

ОСОБЕННОСТИ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ТЕХНОЛОГИИ ПРЯМОГО ПОСЕВА

✉ Бильдиева Е.А., Ерошенко Ф.В.

Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр

Ставропольский край, г. Михайловск, Россия

✉ e-mail: bildieva@rambler.ru

Представлены результаты исследования азотного питания растений озимой пшеницы, возделываемой по технологии прямого посева в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Исследования проводили в 2020–2022 гг. в стационарном опыте по двум технологиям: прямого посева (без обработки почвы) и общепринятой технологии на различных фонах минерального питания. Изучали накопление азота в органах растений на разных этапах развития озимой пшеницы (по методике В.Т. Куркаева) и активность фермента нитратредуктазы в листьях (по методике Мульдера в модификации Б.И. Токарева). Установлено, что применение минеральных удобрений в технологии прямого посева положительно влияет на такой физиологический процесс, как минеральное питание растений озимой пшеницы, существенно увеличивая накопление в них азота. Использование почвопокровной культуры в севообороте по технологии прямого посева увеличило содержание азота в растениях озимой пшеницы на 32,7% по сравнению с вариантом, где применяли только удобрения, в общепринятой технологии – на 29,1% по отношению к варианту с тем же фоном минерального питания. Высокая активность фермента нитратредуктазы в листьях в репродуктивный период свидетельствует о наличии большого количества нитратов в растениях озимой пшеницы. Активность фермента в листьях растений, выращенных по технологии без обработки почвы на фоне применения удобрений и почвопокровной культуры, была существенно выше, чем на остальных вариантах в начале репродуктивного периода (на 72–89%), и достигала максимального значения через 14 дней (4,15 мкМ/г·ч).

Ключевые слова: озимая пшеница, технология прямого посева, почвопокровная культура, минеральное питание, содержание азота, нитратредуктаза

SPECIFIC FEATURES OF NITROGEN NUTRITION OF WINTER WHEAT IN NO-TILL TECHNOLOGY

✉ Bildieva E.A., Eroshenko F.V.

North Caucasus Federal Agrarian Research Centre

Mikhailovsk, Stavropol Territory, Russia

✉ e-mail: bildieva@rambler.ru

The results of the study of nitrogen nutrition of winter wheat plants cultivated by No-till technology in the zone of unstable moisture in the Stavropol Territory are presented. The studies were conducted in 2020–2022 in a stationary experiment using two technologies: direct seeding (no tillage) and conventional technology on different backgrounds of mineral nutrition. Nitrogen accumulation in plant organs at different stages of winter wheat development (by V.T. Kurkaev method) and nitrate reductase enzyme activity in leaves (by Mulder method modified by B.I. Tokarev) were studied. It has been established that the use of mineral fertilizers in the technology of direct seeding has a positive effect on such a physiological process as mineral nutrition of winter wheat plants significantly increasing the accumulation of nitrogen in them. The use of a cover-ground culture in the crop rotation by direct seeding technology contributed to an increase in the nitrogen content in winter wheat plants by 32.7% compared to the variant where only fertilizers were used, as well as by 29.1% compared to the variant with the same background mineral nutrition in conventional technology. High activity of nitrate reductase enzyme in leaves during the reproductive period indicates the presence of large amounts of nitrates in winter wheat plants. The enzyme activity in the leaves of plants grown according to the technology without soil treatment against the background of using fertilizers and cover-ground cultures was significantly higher than in the other variants at the beginning of the reproductive period (by 72–89%) and reached its maximum after 14 days (4.15 μM/g·h).

Keywords: winter wheat, No-till technology, cover-ground culture, mineral nutrition, nitrogen content, nitrate reductase

Для цитирования: Бильдиева Е.А., Ерошенко Ф.В. Особенности азотного питания озимой пшеницы в технологии прямого посева // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 2. С. 16–24. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-2-2>

For citation: Bildieva E.A., Eroshenko F.V. Specific features of nitrogen nutrition of winter wheat in No-till technology. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 2, pp. 16–24. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-2-2>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Деградация и снижение плодородия сельскохозяйственных земель являются всероссийской проблемой [1–4]. В связи с этим разрабатывается национальная стратегия, решающая задачи продовольственной безопасности, сохранения экосистем, адаптации к изменению климата, а также восстановления плодородия сельскохозяйственных земель. В настоящее время актуален переход на экологически безопасные технологии, однако не все сельхозпроизводители согласны отказаться от традиционно используемых технологий [5–9]. Поэтому необходимо формировать у аграриев понятия о научно обоснованном подходе к земледелию, о наличии технологий, которые позволяют получать высокую урожайность, сохраняя плодородие почв и ресурсы [10–12].

