

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.6.939-948>

УДК 633.16:631.526.32

Новый сорт ярового ячменя Боярин и элементы сортовой технологии

© 2023. И. Н. Щенникова[✉], Т. К. Шешегова, О. М. Снигирева

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация

Создание сорта ярового ячменя Боярин осуществлялось в 2008...2022 гг., совершенствование сортовой агротехники – в 2021...2022 гг. в почвенно-климатических условиях Кировской области. Сорт ярового ячменя Боярин характеризуется высокой урожайностью (до 6,15 т/га в 2017 г.), в отдельные годы превышающей стандарт Белгородский 100 (на 0,9 т/га в 2018 г.). Сорт среднеранний, продолжительность вегетационного периода от 76 до 97 дней; формирует высокопродуктивный стеблестой (390 шт/м²) за счет хорошей выживаемости и кустистости растений (2,0 шт/раст.), имеет прочную соломинку и характеризуется высокой устойчивостью к полеганию (5,0 баллов). Масса 1000 зерен – до 47 г, натура – до 683 г/л, содержание белка в зерне – до 12,2 %. По качеству зерна относится к сортам зернофуражного использования. С 2023 г. сорт Боярин включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Волго-Вятском регионе. В статье приводится схема создания нового сорта ярового ячменя Боярин и его хозяйственно-биологическая характеристика. При разработке элементов сортовой технологии испытывали новые биоудобрения (Азолен, Азотовит, Фосфатовит, Калийвит, Нитрозлак) и биофунгициды (Псевдобактерин, Флавобактерин, Алирин), которые применяли для обработки семян и растений в фазы «кущение» и «колошение». В относительно засушливых условиях вегетации (ГТК = 1,23) не получено статистически значимых прибавок урожайности от применения всех изучаемых препаратов. При избыточном увлажнении в период вегетации растений (ГТК = 2,20) относительно высокие прибавки урожайности (1,31–1,58 т/га при НСР₀₅ = 0,50) получены в вариантах с использованием биоудобрений Фосфатовит (обработка семян), Азотовит (обработка растений в фазу «колошение») и Калийвит (обработка растений в фазу «кущение»). Лучшую биологическую защиту от корневых гнилей на уровне 60,5 % обеспечила обработка семян биоудобрением Нитрозлак, который является не только азотфиксатором и фосфатмобилизатором, но и содержит бинарную смесь микроорганизмов – антагонистов фитопатогенов.

Ключевые слова: урожайность, элементы продуктивности, биоудобрения, биопрепараты, грибные болезни, биологическая эффективность

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (тема FNWE-2022-0007).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Щенникова И. Н., Шешегова Т. К., Снигирева О. М. Новый сорт ярового ячменя Боярин и элементы сортовой технологии. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023;24(6):939-948.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.6.939-948>

Поступила: 22.12.2022

Принята к публикации: 15.11.2023

Опубликована онлайн: 20.12.2023

A new variety of spring barley Boyarin and elements of varietal technology

© 2023. Irina N. Schennikova[✉], Tatyana K. Sheshegova, Olga M. Snigireva

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

The development of the Boyarin spring barley variety was carried out in 2008–2022, the improvement of varietal agricultural technology – in 2021–2022 in the soil and climatic conditions of the Kirov region. The Boyarin spring barley variety is characterized by a high yield (up to 6.15 t/ha in 2017), in some years exceeding the Belgorod 100 standard (by 0.9 t/ha in 2018). The variety is medium-early, the duration of the growing season is from 76 to 97 days; forms a highly productive stem (390 pcs/m²) due to good survival and bushiness of plants (2.0 pcs/plant), has a strong straw and is characterized by high resistance to lodging (5.0 points). The weight of 1000 grains is up to 47 g, the nature is up to 683 g/l, the protein content in the grain is up to 12.2 %. According to the quality of grain, it belongs to the varieties of grain-forage use. Since 2023, the Boyarin variety has been included in the State Register of Breeding Achievements Approved for Use in the Volga-Vyatka region. The article provides a scheme for creating a new variety of spring barley Boyarin and its economic and biological characteristics. When developing elements of varietal technology, new biofertilizers (Azolene, Azotovite, Phosphatovite, Kalivite, Nitroslak) and

biofungicides (Pseudobacterin, Flavobacterin, Alirin) were tested, which were used to treat seeds and plants in the "tillering" and "earring" phases. In relatively arid vegetation conditions ($HTC = 1.23$), no statistically significant yield increases were obtained from the use of all the studied preparations. With excessive moisture during the growing season of plants ($HTC = 2.20$) relatively high yield increases ($1.31-1.58$ t/ha with $LSD_{05} = 0.50$) were obtained in variants using biofertilizers Phosphatovite (seed treatment), Azotovite (plant treatment in the "earring" phase) and Kaliivit (treatment of plants in the "tillering" phase). The best biological protection against root rot at the level of 60.5 % was provided by the treatment of seeds with Nitroslak biofertilizer, which is not only a nitrogen fixator and phosphate immobilizer, but it also contains a binary mixture of microorganisms antagonists of phytopathogens.

Keywords: yield, productivity elements, biofertilizers, biological products, fungal diseases, biological efficiency

Acknowledgements: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme FNWE-2022-0007).

