

УДК 633.16:631.51

DOI 10.30914/2411-9687-2022-8-1-19-24

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЯЧМЕНЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПО NO-TILL

А. И. Волков, Л. Н. Прохорова, В. В. Селюнин

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, Российская Федерация

Аннотация. Введение. Получение стабильно высоких и качественных урожаев зерна по-прежнему является одной из важнейших задач современного земледелия. **Цель исследования** – изучить возможность применения жидкого органоминерального удобрения «Agree`s Аминовит» для повышения урожайности ячменя при его возделывании по no-till. **Материалы и методы.** Опыты проводили в 2019–2021 гг. в агроклиматических условиях Чувашской Республики. Объектом исследования явился среднеспелый сорт ячменя Памяти Родины. Технология no-till включала осеннее опрыскивание поля предшественника (яровая пшеница) гербицидом сплошного действия «Зеро» и весенний посев ячменя с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{30}P_{20}K_{20}$ в первой декаде мая. Уход за посевами включал обработку баковой смесью гербицидов (контроль) с добавлением мочевины и разных доз жидкого органоминерального удобрения. **Результаты, обсуждение.** В среднем минимальная (1,77 т/га) урожайность зерна ячменя была получена на контрольном варианте, а максимальная (2,33 т/га) – на варианте с добавлением мочевины и жидкого органоминерального удобрения в дозе 2,0 л/га. Применение одной только мочевины способствовало прибавке урожая на 0,19 т/га, а меньших доз комплексного удобрения «Agree`s Аминовит» – прибавке на 0,30–0,53 т/га. **Заключение.** Наиболее эффективным способом повышения урожайности ячменя и рентабельности его возделывания является обработка растений в фазу раннего кущения баковой смесью гербицидов «Примадонна» (0,5 л/га) и «Гранат» (10 г/га), мочевины (10 кг д.в./га) и жидкого органоминерального удобрения «Agree`s Аминовит» в дозе 1,5 л/га.

Ключевые слова: no-till, ячмень, способ, сорт, урожайность, зерно, гербицид, жидкое органоминеральное удобрение, мочевина, рентабельность

Благодарность. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-016-00078.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Волков А. И., Прохорова Л. Н., Селюнин В. В. Способ повышения урожайности ячменя при возделывании по no-till // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2022. Т. 8. № 1. С. 19–24. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2022-8-1-19-24>

METHOD FOR INCREASING THE YIELD OF BARLEY WHEN CULTIVATED BY NO-TILL

A. I. Volkov, L. N. Prokhorova, V. V. Selyunin

Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

Abstract. Introduction. Obtaining consistently high and high-quality grain yields is still one of the most important tasks of modern agriculture. **The purpose** of the study is to study the possibility of using *Agree`s Aminovit* liquid organomineral fertilizer to increase the yield of barley when it is cultivated using no-till technology. **Materials and methods.** The experiments were carried out in 2019–2021 in the agro-climatic conditions of the Chuvash Republic. The object of the study was the mid-season barley variety *In Memory of Rodina*. The no-till technology included the autumn spraying of the predecessor (spring wheat) field with the *Zero* continuous herbicide and the spring sowing of barley with the application of mineral fertilizers at a dose of $N_{30}P_{20}K_{20}$ in the first decade of May. Crop care included treatment with a tank mixture of herbicides (control) with the addition of urea and various doses of liquid organomineral fertilizer. **Research results, discussion.** On average, the minimum (1.77 t/ha) yield of barley grain was obtained in the control variant, and the maximum (2.33 t/ha) – in the variant with the addition of urea and liquid organomineral fertilizer at a dose of 2.0 l/ha. The use of urea alone contributed to an increase in yield by 0.19 t/ha, and smaller doses of the complex fertilizer *Agree`s Aminovit* – an increase of 0.30–0.53 t/ha. **Conclusion.** The most effective way to increase the yield of barley and the profitability of its cultivation is to treat plants in the early tillering phase with a tank mixture of herbicides

Primadonna (0.5 l/ha) and *Granat* (10 g/ha), urea (10 kg a.i./ha) and liquid organomineral fertilizer *Agree's Aminovit* at a dose of 1.5 l/ha.

Keywords: no-till, barley, method, variety, productivity, grain, herbicide, liquid organomineral fertilizer, urea, profitability

Acknowledgements. The reported study was funded by RFBR, project number 20-016-00078.

The authors declare no conflict of interests.

