

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.9>

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ

Научная статья

Исламгулова Р.Р.¹, Серегина И.И.^{2,*}

² ORCID : 0000-0002-2400-4159;

^{1,2} Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (seregina.i[at]inbox.ru)

Аннотация

В условиях полевого опыта изучали эффективность влияния различных биопрепаратов на урожайность и качество зерна пивоваренного ячменя сорта Надежный. В опыте изучали различные биопрепараты: Феровит, ОМБ, Харди, Эпин-Экстра, Эпин Плюс, Биодукс и Эмистим на фоне двух уровней азотного питания (60 и 90 кг/га). Обработка растений проводилась в фазы кущения и выхода в трубку. Результаты исследований показали, что применение биопрепаратов значительно влияло на биометрические показатели, такие как длина колоса, число колосков и количество зерен. Показано положительное влияние всех исследованных биопрепаратов на урожайность пивоваренного ячменя на обоих уровнях азотного питания. При уровне N₉₀ наиболее значимое стимулирующее воздействие на урожайность продемонстрировали препараты Харди, Эпин-Экстра, Эпин Плюс, Биодукс и Эмистим, обеспечив увеличение урожая зерна в пределах от 11,7% до 27,6%. Наилучший результат по содержанию белка (11,5%) в зерне ячменя пригодном для пивоваренных целей достигнут при применении биопрепарата Харди на фоне N₉₀.

Ключевые слова: пивоваренный ячмень, дозы азота, биопрепараты, урожайность, биометрические показатели растений.

EFFICIENCY OF BIODRUGS' APPLICATION IN MALTING BARLEY CULTIVATION, DEPENDING ON THE LEVEL OF NITROGEN NUTRITION

Research article

Islamgulova R.R.¹, Seregina I.I.^{2,*}

² ORCID : 0000-0002-2400-4159;

^{1,2} Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russian Federation

* Corresponding author (seregina.i[at]inbox.ru)

Abstract

The effectiveness of the effect of various biodrugs on yield and grain quality of malting barley of Nadezhny variety was studied in the field experiment. Various biodrugs were studied in the experiment: Ferovit, OMB, Hardy, Epin-Extra, Epin Plus, Biodux and Emistim against two levels of nitrogen nutrition (60 and 90 kg/ha). Treatment of plants was carried out in the phases of tillering and shooting. The results showed that the application of biodrugs significantly influenced biometric parameters such as ear length, number of shoots and of grains. The positive effect of all the studied biodrugs on malting barley yield at both levels of nitrogen nutrition was shown. At N₉₀ level, Hardy, Epin-Extra, Epin Plus, Biodux and Emistim showed the most significant stimulating effect on yield, providing an increase in grain yield from 11.7% to 27.6%. The best result in protein content (11.5%) in barley grain suitable for brewing purposes was achieved with Hardy biodrug using N₉₀.

Keywords: malting barley, nitrogen doses, biodrugs, yield, biometric indices of plants.

Введение

Ячмень — одна из важнейших сельскохозяйственных культур, широко встречающаяся во всем мире. После озимой пшеницы и озимого рапса он занимает третье место по объемам возделывания. В отечественном производстве наблюдается ежегодный рост объемов высева семян пивоваренного ячменя. В 2024 году этот показатель достиг 355 тысяч тонн, что на 30 тысяч тонн больше, чем в 2019 году. Зерно ячменя применяется в различных сферах народного хозяйства, включая продовольственные, технические и кормовые нужды. Оно находит особое применение в пивоварении, а также в производстве перловой и ячневой круп [5].

Условия азотного питания оказывают существенное влияние на урожайность и качество основной продукции ячменя пивоваренных сортов. Одним из требований к зерну пивоваренных сортов является получение продукции с содержанием белка в зерне не выше 11,5–12,0%, отвечающего требованиям ГОСТ 5060–2021 [4]. В то же время при выращивании ячменя для пивоваренных целей в условиях ограничения уровня азотного питания получают снижение уровня урожайности.