The authors thank the reviewers for their contribution to the expert evaluation of this work.

Conflict of interest: the authors stated that there was no conflict of interest.

For citation: Schennikova I. N., Sheshegova T. K., Snigireva O. M. A new variety of spring barley Boyarin and elements of varietal technology. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2023;24(6):939-948. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.6.939-948>

Received: 22.12.2022

Accepted for publication: 15.11.2023

Published online: 20.12.2023

Яровой ячмень – важная зернофуражная культура, составляющая значительный удельный вес в структуре посевных площадей и имеющая наиболее высокий потенциал продуктивности в условиях Волго-Вятского региона¹. В связи с этим решение региональных проблем при создании новых сортов ячменя и реализация их потенциала при совершенствовании агротехнических приемов возделывания на сегодняшний день являются наиболее актуальными [1]. Ученые-селекционеры отмечают [2, 3, 4], что в современных селекционных программах основные усилия необходимо направить на создание адаптивных форм растений, способных формировать экономически значимую урожайность при нестабильности агроклиматических ресурсов. В условиях многообразия почвенно-климатических факторов и экономических возможностей конкретных регионов направления селекции в научных учреждениях и, соответственно, хозяйственно-биологическая характеристика новых сортов ярового ячменя могут значительно отличаться [5, 6, 7]. Например, сорта ячменя, которые создаются в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, высокоадаптивны и приспособлены к специфическим условиям Волго-Вятского региона [8].

При этом сельскохозяйственное производство региона заинтересовано в оптимизации технологических процессов, поиске экологически безопасных и экономически оправданных элементов технологий возделывания всех зерновых культур. В последнее время активизируются исследования по обеспечению коммер-

ческих перспектив производства зерна, основанные на стратегии сдерживания возбудителей болезней за счет активизации использования биоагентов различной природы [9, 10]. Современная концепция экологичности, ресурсосбережения и реализации продукционного потенциала сорта отдает предпочтение использованию в агротехнологиях биоудобрений и биопрепаратов с фиторегуляторными, фунгицидными и иммуномодулирующими свойствами [9]. Биоагентами таких пестицидов и агрохимикатов являются биологические фиксаторы азота, калия и фосфора, различные представители микрофлоры и другие полезные микроскопические организмы². Они используются для предпосевной обработки семян и вегетирующих растений в разные фазы онтогенеза [11, 12]. Далее изучается характер растительно-микробных взаимодействий с аборигенной семенной, аэрогенной и почвенной микрофлорой, анализируются особенности онтогенеза и продукционного процесса растений в этих условиях. В случае положительного результата по болезнеустойчивости и продуктивности растений использование новых биопрепаратов и агрохимикатов является экологически и экономически обоснованным способом повышения урожайности и качества зерновых культур.

Цель исследований – хозяйственно-биологическая характеристика нового сорта ярового ячменя Боярин и совершенствование элементов сортовой технологии на основе применения биоудобрений и биофунгицидов.

¹В Кировской области рекордная урожайность зерновых. [Электронный ресурс].

URL: <https://www.kirovreg.ru/news/detail.php?ID=111643> (дата обращения: 14.04.2023)

²Шабает В. П. Бактерии могут заменить минеральные удобрения. [Электронный ресурс].

URL: <https://www.argo-shop.com.ua/article-7780.html?ysclid=ldy6p6k7is172067961> (дата обращения: 20.01.2023).

Научная новизна – получены экспериментальные данные по эффективности использования экологических биоудобрений и биофунгицидов с фиторегуляторными, фунгицидными и иммуномодулирующими свойствами при возделывании нового сорта ярового ячменя Боярин.

Материал и методы. Исследования по созданию сорта ярового ячменя Боярин и разработке отдельных элементов технологии его возделывания проведены ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров) в 2008-2022 гг. Основным методом селекции ячменя является внутривидовая гибридизация с последующим индивидуальным отбором во втором поколении и оценкой потомства выделенных генотипов по комплексу селекционно-ценных признаков. Селекционный материал изучали по принятой для самоопылителей схеме в соответствии с методикой³. В качестве стандарта использовали рекомендованный Государственной комиссией по сортоиспытанию сорт Белгородский 100. Изучение в конкурсном сортоиспытании (2017-2019 гг.) проводили на делянках с учетной площадью 10 м², в 4-кратной повторности.

Посевы располагали в селекционном севообороте (предшественник – чистый пар). Почва опытных участков дерново-подзолистая, среднесуглинистая (гумус – 2,27-2,45 %, рН_{сол} – 4,6-5,5, Р₂O₅ – 257-290 мг/кг, К₂O – 232-257 мг/кг), типичная для Кировской области. Основную и предпосевную обработки почвы проводили в соответствии с зональными рекомендациями; посев – в оптимально ранние сроки, минеральные удобрения вносили в дозе N₄₅P₄₅K₄₅.

Почвенно-климатические условия в годы изучения элементов сортовой технологии способствовали реализации потенциальных возможностей нового сорта ячменя Боярин. В 2021 г. вегетация ячменя проходила преимущественно в условиях сухой и теплой, а в отдельные периоды жаркой погоды (ГТК = 1,23). К концу вегетационного периода сумма эффективных температур составила 1207,2 °С и спровоцировала засуху, которая привела к значительному снижению продуктивности растений и урожайности сорта Боярин. Более благоприятные условия для роста и развития растений сложились в 2022 г. (ГТК = 2,20; сумма эффективных температур 938,9 °С).