For citation: Volkov A. I., Prokhorova L. N., Selyunin V. V. Method for increasing the yield of barley when cultivated by no-till. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2022, vol. 8, no. 1, pp. 19–24. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2022-8-1-19-24>

Введение

Получение стабильно высоких и качественных урожаев зерна по-прежнему является одной из важнейших задач современного земледелия. Еще большую актуальность данная проблема приобретает в связи с широким внедрением в сельхозпредприятиях нашей страны технологии no-till, которая направлена, в первую очередь, на сокращение материальных затрат, и лишь затем – на увеличение продуктивности возделываемой культуры и сохранение почвенного плодородия. В то же время на урожайность всех без исключения сельскохозяйственных культур решающее значение оказывают почвенно-климатические характеристики региона и метеорологические условия вегетационного периода и не менее важное – агротехнические приемы: подбор культуры, сроки и способы посева, использование средств защиты растений и регуляторов роста и обеспечение элементами минерального питания [1; 3–5; 11–13].

В зоне рискованного земледелия ячмень является главной зернофуражной культурой. В отличие от других зерновых культур яровой ячмень имеет менее развитую корневую систему и отличается более интенсивным поступлением питательных веществ, поэтому, чтобы удовлетворить физиологические потребности данной культуры, в последнее время многие аграрии стали активно применять некорневые подкормки различными макро- и микроудобрениями [2; 7–9].

Цель исследования – изучить возможность применения жидкого органоминерального удобрения «Agree's Аминовит» для повышения урожайности ячменя при его возделывании по no-till-технологии.

Материалы и методы исследований

Опыты проводили в 2019–2021 гг. в агроклиматических условиях Чувашской Республики. Погодные условия в годы проведения опытов были различными, что позволило наиболее полно оценить исследуемые факторы. Так, гидротермический коэффициент вегетационного периода в 2019 г. составил 0,95; в 2020 г. – 1,04; 2021 г. – 0,60.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая с концентрацией гумуса (2,00 %), подвижного фосфора (168 мг/кг) и обменного калия (135 мг/кг); слабокислая (6,4).

Объектом исследования явился среднеспелый сорт Памяти Родины, рекомендованный к возделыванию в Волго-Вятском регионе. Вегетационный период составляет 68–83 дня. Разновидность нутанс. Растения формируют промежуточный куст, средний по плотности цилиндрический колос с восковым налетом и крупную зерновку, с неопушенной брюшной бороздкой и охватывающей лодикулой. Данный сорт характеризуется высокой устойчивостью к полеганию, средней – к засухе, умеренной восприимчивостью к полосатой пятнистости, пыльной головне, корневым гнилям и гельминтоспориозным болезням¹.

Технология no-till включала осеннее опрыскивание поля предшественника (яровая пшеница) гербицидом сплошного действия «Зеро» (1,5 л/га) и весенний посев ячменя комплексом Cultibar с внесением минеральных удобрений в дозе N₃₀P₂₀K₂₀ в первой декаде мая. Норма высева составила 5 млн семян/га, протравленных препаратом «Шансометокс Трио» (1,0 л/т). Уход за посевами включал обработку баковой смесью

¹ Чувашский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. URL: <http://xn--h1aansu.xn--p1ai/otdely.html> (дата обращения: 08.02.2022).

гербицидов (контроль) с добавлением мочевины и разных доз жидкого органоминерального удобрения исходя из схемы опыта.

«Agree`s Аминовит» – жидкое комплексное удобрение, предназначенное для внекорневой подкормки сельскохозяйственных культур на протяжении всего периода вегетации. Оно содержит не менее 90 г/л серы (SO₃), 80 – азота (N), 12 – калия (K₂O), 10 – фосфора (P₂O₅), 3,8 – меди (CuO), 3,4 – цинка (ZnO), 2,4 – магния (MgO), 1,0 – бора (B), 0,5 – молибдена (Mo), 0,4 – марганца (MnO), 0,3 – кобальта (Co) и хрома (Cr), 0,2 – лития (Li), ванадия (V) и железа (Fe), 0,1 – никеля (Ni) и селена (Se); 75 – г/л комплекса аминокислот и 10 г/л гуминовых кислот, рН – 6,7.

Схема опыта:

1) Примадонна (0,5 л/га) + Гранат (10 г/га) – контроль.

2) Примадонна (0,5 л/га) + Гранат (10 г/га) + мочевина (10 кг д.в./га) – фон.

