

АГРОНОМИЯ

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство
4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита
и карантин растений

Научная статья
УДК 633.16:631.82
doi: 10.28983/asj.y2024i6pp53-57

**Показатели качества зерна ячменя в зависимости от минеральных удобрений
и некорневой подкормки растений**

Степан Степанович Якомаскин¹, Василий Иванович Каргин¹, Алексей Алексеевич Зубарев²

¹Национальный исследовательский Мордовский государственный университет, г. Саранск, Россия

²Агрохимическая компания «Союзхим», г. Москва, Россия

e-mail: karginvi@yandex.ru

Аннотация. Исследования проведены в Республике Мордовии центральной части поймы р. Сивинь на аллювиальной слабокислой (5,3) среднетумусной (5,5 %) почве в 2020–2022 гг. Изучаемые факторы оказали влияние на крупность (масса 1000 зерен) и выполненность (натура) зерна ячменя. Внесение удобрений в среднем по опыту увеличивало массу 1000 зерен на 3,10 г, или 8,18 %, а некорневая подкормка на 2,50 г, или 6,51 % соответственно. Наибольшая масса 1000 зерен была получена на варианте в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ и некорневой подкормкой ЖКУ «Азот-Калий» в дозе 4 л/га (41,7 г). Повышение удобрений в дозе $N_{90}P_{90}K_{90}$ и некорневой подкормки ЖКУ «Азот-Калий» в дозе 6 л/га не способствовало дальнейшему возрастанию данного показателя. Наибольшая натура зерна была на вариантах с внесением удобрений в количестве $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 551–566 г/л, в особенности с некорневой подкормкой в количестве 4 л/га (566 г/л). На всех вариантах опыта натура зерна превышала значения базисных показателей (530 г/л). Было установлено, что в результате проведенных исследований в зерне ячменя содержание протеина находилось однозначно в зависимости от натуры зерна. Крупное выполненное зерно, как правило, содержит больше эндосперма и протеина. Некорневая подкормка растений ЖКУ «АзотКалий» в среднем за три года оказала положительное влияние на содержание протеина в зерне ячменя, увеличив изучаемый показатель на 0,56–1,36 %. Содержание клетчатки в исследуемых образцах зерна ячменя было невысоким и составило в зависимости от варианта опыта 3,86–4,47 %. Это связано с хорошей натурой зерна ячменя (532–568 г/л).

Ключевые слова: ячмень; масса 1000 зерен; протеин; натура зерна; клетчатка; урожайность; минеральные удобрения; жидкие комплексные удобрения

Для цитирования: Якомаскин С. С., Каргин В. И., Зубарев А. А. Показатели качества зерна ячменя в зависимости от минеральных удобрений и некорневой подкормки растений // Аграрный научный журнал. 2024. № 6. С. 53–57. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2024i6pp53-57>.

AGRONOMY

Original article

**Indicators of barley grain quality depending on mineral fertilizers
and foliar plant nutrition**

Stepan S. Yakomaskin¹, Vasily I. Kargin¹, Alexey A. Zubarev²

¹National Research Mordovia State University, Saransk, Russia

²Agrochemical company “Soyuzkhim”, Moscow, Russia

e-mail: kublinim@sstu.ru

Abstract. The studies were carried out in the Republic of Mordovia in the central part of the river floodplain Sivin on alluvial slightly acidic (5.3) medium humus (5.5%) soil in 2020–2022. The studied factors influenced the size (weight of 1000 grains) and fulfillment (nature) of barley grain. On average, according to the experiment, the application of fertilizers increased the weight of 1000 grains by 3.10 g or 8.18%, and foliar feeding by 2.50 g or 6.51%, respectively. The largest weight of 1000 grains was obtained with the variant at a dose of $N_{60}P_{60}K_{60}$ and foliar fertilizing with the liquid fertilizer “AzotKaliy” at a dose of 4 l/ha (41.7 g). An increase in fertilizers at a dose of $N_{90}P_{90}K_{90}$ and foliar feeding of the liquid fertilizer “AzotKaliy” at a dose of 6 l/ha did not contribute to a further increase in this indicator. The highest grain yield was in the variants with fertilizer application in the amount of $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 551–566 g/l, especially with foliar feeding in the amount of 4 l/ha (566 g/l). In all variants of the experiment, the grain content exceeded the values of the basic indicators (530 g/l).