К системам земледелия, позволяющим восстановить плодородие, относится технология прямого посева [13, 14]. Однако в процессе перехода на данную технологию производства сельскохозяйственных культур без внесения удобрений сложно получить высокую урожайность. Постепенно снизить дозы вносимых удобрений возможно при использовании в севообороте почвопокровных культур, которые являются постоянно возобновляемым источником биологического азота в почве [15]. Почвопокровные сидеральные культуры являются холодостойкими, накопление их биомассы происходит в периоды, незадействованные основными культурами севооборота, что позволяет рационально использовать почвенно-климатические условия региона. Возделывание почвопокровных культур позволяет формировать органические удобрения непосредственно на поле. В процессе разложения

органических остатков происходит высвобождение элементов питания, поэтому, чтобы восстановить плодородие почвы, необходимо постоянно обогащать почву свежим органическим веществом [16, 17].

Цель исследований – изучить особенности азотного питания растений озимой пшеницы при возделывании по технологии прямого посева.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2020–2022 гг. на экспериментальном стационаре Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра, расположенном в третьей почвенно-климатической зоне Ставропольского края – зоне неустойчивого увлажнения. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный среднесуглинистый, характеризуется низким содержанием гумуса (3,87%) и нитратного азота (11,9 мг/кг почвы), средним содержанием подвижного фосфора (18,7 мг/кг) (по Мачигину) и средней обеспеченностью обменным калием (245 мг/кг).

В качестве объекта исследований выбран сорт мягкой озимой пшеницы Виктория одесская. Озимая пшеница размещена в севообороте: горох – озимая пшеница – подсолнечник – кукуруза. Делянки площадью 300 м² в опыте размещены в два яруса в трехкратной повторности (учетная площадь 30 м²): 1) технология прямого посева – No-till (без обработки почвы); 2) общепринятая технология (традиционная технология с обработкой почвы, рекомендованная научными учреждениями для зоны неустойчивого увлажнения).

Каждый ярус разделен на три варианта:

- 1) без удобрений;
- 2) удобрённый (N₉₀P₆₀K₆₀);

3) удобренный ($N_{90}P_{60}K_{60}$) на фоне применения почвопокровной культуры (ППК) перед посевом предшественника озимой пшеницы – гороха.

Посев озимой пшеницы проводили в оптимальные для почвенно-климатической зоны сроки – I декада октября, норма высева – 4,5 млн семян/га (210 кг/га).

В технологии без обработки почвы посев производили сеялкой прямого посева GIMETAL с одновременным внесением минеральных удобрений. Традиционная технология включает двукратное лущение сразу после уборки предшественника, предпосевную культивацию, посев сеялкой СЗ-3,6 с внесением минеральных удобрений и прикатывание ЗКШ-6. Подкормка аммиачной селитрой, обработка гербицидом и фунгицидом произведены с помощью РМГ-4 и ОП-2000. Уборка урожая осуществлена комбайном Сампо-130.

В качестве почвопокровной культуры применяли озимую рожь, которую сеяли после уборки кукурузы (в зависимости от погодных условий года срок сева варьировал от II декады сентября до I декады октября). Весной перед посевом гороха в технологии прямого посева рожь уничтожали гербицидом сплошного действия, в общепринятой технологии проводили обработку почвы дисковой бороной.

В качестве минеральных удобрений применяли нитроаммофоску ($N_{16}P_{16}K_{16}$) и аммиачную селитру (N_{34}). Общая доза минеральных удобрений составляла ($N_{90}P_{60}K_{60}$): ($N_{60}P_{60}K_{60}$) – вносили нитроаммофоску вразброс перед посевом 250 кг/га и при посеве сеялкой 125 кг/га, (N_{30}) – аммиачную селитру в фазу весеннего кушения вносили вразброс 88 кг/га.