Опыт включал 20 вариантов обработки семян и вегетирующих растений ячменя сорта

Боярин изучаемыми биоудобрениями и биофунгицидами (контроль – вариант без обработок).

Материалом исследований являлись: биофунгициды – Псевдобактерин, Ж (*Pseudomonas aureofaciens*, BS 1393), Флавобактерин, Ж (*Flavobacterium* sp. L-30), Алирин, Ж (*Bacillus subtilis* штамм В-10 ВИЗР); *микробиологические удобрения* – Азолен, Ж (*Azotobacter vinelandii*, ИБ-4), Азотовит, Ж (*Azotobacter croococcum*), Фосфатовит, Ж (*Bacillus mucilaginosus*, Вас 10), Калийвит, Ж (*Paebacillus mucilaginosus*), Нитрозлак, Ж (*Agrobacterium radiobacter* + *Bacillus megaterium*). Биоудобрения применяли для обработки семян и вегетирующих растений, биофунгициды – для обработки семян. Нормы расхода препаратов взяты в соответствии с рекомендуемыми⁴.

Биофунгициды Алирин, Псевдобактерин, Флавобактерин характеризуются не только фунгицидными, но и иммуномодулирующими и фиторегуляторными свойствами, обеспечивая хорошее развитие вегетативной массы и корневой системы растений, устойчивость к полеганию и улучшение продукционного процесса; способствуют экологичности производства зерна [13, 14].

Биоудобрения Азолен, Азотовит, Фосфатовит, Калийвит, Нитрозлак за счет лучшего использования растениями минеральных и органических веществ обеспечивают их дополнительными элементами питания и участвуют в формировании плодородного слоя почвы; их иммуномодулирующие и фунгицидные свойства обеспечивают контроль некоторых грибных и бактериальных болезней [15, 16].

Изучение данных пестицидов и агрохимикатов проводили в полевом опыте на делянках площадью 2,7 м² в 4-кратной повторности. Нормы высева – 6 млн всхожих зерен на гектар. Почва в опыте дерново-подзолистая, среднесуглинистая (содержание гумуса – 2,43 %, подвижного фосфора – 360 мг/кг, обменного калия – 210 мг/кг почвы, рН солевой вытяжки – 5,7). Обработка почвы под яровой ячмень включала в себя отвальную вспашку (ПЛН-3-35), культивацию (КПС-4), боронование (СГ-8), прикатывание (КЗК-6) и посев по чистому пару.

Учет пятнистостей грибной этиологии проводили однократно – в период наибольшего их развития, корневых гнилей – три раза за вегетацию, приурочивая к фазам «выход в трубку», «колошение», «восковая спелость».

³Методика Госкомиссии по испытанию сельскохозяйственных культур. М.: Калининская областная типография, 1985. 389 с.

⁴Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Часть 1. Пестициды. М.: Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, 2021. 803 с.

Далее рассчитывали относительный показатель ПКРБ (площадь под кривой развития болезни), и по скорости нарастания инфекции анализировали характер растительно-микробных взаимодействий в вариантах опыта. В иммунологических исследованиях использовали методики⁵.

В работе применяли статистические методы в изложении Б. А. Доспехова⁶. Обработка данных проведена с использованием пакета программ статистического и биометрико-гене-

тического анализа в растениеводстве и селекции AGROS (версия 2.07.) и программы Microsoft Office Excel 2013.

Результаты и их обсуждение. Сорт ярового ячменя Боярин (селекционный номер 346-09) создан методом внутривидовой ступенчатой гибридизации с использованием коллекционных образцов (рис.) и последующим индивидуальным отбором во втором поколении.

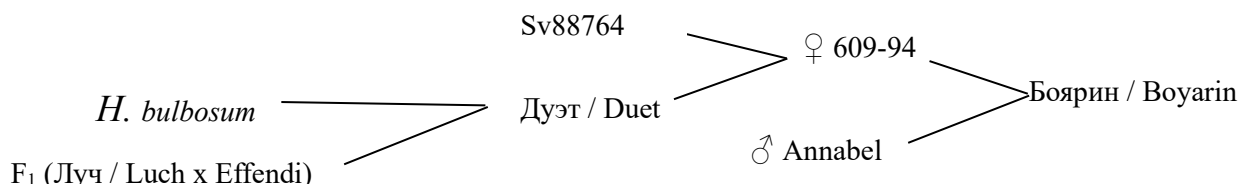


Рис. Генеалогия сорта ячменя Боярин /
Fig. Genealogy of the Boyarin barley variety

На первом этапе селекции была проведена комплексная оценка коллекционных образцов и выделены источники, отвечающие цели исследований. Сорта Sv 88764 (Швеция) и Дуэт, созданный методом гаплоидии (ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров), характеризуются как высокоурожайные и толерантные к стрессовым факторам кислых дерново-подзолистых почв [17]. Полученную в результате скрещивания линию 609-94 в 2007 г. использовали в гибридизации с высокоурожайным, устойчивым к полеганию, отличающимся хорошим качеством зерна сортом Annabel (Германия).