It was found out that as a result of the studies carried out, the protein content in barley grain was uniquely dependent on the nature of the grain. Larger grains tend to contain more endosperm and protein. Foliar feeding of plants with the nitrogen-potassium liquid fertilizer, on average, over three years had a positive effect on the protein content in barley grain, increasing the studied indicator by 0.56–1.36%. The fiber content in the studied barley grain samples was low and amounted to 3.86–4.47%, depending on the experimental variant. This is due to the good nature of the barley grain (532–568 g/l).

Keywords: barley; weight of 1000 grains; protein; grain nature; cellulose; productivity; mineral fertilizers; liquid complex fertilizers

For citation: Yakomaskin S. S., Kargin V. I., Zubarev A. A. Indicators of barley grain quality depending on mineral fertilizers and foliar plant nutrition. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal*. 2024;(6):53–57. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2024i6pp53-57>.

Введение. Ячмень – одна из важнейших зерновых культур. Среди ранних зерновых культур ячмень самая засухоустойчивая культура. Использование зерна ячменя имеет разностороннюю направленность, одной из важных приоритетных задач специалиста является не только получить высокий урожай ячменя, но и при этом сохранить и повысить качество продукции [5, 8].

К числу основных и важных условий, отражающих качества зерна ячменя, принято относить: массу 1000 зерен, натуру зерна, содержание протеина и клетчатки в зерне [2, 6].

Повышение качества продукции возможно, лишь только при соблюдении всей технологии возделывания культуры. Каждый элемент технологии на прямую связан с предшествующими и последующими элементами технологии. В первые периоды вегетации зародышевые корешки ячменя растут быстрее по сравнению с пшеницей и овсом. Дефицит влаги в момент налива зерна сопровождается увеличением доли белковых веществ, уменьшением крупности и выравненности зерна [1, 3, 4, 7, 9].

Цель наших исследования, заключается в установлении влияния минеральных удобрений и некорневой подкормки растений на урожайность и качество зерна ячменя.

Материалы и методы. Научные исследования проводили в ООО СП «Богдановское» Старошайговского района Республики Мордовии.

Исследования проведены в центральной части поймы р. Сивинь на аллювиальной слабоки-слон (5,3) среднегумусной (5,5 %) почве в 2020–2022 гг.

Почва – пойменная (аллювиальная) с повышенным содержанием калия – 170 мг/кг, бора – 1,9 мг/кг и цинка – 1,6 мг/кг. Содержание фосфора – 91,0 мг/кг и марганца – 53,7 мг/кг.

Объект исследования – ячмень, сорт Нур, первая репродукция.

В качестве минеральных удобрений применяли – диаммофоску и аммиачную селитру в соответствии со схемой исследования.

Фактор А (минеральные удобрения)	Фактор В (жидкие комплексные удобрения)
Без удобрений (контроль)	Без внесения ЖКУ (контроль)
$N_{30}P_{30}K_{30}$	ЖКУ – 2 л/га
$N_{60}P_{60}K_{60}$	ЖКУ – 4 л/га
$N_{90}P_{90}K_{90}$	ЖКУ – 6 л/га

Жидкими комплексными удобрениями (ЖКУ) «Агрис» марка «АзотКалий» проводили опрыскивание в фазу кущения – начала выхода в трубку, они позволяют своевременно обеспечить растения сбалансированным питанием.

Опыт заложен в четырехкратной повторности, расположение делянок – рендомизированное. Посев ячменя проводили в первой декаде мая на глубину 4–5 см с нормой высева 4,5 млн шт./га.

Результаты исследований. Один из основных показателей величины урожая – масса 1000 семян. Растения в некоторой мере имеют все шансы возместить недоразвитие одних структурных элементов иными в дальнейших фазах созревания. Но сокращение данного показателя никак неспособно компенсироваться иными составляющими структуры урожая, по этой причине его изменение оказывает непосредственное воздействие на урожайность. Масса 1000 зерен зависит от размеров зерен (рисунок 1).

Внесение удобрений увеличивало массу 1000 зерен на 3,10 г, или на 8,18 %, а некорневая подкормка на 2,50 г, или на 6,51 % соответственно. Наибольшая масса 1000 зерен была получена на варианте в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ и некорневой подкормкой ЖКУ «АзотКалий» в дозе 4 л/га (41,7 г). Повышение удобрений в дозе $N_{90}P_{90}K_{90}$ и некорневой подкормки ЖКУ «АзотКалий» в дозе 6 л/га не способствовало дальнейшему возрастанию данного показателя.

