

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ  
ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Д. Р. Хабибрахманов, В. А. Колесар, Р. И. Сафин

**Реферат.** Приводятся результаты полевых опытов, проведенных в 2020–2022 годы на опытных полях Агробиотехнопарка Казанского ГАУ. Целью исследований была оценка влияния двукратной обработки в период вегетации различными биопрепаратами на формирование урожая и качество зерна ярового ячменя. В задачи исследований входило изучение характера изменений в биометрических показателях растений, площади листовой поверхности, урожайности и содержания белка в зерне при использовании биофунгицида и биоудобрения. В качестве объекта исследований выступал сорт ярового двурядного ячменя Камашевский. Исследовались биопрепараты – биофунгицид Organit S (биологический агент – *Bacillus amyloliquefaciens*) и биоудобрение Organit P (биологический агент – *Bacillus megaterium*). Обработка проводилась дважды за вегетацию – в фазу кущения и в фазу колошения с расходом рабочей жидкости 200 л/га. Препараты применялись по отдельности и в составе баковой смеси. Исследования проводились на серой лесной высококультуренной почве. Агроклиматические условия вегетации в годы исследования значительно различались. В 2021 году отмечалась почвенно-воздушная засуха, а в 2020 году, и особенно в 2022 году, условия по увлажнению были благоприятными для роста и развития растений ярового ячменя. Установлено, что обработка посевов ярового ячменя биопрепаратами способствует увеличению длины колоса, стеблей и корней. Особенно значительным данный эффект был при применении биоудобрения в фазу кущения, а биофунгицида при колошении ячменя. Применение всех схем обработки биопрепаратами приводило к увеличению площади листьев ярового ячменя и при этом, в среднем на 50%, снижалось развитие корневых гнилей культуры. Наибольшая прибавка урожая (на 0,56 т/га), максимальное содержание белка в зерне и лучшие показатели рентабельности были получены при применении схемы обработки при которой в период кущения применяли биоудобрение Organit P, а в период колошения биофунгицид Organit S. Особенно значительным положительным эффектом от обработки биопрепаратами был в условиях хорошо увлажненного 2022 года, но и в условиях засухи 2021 года обработки биопрепаратами показали высокую эффективность.

**Ключевые слова:** биологическая защита, биопрепараты, биоудобрения, биофунгициды, качество зерна, яровой ячмень.

**Введение.** Яровой ячмень – одна из основных зернофуражных культур в России [1, 2, 3] и в Республике Татарстан [4, 5, 6]. Среди факторов, оказывающих отрицательное влияние как на урожайность культуры, так и на качественные характеристики зерна особое место занимают различные стрессы, в том числе связанные с погодными условиями и развитием различных фитопатогенов [7, 8, 9]. Причем потенциальные потери только от инфекционных болезней культуры оцениваются до 30–50% [10, 11, 12]. Несмотря на успехи селекции ярового ячменя на устойчивость к патогенам [13], проблема эффективного их контроля сохраняет свою актуальность.

Вместе с тем, применение дорогостоящих химических фунгицидов на зернофуражном ячмене часто экономически не эффективно, кроме того для ряда патогенов отмечается развитие резистентности к данным препаратам [14, 15]. Все это способствует росту интереса к применению на яровом ячмене различных биофунгицидов, высокая отдача от которых показана в различных регионах России и мира [16, 17, 18].

В Республике Татарстан промышленно производится биофунгицид Organit S на основе штамма *Bacillus amyloliquefaciens*, показавший высокую эффективность на различных сельскохозяйственных культурах, в том числе и на яровом ячмене [19].

Проблема оптимизации минерального питания растений, в условиях постоянного роста стоимости синтетических минеральных удобрений, вновь повышает интерес к использованию микробиологических биоудобрений, в том числе и на яровом ячмене [20, 21]. К числу перспективных биоудобрений относятся биопрепараты на основе рода *Azospirillum* [22, 23]. В Республике Татарстан производится биоудобрение Organit N на основе живой культуры *Azospirillum zeae* штамма OPN-14. Высокая отдача от применения биоудобрения на основе *Azospirillum* отражены в ряде исследований [24, 25].