3) Примадонна (0,5 л/га) + Гранат (10 г/га) + мочевина (10 кг д.в./га) + Agree`s Аминовит (0,5 л/га).

4) Примадонна (0,5 л/га) + Гранат (10 г/га) + мочевина (10 кг д.в./га) + Agree`s Аминовит (1,0 л/га).

5) Примадонна (0,5 л/га) + Гранат (10 г/га) + мочевина (10 кг д.в./га) + Agree`s Аминовит (1,5 л/га).

6) Примадонна (0,5 л/га) + Гранат (10 г/га) + мочевина (10 кг д.в./га) + Agree`s Аминовит (2,0 л/га).

Опрыскивание проводили агрегатом «Буран» из расчета расхода рабочей смеси 180 л/га на ранней стадии кушения. Площадь опытной делянки составила 30 м². Размещение делянок систематическое, повторность – трехкратная. Уборку урожая проводили в третьей декаде июля. Полученные результаты подвергали статистической обработке по методике Б. А. Доспехова [6].

Результаты и обсуждение

Результаты визуального осмотра опытных делянок до опрыскивания позволили сделать однозначный вывод о дружных всходах и положительной динамике развития растений ячменя. На всех вариантах визуальная оценка развития растений в фазе раннего кушения была одинаковой: окраска всходов ячменя бледно-зеленая, болезней не выявлено.

После опрыскивания растений уже на вторые сутки отмечалось небольшое пожелтение листьев ячменя на всех вариантах опыта. Как показали дальнейшие исследования, использование удобрения «Agree`s Аминовит» способствовало снижению гербицидного стресса у опытных расте-

ний. Уже через неделю окраска растений на вариантах, где применялось органоминеральное удобрение, была насыщенно зеленой, в отличие от контрольного и фонового варианта. В конечном итоге применение комплексного удобрения способствовало повышению общего иммунитета растений и увеличению общей (4–6 стеблей) и продуктивной кустистости (2–3 стеблей), что не могло не отразиться на урожайности ячменя (табл. 1). К тому же микроэлементный и аминокислотный ряд органоминерального удобрения позволил опытным растениям ячменя менее губительно перенести неблагоприятные погодные условия 2021 г., когда отмечались засушливые периоды продолжительностью до 20 суток в фазы колошения, цветения и налива зерна.

В среднем минимальная (1,77 т/га) урожайность зерна ячменя была получена на контрольном варианте, а максимальная (2,33 т/га) – на варианте с добавлением мочевины и жидкого органоминерального удобрения в дозе 2,0 л/га. Применение одной только мочевины способствовало прибавке урожая на 0,19 т/га, а меньших доз комплексного удобрения «Agree`s Аминовит» – прибавке на 0,30–0,53 т/га.

Результаты расчетов экономических показателей и рентабельности производства ячменя достоверно свидетельствовали об эффективности применения органоминерального удобрения (табл. 2). При средней цене реализации 10 тыс. руб за 1 т ячменного зерна минимальный (30,4 %) уровень рентабельности был получен на контрольном варианте, а максимальный (46,7 %) – на варианте с применением мочевины удобрения «Agree`s Аминовит» в дозе 1,5 л/га.

Таким образом, результаты опыта доказывают положительный агрономический эффект, заключающийся в повышении урожайности ячменя при возделывании его по no-till-технологии при использовании мочевины и органоминерального удобрения «Agree`s Аминовит» в составе баковой смеси с гербицидами «Примадонна» и «Гранат».

Заключение

С агрономической и экономической точек зрения наиболее эффективным является обработка растений ячменя в фазу раннего кушения баковой смесью гербицидов «Примадонна» (0,5 л/га) и «Гранат» (10 г/га), мочевины (10 кг д.в./га) и жидкого органоминерального удобрения «Agree`s Аминовит» в дозе 1,5 л/га.