НСР₀₅ частных различий – 2,51; НСР₀₅ по фактору А – 1,25; НСР₀₅ по фактору В – 1,25

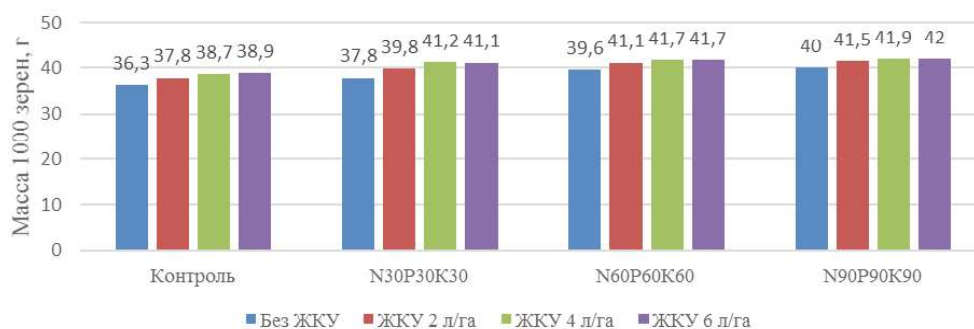


Рисунок 1 – Масса 1000 зерен, г, в среднем за 3 года

Figure 1 – Weight of 1000 grains, g, on average over 3 years

Натура зерна – это аспект оценки качества, который учитывается при приемке зерна. Изменение значений этого показателя находилось однозначно в зависимости от массы 1000 зерен. Изучаемые факторы оказали влияние на выполненность (натура) зерна ячменя (рисунок 2).

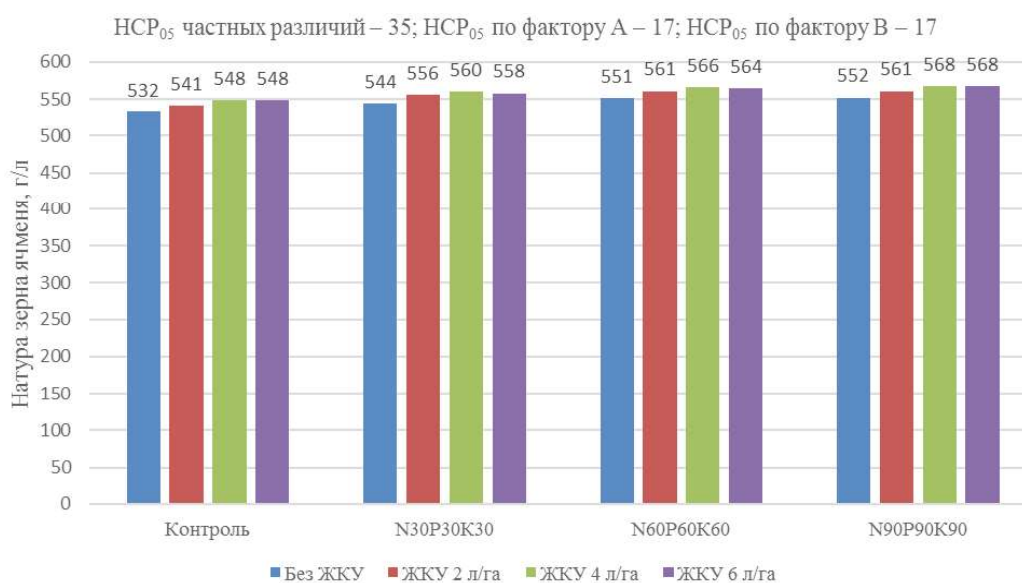


Рисунок 2 – Натура зерна ячменя, г/л, в среднем за 3 года

Figure 2 – Unit of barley grain, g/l, on average for 3 years

Наибольшая натура зерна была на вариантах с внесением минеральных удобрений в количестве N₆₀P₆₀K₆₀ – 551–566 г/л, в особенности с некорневой подкормкой в количестве 4 л/га (566 г/л). На всех вариантах опыта натура зерна превышала значения базисных показателей (530 г/л).

Протеин – один из значимых показателей, характеризующий качество зерна ячменя, аминокислотный состав, а именно питательную ценность продукта.