Показатели роста и развития растений озимой пшеницы изучали согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Определение активности нитратредуктазы проводили по

методике Мюльдера в модификации Б.И. Токарева¹, содержания азота в растениях и зерне – по методике В.Т. Куркаева² с соавторами. Учет урожайности проводили методом прямого комбайнирования в фазу полной спелости зерна. Достоверность полученных данных оценивали методом статистического анализа с помощью программ AgCStat и Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Одним из главных физиологических процессов в растительном организме является метаболизм азота, так как азот – это ключевой компонент простых и сложных белков, нуклеиновых кислот, хлорофилла, ферментов, алкалоидов и многих других органических веществ, имеющих большое значение в обмене веществ.

Многочисленными исследованиями установлено, что около 70% азота, накопленного растениями озимой пшеницы в процессе вегетации, поступает до начала репродуктивного периода, затем его потребление замедляется, и оставшаяся часть поглощается уже в период налива зерна. Однако анализ динамики накопления азота растениями озимой пшеницы в наших исследованиях показал, что данная закономерность характерна только для посевов по общепринятой технологии (см. рис. 1).

Процесс накопления азота в растениях озимой пшеницы, возделываемой по технологии прямого посева, до начала репродуктивного периода протекает менее интенсивно, чем при общепринятой технологии. Так, в фазе выхода в трубку на фоне без применения удобрений по технологии прямого посева содержание азота в растениях озимой пшеницы было на 27,9% ниже, чем при общепринятой технологии. На удобренном фоне разница составила 20,4%, на фоне с применением почвопокровной культуры – 20,0%. К фазе колошения на неудобренном фоне разница в содержании азота увеличилась, а на фоне применения удобрений – сокра-

¹Токарев Б.И. Методы определения величины нитратредуктазной активности у пшеницы и ячменя // Научные труды Сибирского отделения ВАСХНИЛ. Новосибирск, 1977. С. 58–65.

²Куркаев В.Т., Ерошкина С.М., Пономарев А.Н. Сельскохозяйственный анализ и основы биохимии. М.: Колос, 1977. 239 с.

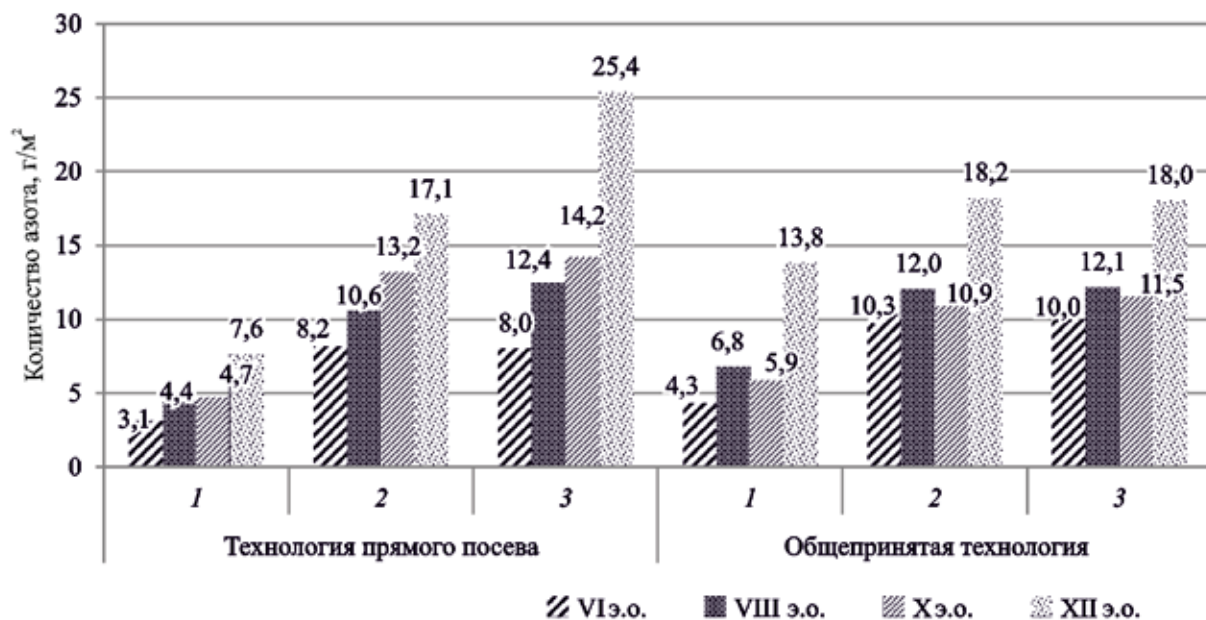


Рис. 1. Динамика накопления азота в растениях озимой пшеницы (среднее за 2020–2022 гг.) в вариантах: 1 – без удобрений; 2 – удобрённый; 3 – удобрённый ППК (различия значимы для $p < 0,05$, $t_{\text{ст}} = 3,5$, $t_{\text{крит}} = 2,23$)