Таблица 1 / Table 1

Урожайность ярового ячменя, т/га / Yield of spring barley, t/ha

Варианты / Options	Годы исследований / Years of research			В среднем за 3 года / Average over 3 years	Прибавка урожая / Yield increase
	2019	2020	2021		
1) Примадонна (0,5 л/га) + Гранат (10 г/га) – контроль	2,16	2,30	0,85	1,77	-
2) Примадонна (0,5 л/га) + Гранат (10 г/га) + мочевины (10 кг д.в./га) – фон	2,34	2,56	0,94	1,96	0,19
3) Примадонна (0,5 л/га) + Гранат (10 г/га) + мочевины (10 кг д.в./га) + Agree`s Аминовит (0,5 л/га)	2,41	2,70	1,10	2,07	0,30
4) Примадонна (0,5 л/га) + Гранат (10 г/га) + мочевины (10 кг д.в./га) + Agree`s Аминовит (1,0 л/га)	2,52	2,85	1,23	2,20	0,43
5) Примадонна (0,5 л/га) + Гранат (10 г/га) + мочевины (10 кг д.в./га) + Agree`s Аминовит (1,5 л/га)	2,62	2,98	1,30	2,30	0,53
6) Примадонна (0,5 л/га) + Гранат (10 г/га) + мочевины (10 кг д.в./га) + Agree`s Аминовит (2,0 л/га)	2,64	3,01	1,33	2,33	0,55
НСР ₀₅	0,14	0,18	0,10	0,14	-

Таблица 2 / Table 2

Экономические показатели возделывания ячменя (в среднем за 3 года) /
Economic indicators of barley cultivation (on average for 3 years)

Варианты / Options	Валовой сбор с 1 га, руб. / Gross harvest per 1 ha, rub.	Производственные затраты на 1 га, руб. / Production costs per 1 ha, rub.	Чистый доход с 1 га, руб. / Net income from 1 ha, rub.	Рентабельность, % / Profitability, %
1) Примадонна (0,5 л/га) + Гранат (10 г/га) – контроль	17700	13575	4125	30,4
2) Примадонна (0,5 л/га) + Гранат (10 г/га) + мочевины (10 кг д.в./га) – фон	19600	14775	4825	32,6
3) Примадонна (0,5 л/га) + Гранат (10 г/га) + мочевины (10 кг д.в./га) + Agree`s Аминовит (0,5 л/га)	20700	15075	5625	37,3
4) Примадонна (0,5 л/га) + Гранат (10 г/га) + мочевины (10 кг д.в./га) + Agree`s Аминовит (1,0 л/га)	22000	15375	6625	43,1
5) Примадонна (0,5 л/га) + Гранат (10 г/га) + мочевины (10 кг д.в./га) + Agree`s Аминовит (1,5 л/га)	23000	15675	7325	46,7
6) Примадонна (0,5 л/га) + Гранат (10 г/га) + мочевины (10 кг д.в./га) + Agree`s Аминовит (2,0 л/га)	23200	15975	7225	45,2

1. Абашев В. Д., Попов Ф. А., Светлакова Е. В. Влияние минеральных удобрений на урожайность зерна ячменя // Пермский аграрный вестник. 2015. № 12. С. 10–15. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-mineralnyh-udobreniy-na-urozhaynost-zerna-yachmenya> (дата обращения: 17.01.2022).

