величина этого показателя была, соответ-

ственно, 4,6 – весной и 3,2 – осенью.

На варианте без проведения основной обработки установлена тенденция увеличения агрегатов размером 1-3 мм, по сравнению с вариантом с отвальной обработкой. Одновременно с этим отмечена тенденция снижения агрегатов размером более 10 мм на варианте без основной обработки. Аналогичный факт отмечен в исследованиях [14].

В то же время количество агрегатов крупнее 1 мм в почве изученных вариантов практически не изменилось и составило в почве варианта со вспашкой 85,4%, а без основной обработки – 86,9%.

Более стабильным показателем структурного состояния почвы является ее водопрочность.

Оценка экспериментальных данных показателя водопрочности агрегатов свидетельствует о преимуществе варианта без проведения основной обработки почвы (рис. 3).

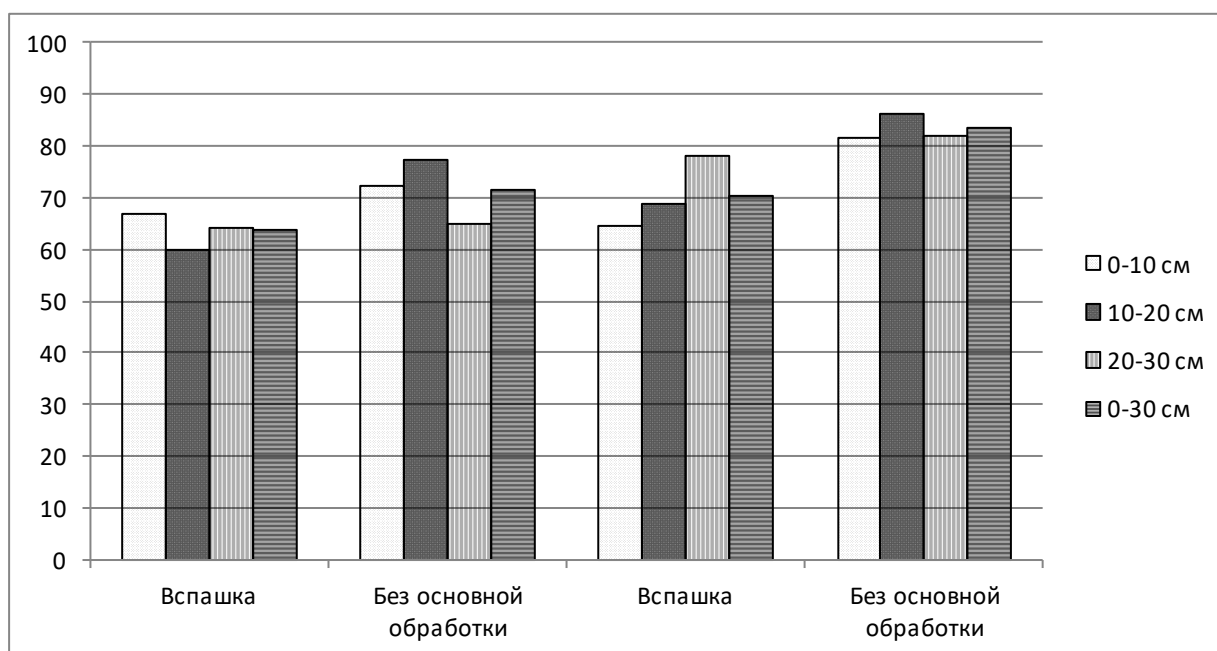


Рисунок 3. Содержание водопрочных агрегатов в почве в период посева ячменя в 2018 и 2023 году, %

Положительное влияние отказа от основной обработки почвы в наибольшей степени проявилось на показателе водопрочности структуры по сравнению с данными определения воздушно-сухих агрегатов. Подобный факт уже был установлен в исследованиях [8].