Было установлено, что в результате проведенных исследований в зерне ячменя содержание протеина находилось в зависимости от натуры зерна. Крупное выполненное зерно, как правило, содержит больше эндосперма и протеина.

Внесение удобрений увеличивало содержание протеина в зерне ячменя на 0,56–1,46 %. Максимальные показатели были получены на вариантах с внесением удобрений в количестве N₆₀P₆₀K₆₀ и N₉₀P₉₀K₉₀.

Некорневая подкормка растений ЖКУ «АзотКалий» оказала положительное влияние на содержание протеина в зерне ячменя, увеличив изучаемый показатель на 0,56–1,36 %.

Наибольшее содержание и сбор протеина было получено на вариантах с внесением удобрений N₆₀P₆₀K₆₀ и N₉₀P₉₀K₉₀ и некорневой подкормкой 4 и 6 л/га (рисунок 3).

Клетчатка – важная структурная единица зерна ячменя. Содержание которой может варьироваться в зависимости от абиотических факторов среды и технологии возделывания.

Она является строительным материалом оболочки зерна. Это углевод растительного происхождения, оказывающий существенное значение на пищеварительную систему организма.



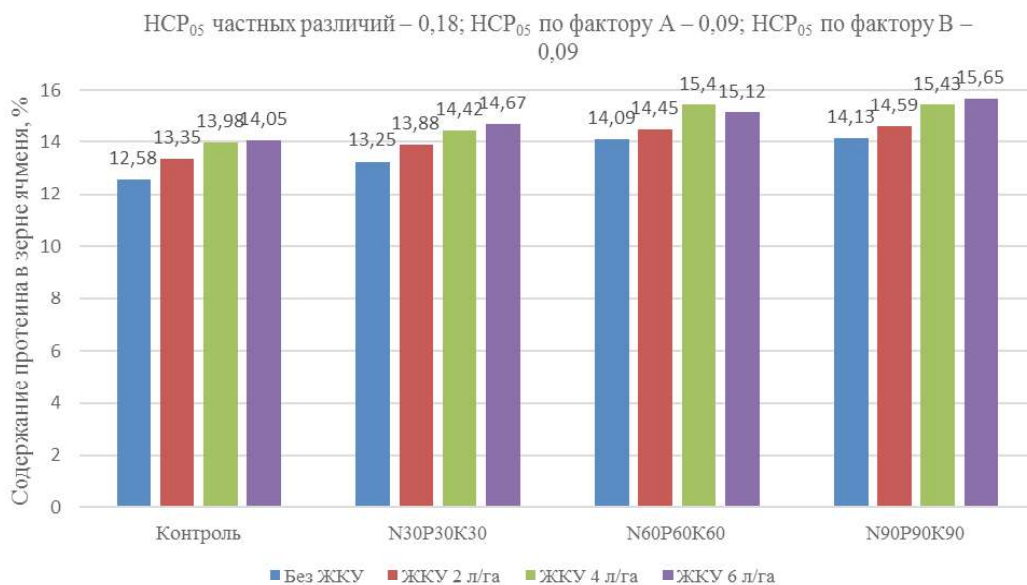


Рисунок 3 – Содержание протеина в зерне ячменя, %, в среднем за 3 года

Figure 3 – Protein content in barley grain, %, on average for 3 years

Содержание клетчатки в исследуемых образцах зерна ячменя было невысоким и составило в зависимости от варианта опыта 3,86–4,47 % (рисунок 4). Это связано с хорошей натурой зерна ячменя (532–568 г/л).