Морфологическое описание сорта. Разновидность *nutans*. Форма куста в период кушения полупрямостоячая. Опушение листовых влагалищ нижних листьев отсутствует, имеется слабая антоциановая окраска ушек и стеблевых узлов. Встречаемость растений с наклоненным флажковым листом средняя. Соломина прочная поляя, средней толщины (диаметр нижнего междоузлия составляет в среднем 24 мм). Колос двурядный, цилиндрической формы, со средним восковым налетом, средней длины (7-9 см) и плотности (13 члеников колосового стержня на 4 см в средней части колоса), соломенно-желтый. Положение колоса в фазу полного колошения – горизонтальное. Ости длинные,

зазубренные, с антоциановой окраской кончиков от средней до сильной интенсивности.

Хозяйственные и биологические свойства сорта. В питомнике конкурсного испытания (2016-2019 гг.) сорт Боярин формировал урожайность до 6,15 т/га (2017 г.), превышая стандарт Белгородский 100 в отдельные годы на 0,9 т/га (2018 г.). В засушливом 2016 г. урожайность его составляла 2,58 т/га при 2,10 т/га у стандарта. Новый сорт – среднеранний при продолжительности вегетационного периода от 76 до 97 дней; формирует высокопродуктивный стеблестой (390 шт/м²) за счет хорошей выживаемости и кустистости растений (2,0 шт/раст.), имеет прочную соломину и характеризуется высокой устойчивостью к полеганию (5,0 баллов). Масса 1000 зерен – до 47 г, натура – до 683 г/л, содержание белка в зерне – до 12,2 %. По качеству зерна относится к сортам зернофуражного использования.

По данным ФГБУ «Госсорткомиссия»⁷, урожайность сорта Боярин по Волго-Вятскому региону в 2021-2022 гг. составила в среднем 3,96 т/га. В Нижегородской области она была на уровне 3,53 т/га, в Свердловской области – 4,57 т/га, что выше по отношению к стандарту на 0,27 и 0,37 т/га соответственно. Максимальная урожайность (6,52 т/га) получена в Пермском

⁵Johnson D. F., Wilcoxson R. D. A table of areas under disease progress curves. Technical Bulletin, Texas Agriculture Experiment Station. Texas. 1981;137:2-10; Григорьев М. Ф. Методические указания по изучению устойчивости зерновых культур к корневым гнилям. Л., 1976. 60 с.; Родина Н. А., Ефремова З. Г. Методические рекомендации по селекции ячменя на устойчивость к болезням и их применение в НИИСХ Северо-Востока. М., 1986. 79 с.; Афанасенко О. С. Устойчивость ячменя к гемибитрофным патогенам. Идентифицированный генофонд растений и селекция. СПб.: ВИР, 2005. С. 592-609.

⁶Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М., 1985. 415 с.

⁷Ячмень яровой Боярин. [Электронный ресурс]. URL: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/7953317/> (дата обращения: 14.04.2023).

крае в 2022 году. Оценка экономической эффективности возделывания нового сорта показала, что себестоимость производства зерна составила на 8,6 % меньше, а чистого дохода получили на 18 % больше, чем у стандартного сорта при одинаковых затратах на 1 га.

По результатам испытаний сорт ярового ячменя Боярин с 2023 г. включен в Государственный реестр селекционных достижений и допущен к использованию по Волго-Вятскому (4) региону.

Элементы технологии возделывания нового сорта. Учеными ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока разработаны элементы технологии возделывания яровых зерновых культур на основе ресурсосберегающих обработок почвы и применения биопрепаратов [18]. Однако следует учитывать, что ячмень сильнее других

зерновых культур снижает урожайность при запаздывании с посевом. Поэтому срок сева должен быть по возможности ранним, в зависимости от складывающихся погодных условий весны. Например, в опытах ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока самый ранний посев проведен 8 апреля [19]. Рекомендуемая норма высева – 4,5-5,0 млн всхожих зерен на га.

В процессе разработки сортовой технологии получены свидетельства о перспективности использования некоторых биоудобрений и биофунгицидов в технологии возделывания ячменя Боярин. Так, в отдельные годы исследований продуктивная кустистость и продуктивность колоса достоверно повышались по отношению к контролю соответственно в 8 и 7 опытных вариантах, сохранность растений к уборке – в 9 (табл. 1).

Таблица 1 – Варианты применения биоудобрений и биофунгицидов, обеспечивших улучшение показателей элементов продуктивности и сохранности растений ячменя сорта Боярин /
Table 1 – Variants of application of biofertilizers and biofungicides that have improved the elements of productivity and survival of plants of Boyarin barley variety