В то же время чрезмерное увеличение уровня азотного питания также нежелательно. Происходит повышение уровня содержания белка выше допустимых норм, что может препятствовать получению солода низкого качества. Помимо этого, превышение дозы азотных удобрений при выращивании ячменя приводит к ухудшению лежкости

полученного зерна и восприимчивости к заболеваниям. Кроме того, избыток азота повышает риск полегания посевов, что затрудняет уборку урожая и снижает качество зерна. В настоящее время активно изучаются различные агротехнические приемы, направленные на оптимизацию эффективности использования азота в посевах ячменя, в том числе оптимизация сроков сева и уборки с учетом климатических условий региона, подбор сортов ячменя с высокой урожайностью и низким потенциалом к накоплению белка при умеренном азотном питании, использование биопрепаратов, способствующих эффективному усвоению азота растениями и т.д. [3], [15].

Среди ведущих сортов пивоваренного ячменя выделяется сорт Надёжный, который отличается засухоустойчивостью, белковостью, устойчивостью к полеганию. Отмечено, что объём высева этого сорта составляет 6,9 тысяч тонн в 2024 году [3].

Биопрепараты различного состава, оказывают существенное действие на различные стороны продукционного процесса растений, влияя на процессы фотосинтеза, на рост и развитие растений в течение вегетационного периода. Также показано, что биопрепараты способствуют формированию улучшенной структуры и повышению урожая различных культур [12]. Следует отметить, что применение различных биопрепаратов приводит к повышению стрессоустойчивости и иммунитета сельскохозяйственных растений, что, в свою очередь, способствует повышению урожайности зерна и может улучшить технологические характеристики зерновых культур. Эффективность биопрепаратов зависит от химического состава препаратов, их концентрации, стадии развития растений и условий окружающей среды [13]. В связи с этим биопрепараты представляются надежным резервом сохранения устойчивости агроисем [14], [15]. Следует отметить, что, несмотря на большое количество исследований, посвященных изучению влияния условий азотного питания на формирование урожайности и качества зерна ячменя пивоваренных сортов, остаются нерешенные вопросы. Одним из основных аспектов исследований в данном направлении является изучение вопросов применения различных биопрепаратов для регулирования продукционного процесса растений ячменя и формирования его качества с целью получения продукции пригодной для пивоваренных целей [1], [15].

Цель исследований — изучить влияние биопрепаратов на урожайность и содержание белка в зерне ячменя в зависимости от уровня азотного питания.

Методы и принципы исследования

Эксперимент с ячменем проводился на полевой опытной станции РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева в 2022 году. Объектом исследования был взят пивоваренный ячмень сорт Надежный. Опыт проводили в условиях полевого опыта по общепринятым методикам [4], в 4-кратной повторности. Учетная площадь делянки — 1 м².

Почва на экспериментальном опытном участке окультуренная дерново-неглубокоподзолистая профильно-глееватая глубокопахотная, по гранулометрическому составу почва относится к легкосуглинистым, содержание гумуса по Тюрину — 2,0%, рН солевой вытяжки (KCl) — 4,6, рН гидролитической кислотности (Нг) — 2,86 мг-экв/100 г почвы, сумма поглощенных оснований (S) — 15,2 мг-экв/100 г почвы, обеспеченность подвижным обменным калием (K₂O) в опыте 2022 г. — 136 мг/кг, общее содержание азота (N_{общ}, %) — 0,11, доступным содержанием (P₂O₅) — 61 мг/кг. Агрохимический анализ почвы проводили по общепринятым методикам [4].

Для решения поставленных вопросов в исследованиях вносили азотные удобрения в форме NH₄NO₃ из расчета 60 кг/га (N₁) и 90 кг/га (N₂). В исследованиях изучали биопрепараты различного химического состава и назначения: Феровит, ОМБ (органоминеральный биостимулятор), Харди, Эпин-Экстра, Эпин Плюс, Биодукс, Эмистим, которые применялись путем фолитарной обработки вегетирующих растений в фазах кущение и колошения.

В опытах определяли урожайность, содержание белка, биометрические показатели и массу 1000 зерен (ГОСТ10842-89) [3], Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием однофакторного дисперсионного анализа [5].

Основные результаты

Урожайность зерновых культур складывается из количества продуктивных колосьев, количества зерен в колосе и массы 1000 зерен (табл. 1.)