Fig. 1. Dynamics of nitrogen accumulation in winter wheat plants (on average for 2020–2022) in the variants: 1 – no fertilizer; 2 – fertilized; 3 – CGC fertilized (differences significant for $p < 0.05$, $t_{\text{st}} = 3.5$, $t_{\text{crit}} = 2.23$)

тилась до 11,7%. На варианте, где удобрения вносили на фоне применения почвопокровной культуры, в растениях, возделываемых по технологии прямого посева, количество азота на 2,4% превышало данный показатель у посевов по общепринятой технологии. На X этапе органогенеза (э.о.) у посевов по общепринятой технологии отмечали снижение концентрации азота на всех вариантах, тогда как у растений на вариантах с технологией прямого посева, напротив, его содержание возрастало на 6,4–19,7% по отношению к VIII этапу органогенеза. К концу вегетации наиболее высоким содержанием азота отличались растения озимой пшеницы, возделываемой по технологии прямого посева, на варианте с внесением удобрений на фоне почвопокровной культуры – 25,4 г/м², что на 29,1% выше, чем на том же фоне по общепринятой технологии, и на 28,3% – на удобрённом фоне.

Главным источником азота для растений, которые не фиксируют его в симбиозе с микроорганизмами, являются минеральные формы азота в почвах – нитраты, нитриты и аммиак. Высшие растения ассимилируют неорганический азот преимущественно

в форме нитратов, которые внутри клеток восстанавливаются до аммония и включаются в синтез аминокислот. Ферментом, отвечающим в растении за восстановление нитрата до нитрита, является нитратредуктаза, активность которой индуцируется путем внесения субстрата, то есть, чем больше нитратов поступает в растение, тем выше активность фермента. Процесс восстановления нитратов осуществляется в корнях и в листьях растений. Озимая пшеница обладает достаточно высокой способностью к восстановлению нитратов наземной частью. Наибольшей активностью в восстановлении азота к началу репродуктивного периода обладает флаговый лист [18].

Изучение активности нитратредуктазы во флаговых листьях озимой пшеницы проводили во все годы исследований. Однако если в 2020 г. более высокая активность этого фермента отмечена на вариантах, где содержание азота к концу вегетации было выше, то в 2021 г. наиболее активной нитратредуктаза была на вариантах без удобрений. Поэтому в 2022 г. активность нитратредуктазы определяли дважды, в начале фазы колошения (30 мая)

и спустя две недели (14 июня). Установлено, что в начале репродуктивного периода активность фермента в листьях была достаточно низкой практически на всех вариантах опыта и варьировала от 0,2 до 0,51 мкМ/г·ч, за исключением варианта с применением удобрений на фоне почвопокровной культуры по технологии прямого посева, где она составила 1,82 мкМ/г·ч (см. рис. 2).