Вариант / Variant	Сохранность к уборке, % / Survival to harvesting, %			Продуктивная кустистость, шт/раст. / Productive tillering capacity, pcs/plant			Масса зерна с колоса, г / Mass of grain per ear, g		
	2021 г.	2022 г.	среднее / average	2021 г.	2022 г.	среднее / average	2021 г.	2022 г.	среднее / average
Контроль – БО / Control – WT	59,6	70,9	65,3	1,63	1,50	1,57	0,66	1,10	0,88
Флавобактерин – ОС / Flavobakterin – ST	61,1	76,6	68,9	1,76	1,89	1,82	0,76	0,85	0,81
Алирин – ОС / Alirin – ST	57,6	83,5*	70,5	1,70	1,99	1,85	0,82*	1,10	0,96
Азотовит – ОР, кушение / Azotovit – PP, tillering	46,0	86,5*	66,2	2,16*	2,41*	2,29	0,85*	0,91	0,88
Азотовит – ОР, колошение / Azotovit – PP, earing	46,5	82,7*	64,6	2,03*	1,11	1,57	0,73	0,71	0,72
Фосфатовит – ОС / Phosphatovite – ST	46,5	83,4 *	64,9	2,42*	2,00	2,21	0,89*	0,91	0,90
Фосфатовит – ОР, кушение / Phosphatovite – PP, tillering	54,5	80,9*	67,7	2,00*	1,87	1,93	0,78*	1,13	0,95
Фосфатовит – ОР, колошение / Phosphatovite – PP, earing	66,2*	83,4*	74,8	1,87	2,53*	2,20	0,86*	1,14	1,00
Калийвит – ОС / Kaliyvit – ST	70,1*	74,6	72,3	2,02*	2,92*	2,47	0,85*	1,12	0,99
Калийвит – ОР, кушение / Kaliyvit – PP, tillering	58,1	80,8*	69,5	2,15*	2,00	2,07	0,95*	0,96	0,96
Калийвит – ОР, колошение / Kaliyvit – PP, earing	49,5	77,1*	63,3	3,06*	1,89	2,47	0,75	1,00	0,87
В среднем по опыту / Average over the experiment	56,0	79,7	-	2,07	2,01	-	0,81	1,00	-
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	6,4	6,6	-	0,31	0,72	-	0,11	0,23	-

Примечания: БО – без обработок; ОС – обработка семян; ОР – обработка растений,

* статистически значимое увеличение к контролю /

Notes: WT – without treatments; ST – seed treatment; PP – treatment of plants; * statistically significant increase to control

Среди изучаемых вариантов можно выделить три, обеспечившие существенное улучшение некоторых элементов структуры урожая во все годы исследований: Азотовит – ОР, кушение и Калийвит – ОС (продуктивная кустистость), Фосфатовит – ОР, колошение (сохранность к уборке). В среднем за два года в варианте с обработкой семян биоудобрением Калийвит получены наиболее высокие значения продуктивной кустистости.

Положительное влияние изучаемых биопрепаратов на формирование некоторых элементов продуктивности привело к повышению урожайности сорта Боярин в среднем за два года на 0,25-0,79 т/га относительно контрольного варианта (табл. 2). Обнаружено также, что при недостатке влаги в отдельные периоды вегетации в 2021 году не получено статистически значимых прибавок урожайности от применения всех изучаемых препаратов, что,

вероятно, снижает их хозяйственную эффективность. В условиях достаточного, а временами избыточного увлажнения, в 2022 году средняя по опыту прибавка урожайности достигала 0,80 т/га. При этом в большинстве опытных вариантов отмечали существенное повышение урожайности на 0,63-1,58 т/га. Независимо от условий вегетации прибавка урожая получена при обработке семян биофунгицидами Флавобактерин (0,25 т/га) и Алирин (0,49 т/га), растений – биоудобрением Калийвит в фазы «кушение» и «колошение» (0,73 и 0,50 т/га соответственно). Следует отметить, что в относительно засушливых условиях вегетации обработка семян препаратами Флавобактерин, Алирин и Калийвит, растений – Фосфатовит (кушение) и Калийвит (кушение и колошение) способствовала также увеличению доли зерна в общей биомассе (выход зерна).

Таблица 2 – Варианты применения биофунгицидов и биоудобрений, обеспечивших повышение зерновой продуктивности сорта ячменя Боярин /

Table 2 – The best variants for the use of biofungicides and biofertilizers providing the increase in grain productivity of the Boyarin barley variety

Вариант / Variant	Выход зерна, % / Grain yield, %			Урожайность, ±к контролю, т/га / Yield, ±to control, t/ha		
	2021 г.	2022 г.	среднее / average	2021 г.	2022 г.	среднее / average
Контроль – БО / Control – WT	55,8	62,6	59,2	-	-	-
Флавобактерин – ОС / Flavobakterin – ST	62,5*	78,7*	70,7	+0,27	+0,22	+0,25
Алирин – ОС / Alirin – ST	59,8*	56,0	57,9	+0,20	+0,77*	+0,49
Азотовит – ОР, кушение / Azotovit – PP, tillering	55,2	64,8	60,0	0	+0,63*	+0,31
Азотовит – ОР, колошение / Azotovit – PP, earing	55,8	58,0	56,9	-0,10	+1,31*	+0,61
Фосфатовит – ОС / Phosphatovite – ST	54,9	65,8	60,3	0	+1,58*	+0,79
Фосфатовит – ОР, кушение / Phosphatovite – PP, tillering	56,6	55,7	56,1	0	+0,66*	+0,33
Фосфатовит – ОР, колошение / Phosphatovite – PP, earing	58,6*	72,3*	65,5	+0,02	+0,97*	+0,49
Калийвит – ОС / Kaliyvit – ST	58,7*	62,4	60,5	+0,02	+0,66*	+0,35
Калийвит – ОР, кушение / Kaliyvit – PP, tillering	59,2*	58,2	58,7	+0,11	+1,36*	+0,73
Калийвит – ОР, колошение / Kaliyvit – PP, earing	59,8*	54,6	57,2	+0,26	+0,74*	+0,50
В среднем по опыту / Average over the experiment	57,9	62,6	-	+0,06	+0,80	-
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	2,2	6,1	-	0,41	+0,50	-