Таблица 1 - Биометрические показатели колосьев ячменя сорта Надежный

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.9.1>

Вариант	Длина колоса, см	Кол-во в колосе, шт		Масса 1000 зерен, г
		Колосков	Зёрен	
N ₆₀				
Контроль	5,8	19,0	17,0	43,2
ОМБ	6,3	19,0	18,0	45,4
Харди	5,2	20,3	19,0	43,9
Феровит	5,8	17,2	16,0	45,1
Эпин-Экстра	6,5	18,0	16,7	46,5
Эпин Плюс	5,6	19,0	17,0	45,4
Биодукс	6,2	18,0	16,0	47,4
Эмистим	6,4	20,0	18,0	46,7
НСР ₀₅	0,3	0,9	0,7	2,3

Вариант	Длина колоса, см	Кол-во в колосе, шт		Масса 1000 зерен, г
		Колосков	Зёрен	
N ₉₀				
Контроль	6,7	20,0	18,0	45,6
ОМБ	7,5	20,0	18,0	47,9
Харди	5,9	21,2	20,0	45,6
Феровит	6,1	20,0	18,0	47,3
Эпин-Экстра	7,9	18,0	17,0	47,9
Эпин Плюс	6,5	20,3	19,2	49,5
Биодукс	7,3	20,0	19,0	47,7
Эмистим	7,2	21,5	20,0	47,9
НСР ₀₅	0,34	1,0	0,9	2,3

Эффективность воздействия биопрепаратов на биометрические показатели зависела от химического состава изучаемых препаратов и уровня азотного питания. Применение биопрепарата Харди на фоне N₆₀ способствовало снижению длины колоса до 5,2 см (против 5,8 см в контроле). В то же время возросло количество колосков до 20,3 шт (против 19,0 шт в контроле) и число зерен в колосе до 20 шт (против 17,0 шт в контроле). При этом масса 1000 зерен не изменилась. На фоне N₉₀ применение препарата Харди проявило такое же действие как на фоне N₆₀. Выявлено снижение длины колоса до 5,9 см (против 6,7 см в контроле). В то же время возросло количество колосков 21,2 шт (против 20 шт в контроле) и число зерен в колосе до 20 шт (против контроля 18 шт). При этом масса 1000 зерен не изменилась по сравнению с контролем.

При применении препарата Феровит на фоне N₆₀ выявлено снижение количества колосков до 17,2 шт (против 19 шт в контроле), количество зерен в колосе до 16 шт (против 17 шт в контроле). В данном варианте показана тенденция увеличения массы 1000 зерен, которая возрастает не достоверно в данных условиях выращивания. Такие же закономерности влияния препарата Феровит показаны и на фоне N₉₀. Длина колоса составила 6,1 см (против 6,7 в контроле), количество колосков 20 шт (против 20 шт в контроле), количество зерен в колосе 18 шт (против 18 шт в контроле), кроме массы 1000 зерен она возрастает до 47,7 г (против 45,6 г в контроле).

Препарат Эпин-Экстра при использовании на фонах N₆₀ и N₉₀ способствовал увеличению длины колоса 6,5 см и 7,9 см соответственно (против контроля 5,8 см и 6,7 см), но уменьшению количества колосков до 18 шт (против 19 шт в контроле) и зерен в колосе 16,7 шт и 17 шт (против 17 шт и 18 шт в контроле) соответственно. Масса 1000 зерен возросла достоверно на фоне N₆₀ на 7%, на фоне N₉₀ на 5%.

В варианте применения препарата Эпин Плюс на фоне N₆₀ снижались почти все биометрические показатели колосьев, а также выявлена тенденция увеличения массы 1000 зерен. На фоне N₉₀ эффективность применения препарата Эпин Плюс проявилась на озерненности колоса (увеличение составило 7%) и выполненности семян (возрастание массы 1000 зерен произошло на 8,5%).

Применение органоминерального биопрепарата на фоне N₆₀ способствовало увеличению длины колоса на 8,6%, на фоне N₉₀ — на 11,9% по сравнению с контролем. Масса 1000 зерен значительно не изменилась, хотя проявилась тенденция к увеличению этого показателя на обоих фонах азотного питания. Количество зерен в колосе увеличилась только на фоне N₆₀ — на 5,8%.

В варианте применения препарата Биодукс на фоне N₆₀ показано увеличение длины колоса на 6,8% и массы 1000 зерен на 9,7%. При этом уменьшилось количество колосков и количество зерен в колосе на 5% и 6% соответственно. При использовании препарата Биодукс на фоне N₉₀ показано возрастание длины колоса на 9% и количества зерен в колосе на 6% по сравнению с контролями. Масса 1000 зерен изменилась не достоверно.

В варианте применения препарата Эмистим показана самая высокая эффективность на биометрические показатели колосьев на обоих фонах азотного питания. Показано достоверное увеличение всех биометрических показателей колосьев.