Так, если в слое почвы 0-30 см весной 2023 года на варианте со вспашкой содержание водопрочных агрегатов составило 70,2 %, то в почве варианта без основной обработки этот показатель достигал 83,5 %. Разница является достоверной ( $НСР_{05}$  составляет 12,1%).

Аналогичная картина наблюдается также и в отношении коэффициента структурности водопрочных агрегатов. Если в верхнем 0-30 см слое почвы варианта с проведением отвальной обработки величина коэффициента структурности водопрочных агрегатов составляла 2,5, то в подобном же слое варианта без основной обработки почвы этот показатель достигал 5,5.

Проведенные нами исследования показали, что процессы восстановления структуры в почве варианта без применения основной обработки идут более интенсивно, чем при проведении вспашки.

Столь значительные изменения в динамике показателей, характеризующих структуру почвы чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи на варианте без применения основной обработки, возможно объяснить усилением природного процесса восстановления структуры почвы при снижении интенсивности воздействия на почву почвообрабатывающими орудиями [8]. Одним из факторов, способствующих усилению этого процесса, могут быть также дождевые черви

[15,16]. При отборе почвенных образцов в 2023 году нами были отмечены единичные случаи обнаружения дождевых червей в почве варианта, на котором с 2016 года не применялась основная обработка. В то же время на варианте со вспашкой подобного факта установлено не было.

В среднем, за период проведения исследований урожайность зерна ячменя на варианте с проведением вспашки составила 30,6 ц/га, без проведения основной обработки почвы – 27,4 ц/га.

**Заключение.** Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что отказ от проведения основной обработки почвы в зернопаропропашном севообороте обеспечивает благоприятное агрегатное состояние чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи. Происходит увеличение агрономически ценных агрегатов, определенных методом сухого просеивания в 0-30 см слое, по Н.И. Саввинову. Количество водопрочных агрегатов в почве в этом случае повышается на 13,3%, по сравнению с вариантом с классической отвальной обработкой.

#### Список источников

1. Дубовик Е.В., Дубовик Д.В. Изменение макроструктурного состояния почвы при различных способах обработки чернозема типичного при выращивании сои // Российская сельскохозяйственная наука. 2022. № 3. С. 3-7. DOI: 10.31857/S2500262722030012. EDN: GBOSBZ
2. Вередченко Ю.П. Агрофизическая характеристика почв центральной части Красноярского края. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 175 с.
3. Шевченко В.А., Соловьев А.М., Матюк Н.С. Оптимизация агрофизических показателей плодородия мелиорированных земель Верхневолжья с помощью основной обработки почвы при возделывании кукурузы // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2019. № 3. с. 22-25. DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/22-25. EDN: ZUVWQH
4. Тронина Л.О. Влияние минимизации обработки на агрофизические свойства дерново-среднеподзоленной почвы // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 6. С. 31-34. DOI: 10.30850/vrsn/2020/6/31-34. EDN: OODQZI
5. Кураченко Н.Л., Колесников А.С. Влияние обработки почвы на структурное состояние агрочернозема Красноярской лесостепи // Вестник КрасГАУ. 2023. № 9 (198). С. 47-52. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-9-47-52. EDN: LKEIKZ
6. Гармашов В.М., Говоров В.Н. Влияние различных обработок почвы на структурно-агрегатное состояние чернозема обыкновенного при возделывании кукурузы на зерно // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия : сборник докладов XV Международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева», Курск, 28–29 мая 2020 года. Курск: ФГБНУ «Курский ФАНЦ», 2020. С. 85-89. EDN HEVTKV.
7. Николаев В.А., Мазилов М.А., Зинченко С.И. Влияние разных способов обработки на агрофизические свойства и структурное состояние почвы // Земледелие. 2015. № 5. С. 18-20. EDN: UGTHRZ
8. Юдин С.А., Ермолаев Н.Р., Белобров В.П. Восстановление структуры и почвозащитная роль прямого посева в черноземах и каштановых почвах Ставропольского края // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2024. № 121. С. 86-110. DOI: 10.19047/0136-1694-2024-121-86-110. EDN: HFOYWI

9. Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Влияние различных систем основной обработки почвы на структурное состояние чернозёма типичного // Аграрная Россия. 2019. № 2. С. 8-11. DOI: 10.30906/1999-5636-2019-2-8-11. EDN: VXHNIW
10. Казеев К.Ш., Мокриков Г.В., Акименко Ю.В. Влияние технологии No-till на экологическое состояние черноземов южных Ростовской области // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 1. С. 7-11. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10101. EDN: NYIHCN
11. Влияние минимальной обработки на структурное состояние почвы / В.Н. Романов, А.П. Шевырногов, В.К. Ивченко [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2022. № 5 (182). С. 58-65. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-5-58-65. EDN: VXMFYD
12. Ивченко В.К., Полосина В.А., Богиня Н.М. Эффективность основной обработки почвы, гербицидов и предшественников в снижении засоренности посевов, почвы и зерна яровой пшеницы // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2024. № 4 (77). С. 21-27. DOI: 10.34655/bgsha.2024.77.4.003. EDN: QMOPUF
13. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
14. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Трансформация структурного состояния почвенных горизонтов темно-серой лесной почвы при различных системах обработки // Плодородие. 2024. № 3 (138). С. 25-30. DOI: 10.24412/1994-8603-2024-3138-25-30. EDN: ERFNOA
15. Влияние традиционной и минимальных систем обработки почвы на изменения почвенного плодородия / П.П. Васюков, Г.В. Чуварлеева, Г.М. Лесовая, А.А. Мнатсаканян // Таврический вестник аграрной науки. 2016. № 3 (7). С. 50-59. EDN: XIDEUB
16. Кутовая О.В., Никитин Д.А., Гераськина А.П. Технология no-till как фактор активности почвенных беспозвоночных в агрочерноземах Ставропольского края // *Сельскохозяйственная биология*. 2021. Т. 56. № 1. С. 199-210. DOI: 10.15389/agrobiology.2021.1.199rus. EDN: TSZKSY

#### References

1. Dubovik E.V., Dubovik D.V. Changes in the macrostructural state of the soil under various methods of processing chernozem typical for growing soybeans. *Russian Agricultural Science*. 2022;3:3-7 (In Russ.). DOI: 10.31857/S2500262722030012.
2. Veredchenko Yu.P. Agrophysical characteristics of soils in the central part of the Krasnoyarsk Territory. Moscow, Publ. House of the USSR Academy of Sciences, 1961. 175 p. (In Russ.)
3. Shevchenko V.A. Optimization of agrophysical fertility indicators of reclaimed lands of the Upper Volga region using basic tillage during corn cultivation. *Bulletin of Russian Agricultural Science*. Moscow. 2019;3:22-25 (In Russ.). DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/22-25
4. Tronina L.O. The effect of minimizing cultivation on the agrophysical properties of sod-medium-saline soil. *Bulletin of the Russian Agricultural Science*. 2020;6:31-34 (In Russ.). DOI: 10.30850/vrsn/2020/6/31-34
5. Kurachenko N.L. The influence of tillage on the structural state of agrochernozem of the Krasnoyarsk forest-steppe. *Bulletin of KSAU*. 2023;9(198): 47-52 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-9-47-52
6. Garmashov V.M., Govorov V.N. The influence of various soil treatments on the structural and aggregate state of common chernozem during corn cultivation for grain. *Actual problems of soil science, ecology and agriculture: Collection of reports of the XV Int. Sci. and Pract. Conf. of the Kursk branch of the NGO «Society of Soil Scientists named after V.V. Dokuchaev»*. Kursk, 2020. Pp. 85-89 (In Russ.)
7. Nikolaev V.A., Mazirov M.A., Zinchenko S.I. The influence of different cultivation methods on the agrophysical properties and structural state of the soil. *Zemledelie*. 2015;5:18-20 (In Russ.)
8. Yudin S.A. Restoration of the structure and the soil protection role of direct sowing in chernozems and chestnut soils of the Stavropol Territory. *Bulletin of the V.V. Dokuchaev Soil Institute*. 2024;121:86-110 (In Russ.). DOI: 10.19047/0136-1694-2024-121-86-110
9. Vorontsov V.A., Skorochkin Yu.P. The influence of various basic tillage systems on the structural state of typical chernozem. *Agrarian Russia*. 2019;2:8-11. (In Russ.). DOI: 10.30906/1999-5636-2019-2-8-11
10. Kazeev K.Sh., Mokrikov G.V., Akimenko Yu.V. The influence of No-till technology on the ecological state of the chernozems of the southern Rostov. *Achievements of science and technology of the agroindustrial complex*. 2020;Vol. 34, No1:7-11 (In Russ.). DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10101
11. Romanov V.N., Shevymogov A.P., Ivchenko V.K. [et al.]. The influence of minimal tillage on the structural state of the soil. *Vestnik of KGAU*. 2022;5(182):58-65 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-5-58-65
12. Ivchenko V.K., Polosina V.A., Boginya N.M. Efficiency of primary tillage, herbicides and predecessors in reducing weed infestation of crops, soil and grain of spring wheat. *Buryat Agrarian Journal*. 2024;4(77):21-27 (In Russ.). DOI: 10.34655/bgsha.2024.77.4.003
13. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Methods of studying the physical properties of soils. Moscow: Agropromizdat, 1986. 415 p.
14. Perfiliev N.V. Transformation of the structural state of soil horizons of dark gray forest soil under various treatment systems. *Plodородие*. 2024;3(138):25-30. (In Russ.). DOI: 10.24412/1994-8603-2024-3138-25-30