Примечание: см. табл. 1 / Note: see table 1

Сорт Боярин характеризуется как умеренно устойчивый к изучаемым гельминтоспориозным болезням, о чем свидетельствует степень поражения корневой системы и листьев в контроле, которая в годы изучения составила соответственно 15,0 и 15,7 % (корневые гнили), 12,0 и 13,6 % (сетчатая пятнистость), 12,8 и 13,9 % (темно-бурая пятнистость). Несмотря на относительно невысокое развитие листовых микозов, выявлена хорошая отзывчивость сорта Боярин на применение изучаемых препаратов: в 15 вариантах опыта отмечали достоверное (при $P \geq 0,05$) снижение сетчатой пятнистости до 5,5 %, а в 6 – темно-бурой до 6,5 %. Существенное снижение двух видов гельминтоспориозных пятнистостей отмечали в 5 вариантах при обработке: семян препаратами Флавобактерин, Фосфатовит и Нитрозлак; растений в фазы «кущение» и «колошение» – Калийвит. Обнаружено, что фунгитоксичность Калийвит сильнее проявлялась при обработке посевов – степень поражения сетчатой пятнистостью достоверно (при $P \geq 0,05$) снижалась с 12,0 до 8,0 % (2021 г.)

и с 13,6 до 8,3 % (2022 г.), темно-бурой – с 12,8 до 7,7 % и с 13,9 до 8,6 % соответственно по годам. Препарат Нитрозлак более эффективен при обработке семян: развитие сетчатой пятнистости выявлено на уровне 5,5 % (2021 г.) и 8,0 % (2022 г.), темно-бурой – 6,5 и 8,2 % соответственно.

Сезонный мониторинг корневых инфекций показал, что достоверное снижение развития болезни отмечено в 6 опытных вариантах, представленных в таблице 3. Судя по показателю ПКРБ, наиболее медленное нарастание корневых инфекций было при обработке посевов Калийвит в фазу «колошение» (ПКРБ = 180). Наименьшее развитие болезни в фазу «восковая спелость» (6,2 %) и относительно высокая биологическая эффективность (60,5 %) отмечены в варианте с обработкой семян Нитрозлак. Таким образом, использование данного биоудобрения, содержащего бинарную смесь микроорганизмов, в защите от корневых и листовых микозов наиболее эффективно при инокуляции семян, а других видов биоудобрений – при обработке посевов.

Таблица 3 – Препараты, относительно эффективные в защите ячменя сорта Боярин от корневых гнилей /
Table 3 – Preparations effective in protecting the Boyarin barley variety from root rot

Вариант / Variant	Развитие болезни в фазу, % / Progression of the disease into a phase, %			ПКРБ / PKRB	Биологическая эффектив- ность, % / Biological efficiency, %
	кущение / tillering	колошение / earring	восковая спелость / waxy ripeness		
Контроль – БО / Control – WT	13,0	14,1	15,7	1647	-
Азотовит – ОР, кущение / Azotovit – PP, tillering	0*	8,6*	8,7*	242	44,6
Азотовит – ОР, колошение / Azotovit – PP, earing	0*	5,8*	8,1*	195	48,4
Фосфатовит – ОР, колошение / Phosphatovite – PP, earing	2,5*	5,8*	8,5*	197	45,8
Калийвит – ОР, колошение / Kaliyvit – PP, earing	2,5*	4,6*	8,3*	180	47,1
Нитрозлак – ОС / Nitrozlak – ST	4,0*	6,0*	6,2*	471	60,5
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	3,8	5,0	5,5	-	-

Примечания: см. табл. 1; ПКРБ – площадь под кривой развития болезни /
 Notes – see table 1; PKRB – the area under the disease development curve

Закключение. Таким образом, в результате многолетней целенаправленной селекции создан и допущен к использованию в Волго-Вятском регионе новый сорт ярового ячменя Боярин, который характеризуется высокой потенциальной урожайностью, устойчивостью к поле-

ганию и другими ценными признаками и свойствами.

При возделывании сорта Боярин выявлено, что целесообразность использования изучаемых биоудобрений и биофунгицидов зависит не только от вида препарата и способа

его применения, но и погодных факторов в период вегетации растений, что требует более длительного изучения. Экспериментальные данные за два года исследований показали, что в относительно засушливых условиях эффективность всех препаратов значительно снижается. Можно выделить варианты с обработкой семян биофунгицидами Флавобактерин и Алирин, растений в фазу «колошение» биоудобрением Калийвит, где получены наибольшие для опыта прибавки урожайности (0,20-0,27 т/га при НСР₀₅ = 0,41). Эффективность изучаемых препаратов повышалась в условиях избыточного увлажнения в период вегетации растений.