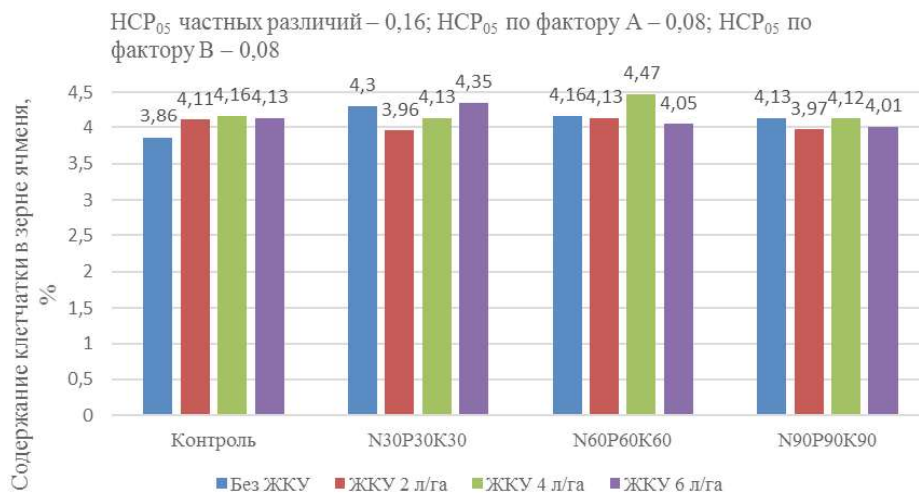


Рисунок 4 – Содержание клетчатки в зерне ячменя, %, в среднем за 3 года

Figure 4 – Fiber content in barley grain, %, on average for 3 years

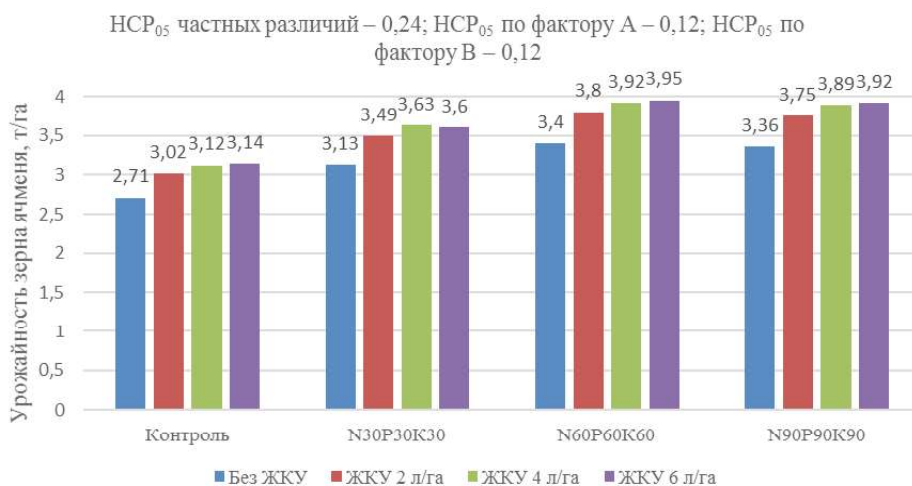


Рисунок 5 – Урожайность зерна ячменя, т/га, в среднем за 3 года

Figure 5 – Barley grain yield, t/ha, average for 3 years

Исследуемые факторы (минеральные удобрения и ЖКУ «Агрис») не оказали существенного влияния на изменение значений изучаемого показателя (клетчатка). Полученные значения были в пределах ошибки опыта.

Урожайность зерна ячменя существенно менялась в соотношении от удобрений и некорневой подкормки растений (рисунок 5). Удобрения увеличивали урожайность зерна ячменя на 0,46–0,77 т/га, или на 15,3–



25,7 %. На третьем изучаемом варианте ($N_{60}P_{60}K_{60}$) был получен наибольший урожай 3,40–3,95 т/га.

Некорневая подкормка растений улучшала повышению урожайность ячменя в среднем за годы исследований на 0,37–0,50 т/га, или на 11,7–15,9 %.