Исследования показали, эффективность действия биопрепаратов на урожайность зависела от их влияния на элементы продуктивности колосьев (табл. 2). Выявлено увеличение урожайности растений на фоне N₆₀ при применении биопрепаратов Харди (до 462,3 г/м² против 438,6 г/м² в контроле), Биодукс (до 461,5 г/м² против 438,6 г/м² в контроле) и Эмистим (489,1 г/м² против 438,6 г/м² в контроле). На фоне N₉₀ эффективность проявили все изучаемые препараты за исключением органоминерального препарата. Возрастание урожайности составило при использовании препаратов: Харди на 17%, Феровит — на 8%, Эпин-Экстра — на 27,2%, Эпин Плюс — 12,6%, Биодукс — 11,7%, Эмистим — 27,6%.

Таким образом, можно сделать вывод, что эффективность изучаемых биопрепаратов на изменение урожайности ярового ячменя зависела от уровня азотного питания. На фоне N₆₀ при возрастании урожайности растений ячменя произошло при использовании биопрепаратов Харди, Биодукс и Эмистим. Это произошло в результате воздействия биопрепаратов на отдельные стороны продукционного процесса. В основном действие биопрепаратов оказывало положительное действие на увеличение озерненности колоса и массы 1000 зерен. Биопрепарат Харди оказывал положительное влияние на озерненность колоса на обоих уровнях азотного питания.

Основным критерием для оценки качества ячменя, используемого в пивоварении, служит его белковый состав (табл. 2). Оптимальным уровнем содержания белка в зерне ячменя пивоваренных сортов принят от 11,5% до 12,0% согласно ГОСТ 5060-2021.

Таблица 2 - Урожайность и содержания белка в зависимости от уровня внесения азотных удобрений и применения биопрепаратов

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.9.2>

Вариант	Урожайность, г/м ²	Отношение урожая к контролю, г/м ²	Содержание сырого белка, %
N60			
Контроль	438,6	-	9,3
ОМБ	447,3	8,7	10,5
Харди	462,3	23,7	10,3
Феровит	428,6	-10,0	12,1
Эпин-Экстра	456,2	17,6	9,6
Эпин Плюс	441,7	3,1	9,1
Биодукс	461,5	22,9	10,3
Эмистим	489,1	50,5	9,0
НСР ₀₅	22,7	-	0,5
N90			
Контроль	466,1	-	9,9
ОМБ	488,4	22,3	10,2
Харди	546,3	80,2	11,5
Феровит	502,5	36,4	12,2
Эпин-Экстра	592,9	126,8	11,3
Эпин Плюс	524,6	58,5	9,6
Биодукс	520,8	54,7	10,4
Эмистим	594,7	128,6	9,5
НСР ₀₅	26,5	-	0,5

Как показали результаты исследований, наиболее оптимальное содержание белка на уровне 11,5% получено в варианте применения биопрепарата Харди на фоне N₉₀. Следует отметить, что по сравнению с контролем на фоне N₆₀ проявили положительное действие препараты ОМБ, Харди, Феровит, Биодукс, на фоне N₉₀ — ОМБ, Феровит, Эпин-Экстра, Биодукс. Выявлено, что применение препаратов Эпин-Экстра (на фоне N₆₀), Эпин Плюс и Эмистим (на обоих уровнях азотного питания).

Таким образом, можно сделать вывод, что увеличение дозы азотных удобрений значительно повлияло на эффективность изучаемых биопрепаратов. Показано, что оптимальное содержание белка достигается при использовании биопрепарата Харди на дозе удобрения N₉₀. Препараты ОМБ, Феровит, Биодукс и Эпин-Экстра также показали положительное влияние на содержание белка в зависимости от уровня фона азотного питания N₆₀ и N₉₀.

Заключение

Исследования выявили, что эффективность биопрепаратов на урожайность и биометрические показатели ярового ячменя зависит от их химического состава и уровня азотного питания. Изучаемые биопрепараты продемонстрировали положительное влияние на показатели урожайности и качества зерна при различных дозах азота. Наибольшая эффективность действия биопрепаратов Харди, Эпин-Экстра, Эпин Плюс, Биодукс и Эмистим получена на высоком фоне азота N₉₀, обеспечивая достоверное увеличение урожая зерна (от 11,7% до 27,6%) и улучшение параметров роста по сравнению с контролем. В то же время применение биопрепаратов Харди, ОМБ, Биодукс и Феровит способствовало повышению содержания белка в зерне от 10,3% до 12,1% по сравнению с контролем (9,3%) на фоне N₆₀. На фоне N₉₀ препараты ОМБ, Биодукс, Эпин-Экстра, Харди и Феровит способствовали получению зерна с содержанием белка от 10,2% до 12,2% по сравнению с контролем (9%).