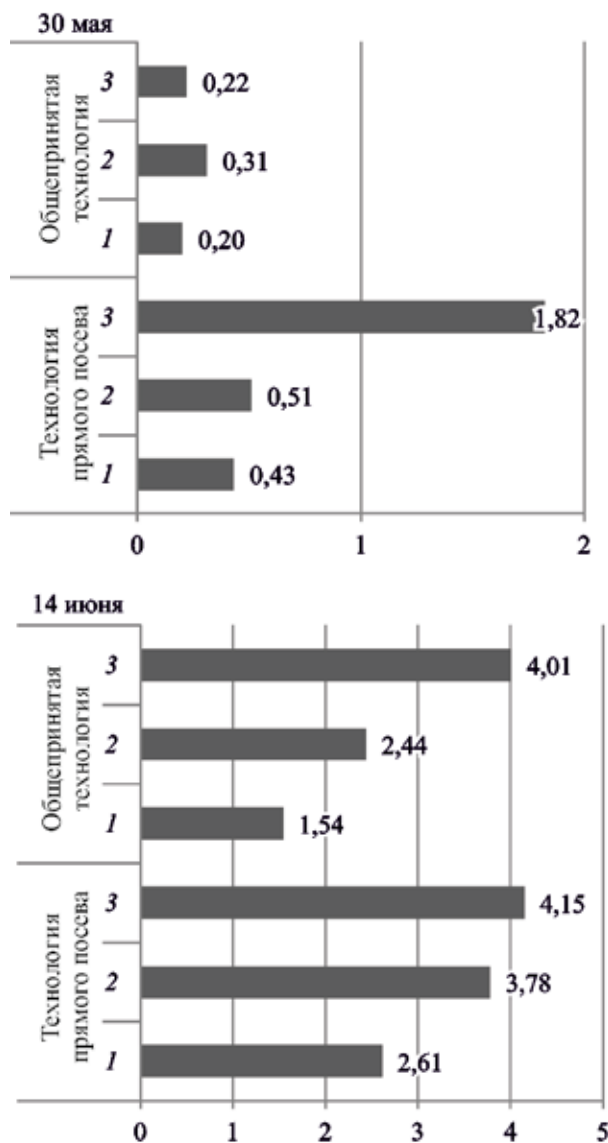


Рис. 2. Активность фермента нитратредуктазы в листьях озимой пшеницы в репродуктивный период развития растений в вариантах: 1 – без удобрений; 2 – удобрённый; 3 – удобрённый ППК, мкМ/г·ч

Fig. 2. Activity of the enzyme nitrate reductase in winter wheat leaves during the reproductive period of plant development in the variants: 1 - no fertilizer; 2 - fertilized; 3 - CGC fertilized, µM/g·h

Анализ активности нитратредуктазы в конце колошения – начале цветения озимой пшеницы показал довольно высокий ее рост. В листьях растений, выращенных по общепринятой технологии, активность нитратредуктазы в зависимости от фона минерального питания изменялась от 1,54 до 4,01 мкМ/г·ч, тогда как на вариантах с технологией прямого посева – от 2,61 до 4,15 мкМ/г·ч.

Наиболее высокая активность фермента в данный период развития озимой пшеницы отмечена на вариантах с применением удобрений на фоне почвопокровной культуры: 4,01 мкМ/г·ч по общепринятой технологии и 4,15 мкМ/г·ч по технологии прямого посева.

В процессе минерального питания важна не только интенсивность потребления азота, но и содержание его в конечном продукте – зерне (см. рис. 3). В среднем за годы исследований более высоким содержанием азота отличалось зерно озимой пшеницы, возделываемой по технологии прямого посева с применением минеральных удобрений на фоне почвопокровной культуры (19,3 г/м²), что на 26,9% выше, чем на удобренном фоне, и на 16,1% больше, чем у посевов по общепринятой технологии с применением удобрений.

Результатом всех физиологических процессов в растениях озимой пшеницы, на-



Рис. 3. Количество азота, накопленного в зерне озимой пшеницы (среднее за 2020–2022 гг.), в вариантах: 1 – без удобрений; 2 – удобрённый; 3 – удобрённый ППК (различия значимы для $p < 0,05$, $t_{ст} = 4,9$, $t_{крит} = 2,23$)

Fig. 3. The amount of nitrogen accumulated in winter wheat grain (on average for 2020-2022), in the variants: 1 - no fertilizer; 2 - fertilized; 3 - CGC fertilized (differences significant for $p < 0.05$, $t_{st} = 4.9$, $t_{crit} = 2.23$)

Урожайность озимой пшеницы (в среднем за 2020–2022 гг.)
Winter wheat yield (on average for 2020-2022)

Технология (А)	Фон (В)	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
			т/га	%
Прямого посева	Без удобрений	3,98	–	–
	Удобрённый	5,42	1,43	36,0
	Удобрённый ППК	5,57	1,59	39,9
	Среднее	4,99		
Общепринятая	Без удобрений	4,30	–	–
	Удобрённый	5,36	1,06	24,6
	Удобрённый ППК	5,23	0,93	21,6
	Среднее	4,96		
$HCP_{05} \text{ (фактор А)} = 0,24$	$HCP_{05} \text{ (фактор В)} = 0,29$	$HCP_{05} \text{ (AB)} = 0,41$		

правленных на их рост и развитие, является урожайность. Наибольшая урожайность получена на варианте с применением почвопокровной культуры в технологии прямого посева (5,57 т/га), что на 2,7% (0,15 т/га) выше, чем на удобренном фоне (см. таблицу).