2. Безуглова О. С., Полиенко Е. А., Горовцов А. В. Гуминовые препараты как стимуляторы роста растений и микроорганизмов (обзор) // Известия ОГАУ. 2016. № 4 (60). С. 11–14. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/guminovye-preparaty-kak-stimulyatory-rosta-rasteniy-i-mikroorganizmov-obzor> (дата обращения: 25.12.2021).
3. Волков А. И., Прохорова Л. Н. Анализ технологий возделывания полевых культур в условиях Чувашии // Аграрная Россия. 2019. № 2. С. 3–7. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37164484> (дата обращения: 22.12.2021).
4. Волков А. И., Кириллов Н. А., Лукина Д. В. Инновационный подход к производству зерновых культур // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2018. Т. 4. № 2. С. 17–24. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2018-4-2-17-24>
5. Волков А. И., Кириллов Н. А., Прохорова Л. Н. Перспективы «нулевой» обработки почвы при возделывании кукурузы на зерно в агроландшафтах Волго-Вятского региона: монография // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири / под ред. В. Г. Сычева, Л. Мюллера. Москва, 2018. С. 120–124. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36420828> (дата обращения: 17.12.2021).
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. Изд. 5-е, перераб. и доп. М.: Колос, 1985. 321 с.
7. Ильясов М. М., Яппаров И. А., Алиев Ш. А., Газизов Р. Р., Биккинина Л. М.-Х., Суханова И. М. Урожайность и качество зерна ярового ячменя в зависимости от системы обработки почвы и применения удобрений // Ученые записки КГАВМ им. Н. Э. Баумана. 2015. № 223. С. 80–82. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24168665> (дата обращения: 05.12.2021).
8. Марьина-Черных О. Г. Влияние органоминерального удобрения ЭкоОрганика на урожайность ячменя // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2021. Т. 7. № 2. С. 143–148. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-2-143-148>
9. Наими О. И., Поволоцкая Ю. С. Биологическое земледелие и экологические аспекты применения гуминовых препаратов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 3–1. С. 121–123. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biologicheskoe-zemledelie-i-ekologicheskie-aspekty-primeneniya-guminovyh-preparatov> (дата обращения: 15.01.2021).
10. Прохорова Л. Н., Волков А. И., Сидоров О. О. Влияние технологии возделывания на урожайность и качество кукурузного зерна // Аграрная Россия. 2021. № 10. С. 26–29. DOI: <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2021-10-26-29>
11. Пыхтин И. Г., Гостев А. В., Нитченко Л. Б., Плотников В. А. Теоретические основы эффективного применения современных ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур // Земледелие. 2016. № 6. С. 16–19. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskie-osnovy-effektivnogo-primeneniya-sovremennyh-resursosberegayuschih-tehnologiy-vozdelyvaniya-zernovykh-kultur> (дата обращения: 27.12.2021).
12. Sithole N. J., Magwaza L. S., Thibaud G. R. Long-term impact of no-till conservation agriculture and N-fertilizer on soil aggregate stability, infiltration and distribution of C in different size fractions // Soil Tillage Research. 2019. Vol. 190. Pp. 147–156. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198719303733> (дата обращения: 26.11.2021).
13. Skaalsveen K., Ingram J., Clarke L. E. The effect of no-till farming on the soil functions of water purification and retention in north-western Europe: A literature review // Soil Tillage Research. 2019. Vol. 189. Pp. 98–109. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198718302265?via%3Dihub> (дата обращения: 23.12.2021).

Статья поступила в редакцию 21.01.2022 г.; одобрена после рецензирования 07.03. 2022 г.; принята к публикации 16.03.2022 г.

Об авторах

Волков Александр Ильич

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Марийский государственный университет (420000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), alex-volkov@bk.ru

Прохорова Любовь Николаевна

кандидат сельскохозяйственных наук, Марийский государственный университет (420000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), lubashka-1502@mail.ru

Селюнин Виктор Владимирович

студент, Марийский государственный университет (420000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), seluninviktor892@gmail.com

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Abashev V. D., Popov F. A., Svetlakova E. V. Vliyanie mineral'nykh udobrenii na urozhainost' zerna yachmenya [Influence of mineral fertilizers on barley grain yield]. *Permskii agrarnyi vestnik* = Perm Agrarian Journal, 2015, no. 12, pp 10–15. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-mineralnykh-udobreniy-na-urozhainost-zerna-yachmenya> (accessed 17.01.2022). (In Russ.).

2. Bezuglova O. S., Polienko Ye. A., Gorovtsov A. V. Guminovye preparaty kak stimulyatory rosta rastenii i mikroorganizmov (obzor) [Humic preparations as growth stimulators of plants and microorganisms (review)]. *Izvestiya OGAU* = Izvestia Orenburg

State Agrarian University, 2016, no. 4 (60), pp. 11–14. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/guminovye-preparaty-kak-stimulyatory-rosta-rasteniy-i-mikroorganizmov-obzor> (accessed 25.12.2021). (In Russ.).

3. Volkov A. I., Prokhorova L. N. Analiz tekhnologii vozdel'nyaniya polevykh kul'tur v usloviyakh Chuvashii [Analysis of technologies of cultivation of field crops in Chuvashia]. *Agrarnaya Rossiya* = Agrarian Russia, 2019, no. 2, pp. 3–7. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37164484> (accessed 22.12.2021). (In Russ.).

4. Volkov A. I., Kirillov N. A., Lukina D. V. Innovatsionnyi podkhod k proizvodstvu zernovykh kul'tur [Innovative approach to cereal crops production]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki»* = Vestnik of the Mari State University. Chapter “Agriculture. Economics”. 2018, vol. 4, no. 2, pp. 17–24. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2018-4-2-17-24>

5. Volkov A. I., Kirillov N. A., Prokhorova L. N. Perspektivy “nulevoi” obrabotki pochvy pri vozdel'nyanii kukuruzy na zerno v agrolandshaftakh Volgo-Vyatskogo regiona: monografiya [Prospects of “zero” processing of the soil at corn cultivation on grain in the Volga-Vyatka region]. *Novye metody i rezul'taty issledovaniy landshaftov v Evrope, Tsentral'noi Azii i Sibiri / pod red. V. G. Sycheva, L. Myullera* = New methods and results of landscape research in Europe, Central Asia and Siberia, ed. by V. G. Sychev, L. Muller, M., 2018, pp. 120–124. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36420828> (accessed 17.12.2021). (In Russ.).

6. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta: s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy [Methodology of field experience: with the basics of statistical processing of research results]. 5th ed., revised and expanded. M., Kolos Publ., 1985. 321 p. (In Russ.).

7. Ilyasov M. M., Yapparov I. A., Aliev Sh. A., Gazizov R. R., Bikkinina L. M.-Kh., Sukhanova I. M. Urozhainost' i kachestvo zerna yarovogo yachmenya v zavisimosti ot sistemy obrabotki pochvy i primeneniya udobrenii [Yield and grain quality of spring barley depending on tillage systems and application of fertilizer]. *Uchenye zapiski KGAVM im. N. E. Baumana* = Scientific Notes of Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine, 2015, no. 223, pp. 80–82. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24168665> (accessed 05.12.2021). (In Russ.).

8. Maryina-Chernnykh O. G. Vliyaniye organomineral'nogo udobreniya EkoOrganika na urozhainost' yachmenya [Influence of organic mineral fertilizer EcoOrganika on barley yields]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki»* = Vestnik of the Mari State University. Chapter “Agriculture. Economics”, 2021, vol. 7, no. 2, pp. 143–148. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-2-143-148>

9. Naimi O. I., Povolotskaya Yu. S. Biologicheskoe zemledelie i ekologicheskie aspekty primeneniya guminovykh preparatov [Biological farming and ecological aspects of the humic preparations application]. *Mezhdunarodnyi zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk* = International Journal of Humanities and Natural Sciences, 2019, no. 3–1, pp. 121–123. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/biologicheskoe-zemledelie-i-ekologicheskie-aspekty-primeneniya-guminovykh-preparatov> (accessed 15.01.2021). (In Russ.).

10. Prokhorova L. N., Volkov A. I., Sidorov O. O. Vliyaniye tekhnologii vozdel'nyaniya na urozhainost' i kachestvo kukuruznogo zerna [Effect of cultivation technology on yield and quality of corn grain]. *Agrarnaya Rossiya* = Agrarian Russia, 2021, no. 10, pp. 26–29. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2021-10-26-29>

11. Pykhtin I. G., Gostev A. V., Nitchenko L. B., Plotnikov V. A. Teoreticheskie osnovy effektivnogo primeneniya sovremennykh resursoberegayushchikh tekhnologii vozdel'nyaniya zernovykh kul'tur [Theoretical basis for effective application of modern resource-saving technologies of grain crops cultivation]. *Zemledelie* = Agriculture, 2016, no. 6, pp. 16–19. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskie-osnovy-effektivnogo-primeneniya-sovremennykh-resursoberegayushchih-tehnologiy-vozdel'nyaniya-zernovykh-kul'tur> (accessed 27.12.2021). (In Russ.).

12. Sithole N. J., Magwaza L. S., Thibaud G. R. Long-term impact of no-till conservation agriculture and N-fertilizer on soil aggregate stability, infiltration and distribution of C in different size fractions. *Soil and Tillage Research*, 2019, vol. 190, pp. 147–156. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198719303733> (accessed 26.11.2021). (In Eng.).

13. Skaalsveen K., Ingram J., Clarke L. E. The effect of no-till farming on the soil functions of water purification and retention in north-western Europe: A literature review. *Soil and Tillage Research*, 2019, vol. 189, pp. 98–109. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198718302265?via%3Dihub> (accessed 23.12.2021). (In Eng.).

The article was submitted 21.01.2022; approved after reviewing 07.03.2022; accepted for publication 16.03.2022.

About the authors

Aleksandr I. Volkov

Ph. D. (Agriculture), Associate Professor, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 420000, Russian Federation), alex-volkov@bk.ru

Lyubov N. Prokhorova

Ph. D. (Agriculture), Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 420000, Russian Federation), lubashka-1502@mail.ru

Viktor V. Selyunin

Student, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 420000, Russian Federation), seluninviktor892@gmail.com

All authors have read and approved the final manuscript.