В связи с вышеизложенным, целью работы было изучение эффективности двукратной обработки биопрепаратами (биофунгицид Organit S и биоудобрение Organit P) на яровом зернофуражном ячмене. В задачи исследований входило определение влияния данных обработок на рост и развитие растений, их продуктивность и качество зерна ячменя.

**Условия, материалы и методы.** В качестве объекта исследований выступали среднеранний сорт ярового двурядного ячменя (*Hordeum vulgare L.*) селекции ТатНИИСХ ФИЦ КНЦ РАН – Камашевский. Полевые опыты закладывались в полевом севообороте опытных полей Агробиотехнопарка Казанского ГАУ. Изучались следующие варианты опыта: 1. Контроль. 2. Organit S, 0,5 л/га (опрыскивание в фазу кущения) и Organit P,

## АГРОНОМИЯ

0,5 л/га (колошения). 3. Organit P, 0,5 л/га (опрыскивание в фазу кущения) и Organica S, 0,5 л/га (колошения). 4. Баковая смесь Organica S, 0,5 л/га + Organit P, 0,5 л/га (опрыскивание в фазу кущения и колошения).

Общая площадь делянки – 26 м<sup>2</sup>, учетная – 20 м<sup>2</sup>. Повторность в опыте – четырехкратная. Норма высева ярового ячменя составила 5,0 млн. шт./га. Предшественник – яровая пшеница. Опрыскивание растений проводилось вручную, ранцевым опрыскивателем из расчета 200 л/га.

Полевые опыты размещались на серой лесной высококультурной почве: содержание гумуса - 3,0%, подвижного фосфора – очень высокое и обменного калия - повышенное с рН<sub>KCl</sub> 6,6. До посева вносилась азофоска –

N<sub>24</sub>P<sub>24</sub>K<sub>24</sub> (1,5 ц/га), а в фазу кущения – аммиачная селитра с нормой 1,0 ц/га (N<sub>34,4</sub>). Агротехнология возделывания ярового зернофуражного ячменя, за исключением изучаемых приемов, рекомендованная зональной системой земледелия для условий Предкамья Республики Татарстан.

Агрометеорологические условия в годы исследований были различными. В 2021 году отмечались острозасушливые явления, тогда как в 2020 году, и особенно в 2022 году, они были благоприятными для формирования урожая ярового ячменя.

**Результаты и обсуждение.** Результаты оценки биометрических показателей растения ярового ячменя по вариантам опыта представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Биометрические показатели растений ярового ячменя при использовании различных биопрепаратов и схем их применения (восковая спелость), 2020-2022 годы

Вариант	Длина стебля, см	Длина колоса, см	Максимальная длина корня, см
Контроль	53,2±2,45	7,0±0,29	4,6±0,21
Organica S (кущение), Organit P (колошение)	63,5±2,98	8,8±0,38	7,8±0,43
Organit P (кущение), Organica S (колошение)	64,8±3,18	11,0±0,49	9,5±0,46
Organica S + Organit P (кущение, колошение)	62,8±3,10	9,9±0,47	8,5±0,39

Результаты оценки показали, что применение биопрепаратов вело к достоверному росту всех изучаемых биометрических показателей к значениям в контроле, что говорит о выраженном ростостимулирующем эффекте от таких обработок. Наибольшая длина стебля, колоса и корня была при использовании следующей схемы обработки – в фазу кущения Organit P, а в фазу колошения – Organica S.

Формирование урожая определяется процессами фотосинтеза, который протекает преимущественно в листьях, поэтому при оценке использования любых препаратов важно

определить характер их влияния на листовую поверхность (табл. 2).

Применение биопрепаратов привело к положительным изменениям в развитии листового аппарата ярового ячменя в сравнении с контролем. К фазе восковой спелости сохранилось большее количество листьев. По показателю количества листьев некоторое преимущество имел вариант с обработкой в фазу кущения Organit P, а в фазу колошения – Organica S. По другим показателям, существенных различий между вариантами не отмечалось.