Наилучший результат по содержанию белка (11,5%) в зерне ячменя пригодном для пивоваренных целей достигнут при применении биопрепарата Харди на фоне N₉₀. В то же время применение биопрепарата Харди привело к повышению урожайности растений ячменя на обоих уровнях азотного питания. Прибавки урожая зерна в варианте с применением препарата Харди составили на фоне N₉₀ — 80,2 г/м², на фоне N₆₀ — 27,3 г/м².

Благодарности

Авторы статьи выражают огромную благодарность Ректору РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева Академику РАН, д.с.-х.н., профессору Трухачеву В.И., заведующему кафедрой агрономической, биологической химии и радиологии д.с.-х.н., профессору Налиухину А.Н., д.б.н., профессору кафедры агрономической, биологической химии и радиологии Новикову Н.Н. за помощь и поддержку проведенных исследований.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Acknowledgement

The authors of this article express their sincere gratitude to the Rector of Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor V.I. Trukhachev, Head of the Faculty of Agronomic, Biological Chemistry and Radiology, Doctor of Agricultural Sciences, Professor A.N. Naliukhin, Professor N.N. Novikov, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Faculty of Agronomic, Biological Chemistry and Radiology for assistance and support in the conducted research.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Гаврилова А.Ю. Влияние доз и сочетаний минеральных удобрений на формирование урожайности и качества зерна пивоваренного ячменя в центральном Нечерноземье / А.Ю. Гаврилова, А.М. Конова, Н.Е. Самсонова // *Агрохимия*. — 2020. — № 3. — С. 24–31.
2. ГОСТ 5060-2021 Ячмень пивоваренный. Технические условия : межгосударственный стандарт. — Введ. 2022–07–01. — М. : Стандартинформ, 2021.
3. Дедушев И.А. Влияние погодных условий и азотного питания на показатели экстрактивности зерна сортов ярового ячменя, созданных в Подмоскowie / И.А. Дедушев, Л.М. Ерошенко, М.М. Ромахин [и др.] // *Дальневосточный аграрный вестник*. — 2023. — Т. 17, № 3. — С. 14–26. DOI: 10.22450/19996837_2023_3_14.
4. Кобзаренко В.И. Агрохимические методы исследований / В.И. Кобзаренко, В.Ф. Волобуева, И.И. Серегина [и др.]. — М. : РГАУ–МСХА, 2015. — 309 с.
5. Ламмас М.Е. Мировое производство ячменя / М.Е. Ламмас, А.В. Шитикова // *Агробиотехнология–2021 : сб. ст. междунар. науч. конф. (Москва, 24–25 ноября 2021 г.)*. — М. : РГАУ–МСХА, 2021. — С. 733–736.
6. Лапа В.В. Влияние доз и соотношений минеральных удобрений на урожайность и качество ячменя Гонар при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве / В.В. Лапа, Н.Н. Ивахненко, А.А. Грачева // *Почвоведение и агрохимия*. — 2009. — № 1. — С. 102–111.
7. Маланкина Е.Л. Влияние ретарданта харди на продуктивность и биохимический состав сырья змееголовника молдавского / Е.Л. Маланкина, Т.И. Шатилова, Н.Г. Романова [и др.] // *Плодородие*. — 2020. — № 5. — С. 38–41.
8. Пискарева Л.А. Эффективность комплексного применения минеральных удобрений и стимуляторов роста в посевах ярового ячменя (*Hordeum sativum* L.) / Л.А. Пискарева, А.Ю. Чевердин // *Агрохимия*. — 2022. — № 1. — С. 21–31.
9. Серегина И.И. Влияние биопрепаратов на элементы продуктивности урожайность и качество зерна яровой пшеницы на разных уровнях азотного питания / И.И. Серегина, М. Анка, Е.А. Мещерякова // *Journal of Agriculture and Environment*. — 2024. — № 10(50). DOI: 10.60797/JAE.2024.50.4.
10. Серегина И.И. Урожайность и химический состав сортов ячменя в зависимости от уровня минерального питания / И.И. Серегина, Т.М. Джанчаров, С.Л. Белопухов [и др.] // *Агрохимический вестник*. — 2023. — № 2. — С. 60–63.
11. Тимаков А.Г. Влияние биопрепаратов на фотосинтетическую деятельность растений ярового ячменя и структуру урожая / А.Г. Тимаков, В.В. Мамеев, Н.Е. Павловская [и др.] // *Агрохимия*. — 2019. — № 8. — С. 34–39. DOI: 10.1134/S0002188119080106.
12. Трухачев В.И. Пивоваренные показатели качества ячменя сорта Надежный в зависимости от условий питания / В.И. Трухачев, С.Л. Белопухов, Р.Р. Исламгулова [и др.] // *Агрофизика*. — 2021. — № 4. — С. 28–33.
13. Чевердин Ю.И. Роль ассоциативных микроорганизмов в обеспеченности растений ярового ячменя нитратным азотом в условиях ЦЧЗ / Ю.И. Чевердин, А.Ю. Чевердин, М.Ю. Сауткина // *Journal of Agriculture and Environment*. — 2023. — № 10(38). DOI: 10.23649/JAE.2023.38.2.
14. Чудаков Н. Яровой ячмень: максимальный результат при минимуме затрат / Н. Чудаков // *Аграрное обозрение*. — 2016. — № 2(54). — С. 38–42.
15. Шулико Н.Н. Влияние комплексного применения удобрений и биопрепаратов на эффективное плодородие чернозема выщелоченного и продуктивность ячменя / Н.Н. Шулико, О.Ф. Хамова, Н.А. Воронкова [и др.] // *Агрохимия*. — 2019. — № 2. — С. 13–20. DOI: 10.1134/S0002188119020133.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Gavrilova A.Yu. Vliyaniye doz i sochetaniy mineral'nykh udobreniy na formirovaniye urozhaynosti i kachestva zerna pivovarennogo yachmenya v tsentral'nom Nechozem'e [Effect of doses and combinations of mineral fertilizers on yield