Заключение. По результатам трехлетних исследований было установлено, что менялись значения изучаемых показателей (урожайность и качество зерна ячменя). Минеральные удобрения в дозе ($N_{60}P_{60}K_{60}$) и некорневая подкормка растений ЖКУ «Агрис» марка «АзотКалий» в дозе (4 л/га) увеличивали урожайность и качественные показатели (натура зерна, масса 1000 зерен, протеин) зерна ячменя. Наибольшая урожайность (3,92 т/га), натура зерна (566 г/л), масса 1000 зерен (41,7 г) и протеин (15,40 %) были получены на этом варианте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Денисов Е.П., Солодовников А.П., Шагиев Б.З., Степанов Д.С., Полетаев И.С., Кудашова А.О. Изменение стрессовой ситуации растений яровой пшеницы при внекорневой подкормке удобрениями и биопрепаратами // Аграрный научный журнал. 2018. № 4. С. 9–12.
2. Железнов А.С., Ерышев А.П., Ерышев П.А. Изменение качества семян в зависимости от удобрений и норм высева у многорядного ячменя сорта «Гелиус» // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2 (46). С. 46–51.
3. Камалихин В.Е., Иванова Н.Н., Каргин В.И. Влияние сроков внесения био- и гуминовых препаратов на урожайность ярового многорядного ячменя // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 2 (50). С. 36–41.
4. Кудашкин М.И., Гайсин И.А., Гераськин М.М. Роль извести, удобрений и микроэлементов при проектировании севооборотов // Агрохимический вестник. 2006. № 4. С. 5–7.
5. Лапина В.В., Смолин Н.В., Савельев А.С., Овчинников А.П. Влияние регуляторов роста на структуру патогенного комплекса корневых гнилей ячменя // Нива Поволжья. 2011. № 3 (20). С. 33–38.
6. Хронюк Е.В., Хронюк В.Б., Пимонов К.И., Родина Т.В. Влияние удобрений на урожайность и качество зерна озимого ячменя, выращиваемого в условиях южной зоны Ростовской области // Аграрный научный журнал. 2021. № 4. С. 30–33.
7. Цыкора А.А., Каменев Р.А., Каменева В.К. Влияние минеральных удобрений и бактериальных препаратов на урожайность озимого ячменя в условиях Ростовской области // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2021. № 4 (67). С. 99–103.
8. Чернышков В.В., Денисов К.Е., Зволинский В.П., Мордвинкин С.А. Влияние биологически активных веществ на урожайность и качество зерна ярового ячменя в условиях зоны каштановых почв Волгоградской области // Аграрный научный журнал. 2018. № 1. С. 42–47.
9. Якупов Е.Н., Савельев А.С., Круглов А.В., Бочкарев Д.В., Никольский А.Н. Влияние приемов основной обработки почвы и фунгицидов на урожайность ярового ячменя // Аграрная наука. 2022. № 1. С. 84–87.

REFERENCES

1. Denisov E.P., Solodovnikov A.P., Shagiev B.Z., Stepanov D.S., Poletaev I.S., Kudashova A.O. Changes in the stress situation of spring wheat plants during foliar feeding with fertilizers and biological products. *Agrarian Scientific Journal*. 2018;(4):9–12. (In Russ.).
2. Zheleznov A.S., Eryashev A.P., Eryashev P.A. Change in seed quality depending on fertilizers and seeding rates in multi-row barley variety “Gelius”. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2019;2(46):46–51. (In Russ.).
3. Kamalikhin V.E., Ivanova N.N., Kargin V.I. Influence of timing of application of bio- and humic preparations on the yield of spring multi-row barley. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2020;2(50):36–41. (In Russ.).
4. Kudashkin M.I., Gaisin I.A., Geraskin M.M. The role of lime, fertilizers and microelements in the design of crop rotations. *Agrochemical Bulletin*. 2006;(4):5–7. (In Russ.).
5. Lapina V.V., Smolin N.V., Savelyev A.S., Ovchinnikov A.P. The influence of growth regulators on the structure of the pathogenic complex of barley root rots. *Volga Region Farmland*. 2011;3(20):33–38. (In Russ.).
6. Khronyuk E.V., Khronyuk V.B., Pimonov K.I., Rodina T.V. The influence of fertilizers on the yield and grain quality of winter barley grown in the southern zone of the Rostov region. *Agrarian Scientific Journal*. 2021;(4):30–33. (In Russ.).
7. Tsykora A.A., Kamenev R.A., Kameneva V.K. The influence of mineral fertilizers and bacterial preparations on the yield of winter barley in the conditions of the Rostov region. *Bulletin of the Michurinsky State Agrarian University*. 2021;4(67):99–103. (In Russ.).
8. Chernyshkov V.V., Denisov K.E., Zvolinsky V.P., Mordvinkin S.A. The influence of biologically active substances on the yield and grain quality of spring barley in the conditions of the chestnut soil zone of the Volgograd region. *Agrarian Scientific Journal*. 2018;(1):42–47. (In Russ.).
9. Yakupov E.N., Savelyev A.S., Kruglov A.V., Bochkarev D.V., Nikolsky A.N. The influence of basic tillage methods and fungicides on the yield of spring barley. *Agrarian Science*. 2022;(1):84–87. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 29.03.2024; одобрена после рецензирования 30.04.2024; принята к публикации 3.05.2024.
The article was submitted 29.03.2024; approved after reviewing 30.04.2024; accepted for publication 3.05.2024.