Таблица 2 – Показатели развития листовой поверхности растений ярового ячменя при использовании различных биопрепаратов и схем их применения (восковая спелость), 2020-2022 годы

Вариант	Количество фотосинтезирующих листьев, шт./растение	Воздушно-сухая масса листьев, г/растение	Площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га
Контроль	2,0±0,09	0,13	14,5±0,69
Organica S (кущение), Organit P (колошение)	2,7±0,12	0,21	18,1±0,72
Organit P (кущение), Organica S (колошение)	3,4±0,19	0,20	18,1±0,83
Organica S + Organit P (кущение, колошение)	2,8±0,13	0,22	18,9±0,74

Одним из наиболее опасных и вредоносных микозов ярового ячменя является корневая гниль и хотя в ее контроле биопрепараты в основном применяются для обработки семян, был проведен анализ влияния обработок в период вегетации на развитии данного заболевания (табл. 3).

В годы проведения опытов, развитие

корневых гнилей шло на умеренном уровне, причем особенно низким оно было в засушливом 2021 году. Во всех вариантах с биопрепаратами отмечалось значительное (на 46,4-55,3%) снижение интенсивности поражения растений ячменя данным заболеванием. Уровень биологической эффективности между вариантами был примерно на уровне 50%.

## АГРОНОМИЯ

Таблица 3 – Показатели развития корневой гнили и биологической эффективности их контроля при использовании различных биопрепаратов и схем их применения на яровом ячмене (восковая спелость), 2020-2022 годы

Вариант	Развитие корневых гнилей, %	Биологическая эффективность контроля корневых гнилей, %
Контроль	11,70	
Orgamica S (кущение), Organit P (колошение)	5,30	54,7
Organit P (кущение), Orgamica S (колошение)	6,27	46,4
Orgamica S + Organit P (кущение, колошение)	5,23	55,3

Данные по урожайности и экономической эффективности производства зернофуражного ячменя представлены в таблице 4.

Во все годы исследований, применение биопрепаратов приводило к росту

урожайности, причем особенно значительным данный прирост был в условиях хорошо увлажненного 2022 года, когда для растений ячменя сложились благоприятные условия.

Таблица 4 – Урожайность ярового ячменя сорта Камашевский при использовании различных биопрепаратов и схем их применения, 2020-2022 годы

Вариант	Урожайность, т/га				Уровень рентабельности производства, %
	2020 г	2021 г	2022 г	в среднем за 3 года	
Контроль	3,40	1,17	4,40	2,99	38,4
Orgamica S (кущение), Organit P (колошение)	3,84	1,34	5,30	3,49	53,9
Organit P (кущение), Orgamica S (колошение)	3,67	1,59	5,55	3,55	55,4
Orgamica S + Organit P (кущение, колошение)	3,65	1,51	5,34	3,50	54,2
НСР <sub>05</sub>	0,14	0,07	0,21		

Однако, даже при засухе 2021 года урожайность от применения биопрепаратов выросла на 0,17-0,42 т/га (на 14,5-35,9%). В среднем за годы исследований урожайность ярового ячменя при применении биопрепаратов увеличилась на 0,50-0,56 т/га. Некоторое

преимущество по урожайности и по уровню рентабельности имел вариант с применением схемы – в фазу кущения Organit P, а в фазу колошения – Orgamica S. При производстве зернофуражного ячменя особое внимание уделяется содержанию в зерне белка (табл. 5).

Таблица 5 – Показатели содержания в зерне белка и сбора протеина с 1 га при использовании различных биопрепаратов и схем их применения на яровом ячмене (восковая спелость), 2020-2022 годы

Вариант	Содержание белка в зерне, %	Сбор белка, т/га
Контроль	13,94±0,62	0,42
Orgamica S (кущение), Organit P (колошение)	14,11±0,69	0,49
Organit P (кущение), Orgamica S (колошение)	14,32±0,72	0,51
Orgamica S + Organit P (кущение, колошение)	14,24±0,65	0,50

Применение биопрепаратов увеличило как содержание, так и сбор белка с 1 га. Наибольшее содержание белка и его сбор с 1 га были при применении схемы обработки – в фазу кущения биоудобрение Organit P, а в фазу колошения биофунгицид Orgamica S.

**Выводы.** Двукратная обработка посевов ярового ячменя изучаемыми биопрепаратами способствовала стимуляции роста растений ячменя, что привело к увеличению длины стебля, колоса и корней. При этом, у обработанных растений увеличилась площадь листовой поверхности, в том числе за счет лучшего сохранения фотосинтезирующих (живых)

листьев. Обработки в период вегетации привели к снижению поражения ярового ячменя корневыми гнилями в фазу восковой спелости, а показатель биологической эффективности контроля болезней был на уровне 50%.