formation and quality of brewing barley grain in the central Non-Chernozem zone] / A.Yu. Gavrilova, A.M. Konova, N.E. Samsonova // *Agrokimiya [Agrochemistry]*. — 2020. — № 3. — P. 24–31. [in Russian]

2. GOST 5060-2021 Yachmen' pivovarennyj. Tekhnicheskie usloviya [Brewing barley. Specifications]: mezhgosudarstvennyj standart [interstate standard]. — Introd. 2022-07-01. — Moscow : Standartinform, 2021. [in Russian]

3. Dedushev I.A. Vliyanie pogodnykh usloviy i azotnogo pitaniya na pokazateli ekstraktivnosti zerna sortov yarovogo yachmenya, sozdannykh v Podmoskov'e [Influence of weather conditions and nitrogen nutrition on extractivity indicators of spring barley varieties developed in Moscow region] / I.A. Dedushev, L.M. Eroshenko, M.M. Romakhin [et al.] // *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik [Far Eastern Agrarian Bulletin]*. — 2023. — Vol. 17, № 3. — P. 14–26. DOI: 10.22450/19996837_2023_3_14. [in Russian]

4. Kobzarenko V.I. Agrokhimicheskie metody issledovaniy [Agrochemical research methods] / V.I. Kobzarenko, V.F. Volobueva, I.I. Seregina [et al.]. — Moscow : RGAU-MSHA, 2015. — 309 p. [in Russian]

5. Lammas M.E. Mirovoe proizvodstvo yachmenya [World barley production] / M.E. Lammas, A.V. Shitikova // *Agrobiotekhnologiya-2021 [Agrobiotechnology-2021] : Proc. of the Int. Sci. Conf. (Moscow, November 24–25, 2021)*. — Moscow : RGAU-MSHA, 2021. — P. 733–736. [in Russian]

6. Lapa V.V. Vliyanie doz i sootnoshenij mineral'nykh udobrenij na urozhajnost' i kachestvo yachmenya Gonar pri vzdelyvanii na dernovo-podzolistoj supeschanoj pochve [Effect of doses and ratios of mineral fertilizers on yield and quality of Gonar barley cultivated on sod-podzolic sandy loam soil] / V.V. Lapa, N.N. Ivakhnenko, A.A. Gracheva // *Pochvovedenie i agrokimiya [Soil Science and Agrochemistry]*. — 2009. — № 1. — P. 102–111. [in Russian]