Применение почвопокровной культуры в севообороте по общепринятой технологии было неэффективным, так как приводило к снижению урожайности по сравнению с вариантом, где применяли только удобрения на 2,4% (0,13 т/га).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлены отличия процесса накопления азота растениями озимой пшеницы, возделываемой по технологии прямого посева:

– интенсивность поглощения азота в генеративный период развития растений ниже, чем при возделывании по общепринятой технологии;

– после колошения интенсивность ассимиляции азота начинает возрастать, о чем свидетельствует высокая активность фермента нитратредуктазы в листьях;

– интенсивность потребления азота не снижается в период формирования и налива зерна.

Также выявлена высокая эффективность использования почвопокровной культуры при возделывании по технологии прямого

посева: усиливается процесс накопления азота в растениях и повышается урожайность зерна в среднем на 2,7% в сравнении с применением только удобрений (в отдельные годы такое повышение может достигать 3,5–4,0%).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Евдохина О.С. Мониторинг состояния земель сельскохозяйственного назначения и оценка использования технологических приемов почвозащитной системы земледельцами Омской области // Актуальные вопросы современной экономики. 2020. № 6. С. 182–192. DOI: 10.34755/IROK.2020.20.63.050.
2. Подколзин О.А., Соколова И.В., Слюсарев В.Н., Осипов А.В., Швеиц Т.В., Перов А.Ю. Мониторинг и оценка состояния почв степных агроландшафтов Северо-Западного Кавказа // Агрохимический вестник. 2019. № 1. С. 11–15. DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10003.
3. Торилов В.Е., Васькин В.Ф., Дронов А.В., Васькина Т.И. Современное состояние, тенденции и проблемы производства зерна в Российской Федерации // Аграрный вестник Верхневолжья. 2022. № 1 (38). С. 15–23. DOI: 10.35523/2307-5872-2022-38-1-15-23.
4. Селезнева Н.А., Тишкова А.Г., Федорова Т.Н., Асеева Т.А. Влияние антропогенной нагрузки на изменение агробиологических свойств почвы, урожайность и качество

- зерна яровой пшеницы // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2021. № 3 (217). С. 113–118. DOI: 10.37102/0869-7698_2021_217_03_18.
5. Бондаренко А.М., Качанова Л.С., Челбин С.М., Головкин А.Н. Концепция развития системы сохранения и воспроизводства плодородия почв сельскохозяйственных угодий Ростовской области как инструмент экономической безопасности региона // Экономика и предпринимательство. 2021. № 10 (135). С. 366–371. DOI: 10.34925/EIP.2021.135.10.069.
 6. Тычинская И.Л., Панарина В.И., Михалева Е.С. Применение органических удобрений в решении проблем экологизации и продовольственной безопасности страны // Вестник аграрной науки. 2021. № 2 (89). С. 64–74. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.2.64.
 7. Окунев Г.А., Кузнецов Н.А., Канатпаев С.С. Формирование ресурсосберегающей системы органического земледелия // Вестник Курганской ГСХА. 2021. № 2 (38). С. 69–75. DOI: 10.52463/22274227_2021_38_34.
 8. Ториков В.Е., Погоньшев В.А., Погоньшева Д.А. Ресурсосбережение в сфере сельского хозяйства // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 1 (34). С. 24–32. DOI: 10.35523/2307-5872-2021-34-1-24-32.
 9. Каипов Я.З., Султангазин З.Р., Сафин Х.М., Акчурин Р.Л. Влияние биологизированных севооборотов на агрофизические свойства почвы, засоренность посевов и продуктивность пашни в условиях засушливой степи Южного Урала // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 10. С. 51–55. DOI: 10.53859/02352451_2021_35_10_51.
 10. Иванов А.Л., Кулинцев В.В., Дриггер В.К., Белобров В.П. О целесообразности освоения системы прямого посева на черноземах России // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 4. С. 8–16. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10401.
 11. Рябцева Н.А. Влияние способов основной обработки почвы на урожайность ярового ячменя в условиях Ростовской области // Аграрная наука. 2022. № 5. С. 54–57. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-359-5-54-57.
 12. Бжеумыхов В.С., Алиев З.Ю. Особенности возделывания озимой пшеницы при прямом посеве // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. 2019. № 2 (24). С. 6–14.
 13. Ильбулова Г.Р., Суюндуков Я.Т., Семенова И.Н., Хасанова Р.Ф., Суюндукова М.Б., Сафин Х.М. Влияние ресурсосберегающей технологии No-till на агрофизические и биологические свойства чернозема обыкновенного Башкирского Зауралья // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 4. С. 66–71. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_4_66.
 14. Дриггер В.К., Иванов А.Л., Белобров В.П., Кутюкова О.В. Восстановление свойств почв в технологии прямого посева // Почвоведение. 2020. № 9. С. 1111–1120. DOI: 10.31857/S0032180X20090038.
 15. Бжеумыхов В.С., Шекихачева Л.З. Роль севооборотов при выращивании сельскохозяйственных культур по технологии No-till // Научная жизнь. 2020. Т. 15. № 1 (101). С. 34–45. DOI: 10.35679/1991-9476-2020-15-1-34-45.
 16. Бондаренко А.М., Несмиян А.Ю., Качанова Л.С., Кормильцев Ю.Г. Основы системной технологии восстановления почвенного плодородия с использованием незерновой части урожая и сидеральных культур // Вестник аграрной науки Дона. 2019. № 3 (47). С. 9–34.
 17. Томашова О.Л., Ильин А.В., Захарчук П.С., Сильченко К.Р., Томашова А.С. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от сочетания почвопокровных культур в полевом севообороте и No-till в предгорно-степном Крыму // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2021. № 28 (191). С. 32–41.
 18. Ерошенко Ф.В., Сторчак И.Г., Бильдиева Е.А., Калашикова А.А. Оценка влияния новых органоминеральных препаратов на формирование урожая и качество зерна озимой пшеницы // Агрохимический вестник. 2020. № 2. С. 7–12. DOI: 10.24411/1029-2551-2020-10014.
- ## REFERENCES
1. Evdokhina O.S. Monitoring of the state of agricultural lands and assessment of the use of technological techniques of the soil protection system by land users of the Omsk region. *Aktual'nye voprosy sovremennoi ekonomiki = Topical Issues of the Modern Economy*, 2020, no. 6, pp. 182–192. (In Russian). DOI: 10.34755/IROK.2020.20.63.050.
 2. Podkolzin O.A., Sokolova I.V., Slyusarev V.N., Osipov A.V., Shvets T.V., Perov A.Yu. Moni-