Относительно высокие прибавки (1,31-1,58 т/га при НСР₀₅ = 0,50) получены в вариантах с использованием биоудобрений Фосфатовит (обработка семян), Азотовит (обработка растений в фазу «колошение») и Калийвит (обработка растений в фазу «кущение»).

Лучшую защиту от гельминтоспориозных болезней (корневые гнили, сетчатая и темно-бурая пятнистость) обеспечила обработка семян биоудобрением Нитрозлак, которое является не только азотфиксатором и фосфатмобилизатором, но и содержит бинарную смесь микроорганизмов – антагонистов фитопатогенов.

Список литературы

1. Бишарев А. А., Шевченко С. Н., Железникова В. А., Калякулина И. А., Дюльдина М. А. Результаты селекции озимого ячменя в Самарском НИИСХ. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018;20(2-3):478-482. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37034643> EDN: YYIXUT
2. Баталова Г. А. Состояние и перспективы селекции и возделывания зернофуражных культур в России. Зерновое хозяйство России. 2011;(3):11-14. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17039179> EDN: OIWOWJ
3. Асеева Т. А., Зенкина К. В., Ломакина И. В., Рубан З. С. Новый сорт яровой мягкой пшеницы Анфея. Зерновое хозяйство России. 2019;(4(64)):61-65. DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-64-4-61-65> EDN: TOMPEL
4. Заушинцева А. В. Источники биологических свойств и хозяйственно ценных признаков для селекции ячменя. Вестник КрасГАУ. 2019;(12):64-68. DOI: <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2019-12-64-68> EDN: PGLWHW
5. Сурин Н. А., Зобова Н. В., Ляхова Н. Е. Генетический потенциал и селекционная значимость ячменя Сибири. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014;18(2):378-386. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21801612> EDN: SJCFBJ
6. Марухняк А. Я. Оценка адаптивных особенностей сортов ярового ячменя. Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2018;(1):67-72. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32657580> EDN: KZWIDB
7. Айдиев А. Я., Новикова В. Т., Емельянова А. А., Логвинова Е. В., Дугина С. А. Новые сорта зерновых культур как результат научной кооперации. Земледелие. 2020;(8):36-39. DOI: <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2020-10807> EDN: VNEQOF
8. Щенникова И. Н., Кокина Л. П. Перспективы селекции ячменя для условий Волго-Вятского региона (аналитический обзор). Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(1):21-31. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.1.21-31> EDN: QWJWHD
9. Зыков С. А. Биопрепараты в современном земледелии. АгроФорум. 2019;(3):21-27. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39261704> EDN: TVMYRF
10. Федоренко В. Ф., Мишуров Н. П., Коноваленко Л. Ю. Современные технологии производства пестицидов и агрохимикатов биологического происхождения: научный аналитический обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 124 с.
11. Черемисин А. И., Кумпан В. Н. Применение биопрепаратов комплексного действия и биоудобрений в оригинальном семеноводстве картофеля. Вестник Омского государственного аграрного университета. 2017;(1(25)):28-34. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29028612> EDN: YLGBIT
12. Сулейменов Б. У., Колесникова Л. И. Эффективность применения биоудобрения в повышении продуктивности зерновых и зернобобовых культур на светло-каштановых почвах. Почвоведение и агрохимия. 2020;(3):73-82. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43935244> EDN: CBXRFC
13. Амиров М. Ф. Формирование урожая яровой мягкой пшеницы при использовании биологических препаратов и минеральных удобрений. Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017;12(2):5-8. DOI: https://doi.org/10.12737/article_599ac50e3defd6.43777208 EDN: YMOTZE
14. Антипова Т. А., Бабайцева Т. А. Влияние предпосевной обработки семян и опрыскивания посевов на формирование урожайности ярового ячменя. Пермский аграрный вестник. 2022;(2(38)):49-56. DOI: https://doi.org/10.47737/2307-2873_2022_38_49 EDN: DWVEXZ

15. Грунская В. П., Коломейченко В. В. Эффективность микробиологических удобрений на яровой пшенице в Тульской области. Вестник ОрелГАУ. 2017;(3(66)):3-9.
Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29369129> EDN: YSRUOV
16. Беспалов В. А., Чевердин Ю. И. Эффективность применения препаратов Респекта, НитроЗлак, Санни Микс, Бактофорт на яровой пшенице в условиях Воронежской области. Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2020;(1-1):134-137. DOI: <https://doi.org/10.24411/2500-1000-2020-10033> EDN: YRDPYM
17. Родина Н. А., Щенникова И. Н. Скрининг генотипов ячменя, толерантных к ионам алюминия на кислых почвах. Новые методы селекции озимых колосовых культур: сб. научн. тр. Уфа, 2001. С.151-158.
18. Козлова Л. М., Попов Ф. А., Носкова Е. Н., Иванов В. Л. Улучшенная ресурсосберегающая технология обработки почвы и применения биопрепаратов под яровые зерновые культуры в условиях центральной зоны Северо-Востока европейской части России. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017;(3(58)):43-48.
Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29184741> EDN: YOQWYJ
19. Родина Н. А. Возделывание пивоваренного ячменя: (рекомендации). Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2003. 104 с.