7. Malankina E.L. Vliyanie retardanta khardi na produktivnost' i biokhimicheskij sostav syr'ya zmeegolovnika moldavskogo [Effect of Hardy retardant on productivity and biochemical composition of Moldavian dragonhead raw material] / E.L. Malankina, T.I. Shatilova, N.G. Romanova [et al.] // *Plodorodie [Fertility]*. — 2020. — № 5. — P. 38–41. [in Russian]

8. Piskareva L.A. Effektivnost' kompleksnogo primeneniya mineral'nykh udobrenij i stimulyatorov rosta v posevakh yarovogo yachmenya (*Hordeum sativum* L.) [Efficiency of combined application of mineral fertilizers and growth stimulants in spring barley (*Hordeum sativum* L.) crops] / L.A. Piskareva, A.Yu. Cheverdin // *Agrokimiya [Agrochemistry]*. — 2022. — № 1. — P. 21–31. [in Russian]

9. Seregina I.I. Vliyanie biopreparatov na elementy produktivnosti urozhajnost' i kachestvo zerna yarovoj pshenitsy na raznykh urovnyakh azotnogo pitaniya [Effect of biological preparations on productivity elements, yield and grain quality of spring wheat at different nitrogen nutrition levels] / I.I. Seregina, M. Anka, E.A. Meshcheryakova // *Journal of Agriculture and Environment*. — 2024. — № 10(50). DOI: 10.60797/JAE.2024.50.4. [in Russian]

10. Seregina I.I. Urozhajnost' i khimicheskij sostav sortov yachmenya v zavisimosti ot urovnya mineral'nogo pitaniya [Yield and chemical composition of barley varieties depending on mineral nutrition level] / I.I. Seregina, T.M. Dzhancharov, S.L. Belopukhov [et al.] // *Agrokhimicheskij vestnik [Agrochemical Bulletin]*. — 2023. — № 2. — P. 60–63. [in Russian]

11. Timakov A.G. Vliyanie biopreparatov na fotosinteticheskuyu deyatel'nost' rastenij yarovogo yachmenya i strukturu urozhaya [Effect of biological preparations on photosynthetic activity of spring barley plants and yield structure] / A.G. Timakov, V.V. Mameev, N.E. Pavlovskaya [et al.] // *Agrokimiya [Agrochemistry]*. — 2019. — № 8. — P. 34–39. DOI: 10.1134/S0002188119080106. [in Russian]

12. Trukhachev V.I. Pivovarennye pokazateli kachestva yachmenya sorta Nadezhnyj v zavisimosti ot uslovij pitaniya [Brewing quality indicators of Nadezhny barley variety depending on nutrition conditions] / V.I. Trukhachev, S.L. Belopukhov, R.R. Islamgulova [et al.] // *Agrokimiya [Agrochemistry]*. — 2021. — № 4. — P. 28–33. [in Russian]

13. Cheverdin Yu.I. Rol' assotsiativnykh mikroorganizmov v obespechennosti rastenij yarovogo yachmenya nitratnym azotom v usloviyakh TsChZ [Role of associative microorganisms in nitrate nitrogen supply of spring barley plants in Central Chernozem zone conditions] / Yu.I. Cheverdin, A.Yu. Cheverdin, M.Yu. Sautkina // *Journal of Agriculture and Environment*. — 2023. — № 10(38). DOI: 10.23649/JAE.2023.38.2. [in Russian]

14. Chudakov N. Yarovoj yachmen': maksimal'nyj rezul'tat pri minizume zatrat [Spring barley: maximum result with minimum costs] / N. Chudakov // *Agrarnoe obozrenie [Agricultural Review]*. — 2016. — № 2(54). — P. 38–42. [in Russian]

15. Shuliko N.N. Vliyanie kompleksnogo primeneniya udobrenij i biopreparatov na effektivnoe plodorodie chernozema vyshchelochennogo i produktivnost' yachmenya [Effect of combined application of fertilizers and biological preparations on effective fertility of leached chernozem and barley productivity] / N.N. Shuliko, O.F. Khamova, N.A. Voronkova [et al.] // *Agrokimiya [Agrochemistry]*. — 2019. — № 2. — P. 13–20. DOI: 10.1134/S0002188119020133. [in Russian]