- toring and estimation of soils in the steppe agrolandscapes at the North-Western Caucasus. *Agrokhimicheskii vestnik = Agrochemical Herald*, 2019, no. 1, pp. 11–15. (In Russian). DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10003.
3. Torikov V.E., Vaskin V.F., Dronov A.V., Vaskina T.I. The current state, trends and problems of grain production in the Russian Federation. *Agrarnyi vestnik Verkhnevolzh'ya = Agrarian Journal of Upper Volga Region*, 2022, no. 1 (38), pp. 15–23. (In Russian). DOI: 10.35523/2307-5872-2022-38-1-15-23.
 4. Selezneva N.A., Tishkova A.G., Fedorova T.N., Aseeva T.A. The impact of the anthropogenic load on the change in agrobiological properties of the soil, the yield and quality of the spring wheat grain. *Vestnik Dal'nevostochnogo otdeleniya Rossiiskoi akademii nauk = Vestnik of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences*, 2021, no. 3 (217), pp. 113–118. (In Russian). DOI: 10.37102/0869-7698_2021_217_03_18.
 5. Bondarenko A.M., Kachanova L.S., Chelbin S.M., Golovko A.N. The concept of development of the system of conservation and reproduction of soil fertility of agricultural lands in the Rostov region as an instrument of economic security of the region. *Ekonomika i predprinimatel'stvo = Journal of Economy and entrepreneurship*, 2021, no. 10 (135), pp. 366–371. (In Russian). DOI: 10.34925/EIP.2021.135.10.069.
 6. Tychinskaya I.L., Panarina V.I., Mikhaleva E.S. The use of organic fertilizers in solving problems of ecologization and food security of the country. *Vestnik agrarnoi nauki = Bulletin of Agrarian Science*, 2021, no. 2 (89), pp. 64–74. (In Russian). DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.2.64.
 7. Okunev G.A., Kuznetsov N.A., Kanatpaev S.S. Formation of resource-saving system of organic agriculture. *Vestnik Kurganskoi GSKhA = Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*, 2021, no. 2 (38), pp. 69–75. (In Russian). DOI: 10.52463/22274227_2021_38_34.
 8. Torikov V.E., Pogonyshchev V.A., Pogonyshcheva D.A. Resource conservation in the field of agriculture. *Agrarnyi vestnik Verkhnevolzh'ya = Agrarian journal of Upper Volga region*, 2021, no. 1 (34), pp. 24–32. (In Russian). DOI: 10.35523/2307-5872-2021-34-1-24-32.
 9. Kaipov Ya.Z., Sultangazin Z.R., Safin H.M., Akchurin R.L. Influence of biologized crop rotations on agrophysical soil properties, crop weediness and arable land productivity in the arid steppe of the Southern Urals. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2021, vol. 35, no. 10, pp. 51–55. (In Russian). DOI: 10.53859/02352451_2021_35_10_51.
 10. Ivanov A.L., Kulintsev V.V., Dridiger V.K., Belobrov V.P. Feasibility of a direct sowing system on the Russian chernozems. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2021, vol. 35, no. 4, pp. 8–16. (In Russian). DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10401.
 11. Ryabtseva N.A. Influence of the methods of the basic soil treatment on the yield of spring barley under the conditions of the Rostov region. *Agrarnaya nauka = Agrarian science*, 2022, no. 5, pp. 54–57. (In Russian). DOI: 10.32634/0869-8155-2022-359-5-54-57.
 12. Bzheumykhov V.S., Aliyev Z.Yu. Features of winter wheat cultivation in direct sowing. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. V.M. Koko-va = Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*, 2019, no. 2(24), pp. 6–14. (In Russian).
 13. Ilbulova G.R., Suyundukov Ya.T., Semenova I.N., Khasanova R.F., Suyundukova M.B., Safin H.M. Influence of resource-saving No-till technology on the agrophysical and biological properties of ordinary chernozem in the Bashkir Trans-Urals. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2022, vol. 36, no. 4, pp. 66–71. (In Russian). DOI: 10.53859/02352451_2022_36_4_66.
 14. Dridiger V.K., Ivanov A.L., Belobrov V.P., Kutovaya O.V. Rehabilitation of soil properties by using direct seeding technology. *Pochvo-vedenie = Eurasian Soil Science*, 2020, no. 9, pp. 1111–1120. (In Russian). DOI: 10.31857/S0032180X20090038.
 15. Bzheumykhov V.S., Shekikhacheva L.Z. The role of crop rotations in cultivation of agricultural crops by No-till technology. *Nauchnaya zhizn' = Scientific Life*, 2020, vol. 15, no. 1 (101), pp. 34–45. (In Russian). DOI: 10.35679/1991-9476-2020-15-1-34-45.
 16. Bondarenko A.M., Nesmian A.Yu., Kachanova L.S., Kormiltsev Yu.G. Fundamentals of system technology for restoring soil fertility using the non-grain part of the crop and sid-