15. Vasyukov P.P., Chuvarleeva G.V., Lesovaya G.M., Mnatsakanyan A.A. The Impact of Traditional and Minimal Tillage Systems on Changes in Soil Fertility. *Tavrisheskiy Vestnik Agrarnoy Nauki*. 2016;3(7):50-59.
16. Kutovaya O.V., Nikitin D.A., Geraskina A.P. No-till technology as a factor in the activity of soil invertebrates in agrochernozems of the Stavropol Territory. *Agricultural Biology*. 2021;Vol.56,No1:199-210 (In Russ.). DOI: 10.15389/agrobiology.2021.1.199rus.

#### **Информация об авторах**

**Владимир Кузьмич Ивченко** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, кафедра общего земледелия и защиты растений, институт агроэкологических технологий, Красноярский государственный аграрный университет;

**Валентина Анатольевна Полосина** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, кафедра общего земледелия и защиты растений, институт агроэкологических технологий, Красноярский государственный аграрный университет;

**Николай Михайлович Богиня** – аспирант кафедры механизации и технического сервиса в АПК, Красноярский государственный аграрный университет;

**Мария Владимировна Луганцева** – кандидат биологических наук, заместитель директора по методической работе, Дивногорский медицинский техникум.

#### **Information about the authors**

**Vladimir K. Ivchenko** – Doctor of Science (Agriculture), Professor, Chair of General Agriculture and Plant Protection, Institute of Agroecological Technologies, Krasnoyarsk State Agrarian University;

**Valentina A. Polosina** – Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, Chair of General Agriculture and Plant Protection, Institute of Agroecological Technologies, Krasnoyarsk State Agrarian University;

**Nikolai M. Boginya** – Postgraduate student, Chair of Mechanization and Technical Service in AgrolIndustrial complex, Krasnoyarsk State Agrarian University;

**Maria V. Lugantseva** – Candidate of Science (Biology), deputy director for methodological work, Divnogorsk medical college.

Статья поступила в редакцию 08.07.2025; одобрена после рецензирования 24.12.2025; принята к публикации 27.01.2026.

The article was submitted 08.07.2025; approved after reviewing 24.12.2025; accepted for publication 27.01.2026.