References

1. Bisharev A. A., Shevchenko S. N., Zheleznikova V. A., Kalyakulina I. A., Dyuldina M. A. The results of breeding winter barley in the samara agricultural research institute. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* = Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2018;20(2-3):478-482. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37034643>
2. Batalova G. A. The results of breeding winter barley in the samara agricultural research institute. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2011;(3):11-14. (In Russ.).
URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17039179>
3. Aseeva T. A., Zenkina K. V., Lomakina I. V., Ruban Z. S. The new spring soft wheat variety 'Anfeya'. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2019;(4):61-65. (In Russ.).
DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-64-4-61-65>
4. Zaushintsena A. V. The sources of biological properties and economically valuable traits for barley selection. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2019;(12):64-68. (In Russ.).
DOI: <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2019-12-64-68>
5. Surin N. A., Zobova N. V., Lyakhova N. E. The genetic potential of barley in siberia and its importance for breeding. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii* = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2014;18(2):378-386. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21801612>
6. Marukhnyak A. Ya. Assessment of adaptive characteristics of spring barley varieties. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy. 2018;(1):67-72. (In Belarus). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32657580>
7. Aidiev A. Ya., Novikova V. T., Emel'yanova A. A., Logvinova E. V., Dugina S. A. New varieties of cereals as a result of scientific cooperation. *Zemledelie*. 2020;(8):36-39. (In Russ.).
DOI: <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2020-10807>
8. Shchennikova I. N., Kokina L. P. Perspectives of barley breeding for the conditions of the Volgo-Vyatka region (analytical review). *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(1):21-31. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.1.21-31>
9. Zykov S. A. Biological products in modern agriculture. *AgroForum*. 2019;(3):21-27. (In Russ.).
URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39261704>
10. Fedorenko V. F., Mishurov N. P., Konovalenko L. Yu. Modern technologies for the production of pesticides and agrochemicals of biological origin: a scientific analytical review. Moscow: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2018. 124 с.
11. Cheremisin A. I., Kumpan V. N. Application of biological products of complex action and biofertilizers in original seed farming of potatoes. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Vestnik of Omsk SAU. 2017;(1(25)):28-34. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29028612>
12. Suleymenov B. U., Kolesnikova L. I. Efficiency of biofertilizer application in increasing productivity of grain and leguminous crops on light chestnut soils. *Pochvovedenie i agrokimiya*. 2020;(3):73-82. (In Kazakhstan).
URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43935244>
13. Amirov M. F. Formation of soft spring wheat yield at the use of biological preparations and mineral fertilizers. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Vestnik of the Kazan State Agrarian University. 2017;12(2):5-8. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.12737/article_599ac50e3defd6.43777208
14. Antipova T. A., Babaytseva T. A. The influence of pre-sowing seed treatment and spraying of crops on the formation of yields of spring barley. *Permskiy agrarnyy vestnik* = Perm Agrarian Journal. 2022;(2(38)):49-56. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.47737/2307-2873_2022_38_49
15. Grunskaya V. P., Kolomeychenko V. V. The effectiveness of microbiological fertilizers on spring wheat in the Tula region. *Vestnik OrelGAU* = Vestnik OrelGAU. 2017;(3(66)):3-9. (In Russ.).
URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29369129>

16. Bepalov V. A., Cheverdin Yu. I. Efficiency of application of preparations of Respect, NitroCereal, Sanni the Mix, Baktofort on spring wheat in the conditions of the Voronezh region. *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk* = International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2020;(1-1):134-137. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2500-1000-2020-10033>

17. Rodina N. A., Shchennikova I. N. Screening of barley genotypes tolerant to aluminum ions on acidic soils. New methods of selection of winter cereal crops: collection of scientific articles. Ufa, 2001. pp.151-158.

18. Kozlova L. M., Popov F. A., Noskova E. N., Ivanov V. L. Improved resource-saving technology of soil cultivation and use of bio-preparations for spring cereals crops under conditions of central zone of North-East of European part of Russia. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2017;(3):43-48. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29184741>

19. Rodina N. A. Cultivation of malting barley: (recommendations). Kirov: *NIISKh Severo-Vostoka*, 2003. 104 p.

Сведения об авторах

✉ **Щенникова Ирина Николаевна**, доктор с.-х. наук, член-корреспондент РАН, заведующая лабораторией селекции и первичного семеноводства ячменя, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Ленина, д. 166а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5143-9246>, e-mail: i.schennikova@mail.ru

Шешегова Татьяна Кузьмовна, доктор биол. наук, заведующая лабораторией иммунитета и защиты растений, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Ленина, д. 166а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2371-4949>

Снигирева Ольга Михайловна, мл. научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Ленина, д. 166а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4771-5332>

Information about the authors

✉ **Irina N. Shchennikova**, DSc in Agricultural Science, corresponding member of RAS, Head of the Laboratory of Barley Breeding and Primary Seed Production, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Lenin str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5143-9246>, e-mail: i.schennikova@mail.ru

Tatyana K. Sheshegova, DSc in Biological Science, Head of the Laboratory of Immunity and Plant Protection, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Lenin str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2371-4949>

Olga M. Snigireva, junior researcher, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Lenin str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4771-5332>

✉ – Для контактов / Corresponding author