- eral crops. *Vestnik agrarnoi nauki Dona = Don Agrarian Science Bulletin*, 2019, no. 3 (47), pp. 29–34. (In Russian).
17. Tomashova O.L., Ilyin A.V., Zakharchuk P.S., Silchenko K.R., Tomashova A.S. Productivity of winter wheat depending on the combination of groundcover crops in the field crop rotation and No-till in the foothill-steppe Crimea. *Izvestiya sel'skokhozyaistvennoi nauki Tavridy = Transactions of Taurida Agricultural Science*, 2021, no. 28 (191), pp. 32–41. (In Russian).
18. Eroshenko F.V., Storchak I.G., Bildieva E.A., Kalashnikova A.A. Evaluation of the effect of new organomineral preparations on yield formation and grain quality of winter wheat. *Agrokhimicheskii vestnik = Agrochemical Herald*, 2020, no. 2, pp. 7–12. (In Russian). DOI: 10.24411/1029-2551-2020-10014.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Бильдиева Е.А.**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 356241, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, 49; e-mail: bildieva@rambler.ru

Ерошенко Ф.В., доктор биологических наук, заведующий отделом

AUTHOR INFORMATION

✉ **Evgenia A. Bildieva**, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher; **address:** 49, Nikonova St., Mikhailovsk, Stavropol Territory, 356241, Russia; e-mail: bildieva@rambler.ru

Fedor V. Eroshenko, Doctor of Science in Biology, Division Head

Дата поступления статьи / Received by the editors 29.12.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 06.02.2023
Дата публикации / Published 20.03.2023