По показателю урожайности, экономической эффективности и качеству зерна, наилучшие результаты были получены при применении обработки посевов в фазу кущения биоудобрением Organit P, а в фазу колошения биофунгицидом Orgamica S, что позволяет рекомендовать данный прием для использования в агротехнологиях производства ярового зернофуражного ячменя сорта Камашевский.

## Литература

1. Наумова Н. А. Особенности формирования зерновой продуктивности и ее элементов у сортов ярового ячменя в условиях Астраханской области // *Аграрный научный журнал*. 2021. № 5. С. 29-34.
2. Кормовая продуктивность сортов ярового ячменя в технологиях разного уровня интенсивности в условиях Центрального Нечерноземья / П. М. Политыко, В. Н. Капранов, Н. Ю. Гармаш [и др.] // *Агрохимический вестник*. 2021. № 6. С. 13-17.
3. Сумина А. В., Полонский В. И., Количенко А. А. Кормовая ценность зерна ячменя, выращенного в условиях юга Сибири // *Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова*. 2020. № 3 (33). С. 36-39.
4. Оценка адаптивного потенциала сортов и линий ярового ячменя селекции татарского НИИСХ / В. И. Блохин, И. Ю. Никифорова, И. С. Ганиева [и др.] // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2021. № 4(40). С. 82-92.
5. Засухоустойчивость сортов ярового ячменя в условиях Предкамья Республики Татарстан / В. И. Блохин, И. Ю. Никифорова, И. С. Ганиева [и др.] // *Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022. № 3(71). С. 4-11.
6. Питательная ценность зерна сортообразцов ярового ячменя селекции Татарского НИИСХ / В. И. Блохин, И. Ю. Никифорова, И. С. Ганиева, И. М. Сержанов // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2021. Т. 16. № 4(64). С. 5-9.
7. Ганиева И. С., Блохин В. И., Сержанов И. М. Сравнительная оценка сортов ярового ячменя по количеству и качеству белка // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2019. Т. 14. № 1 (52). С. 17-21.
8. Ашмарина Л. Ф. Корневая гниль ярового ячменя в кормовом севообороте Западной Сибири // *Защита и карантин растений*. 2022. № 10. С. 11-13.
9. Данилова А. В., Волкова Г. В. Болезни ячменя и устойчивость к ним растения-хозяина // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2019. № 77. С. 74-84.
10. Бельская Г. В., Панкова О. Б. Болезни ярового ячменя в Центральном Черноземном регионе // *Наука и Образование*. 2021. Т. 4. № 4.
11. Savary S. The global burden of pathogens and pests on major food crops. // *Nat. Ecol. Evol.* 2019. Vol. 3. P. 430-439
12. Дорошенко Е. С., Шишкин Н. В. Устойчивость ярового ячменя к возбудителям листовых болезней // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2023. Т. 53. № 2. С. 55-63.
13. Шешегова Т. К., Щеклеина Л. М., Лисицын Е. М. Генотипическая и физиологическая адаптация сортов ячменя селекции ФАНЦ Северо-Востока к грибным болезням // *Вестник КрасГАУ*. 2022. № 8(185). С. 33-41.
14. Carbendazim resistance of *Fusarium graminearum* from Henan wheat / S. Liu, L. Fu, S. Wang et al. // *Plant Diseases*. 2019. Vol.103. P. 2536-2540.
15. Щербакова Л. А. Развитие резистентности к фунгицидам у фитопатогенных грибов и их хемосенсибилизация как способ повышения защитной эффективности триазолов и стробилуринов // *Сельскохозяйственная биология*. 2019. Т. 54. № 5. С. 875-891.
16. Хоанг Т. А., Марьина-Чермных О. Г. Воздействие биопрепаратов на развитие корневой гнили ярового ячменя в условиях Республики Марий Эл // *Вестник Марийского государственного университета*. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2020. Т. 6. № 3(23). С. 345-351.
17. Калинов А. Г., Милютин Е. М. Применение минеральных удобрений и биопрепаратов при возделывании ярового ячменя и овса на радиоактивно загрязненной почве // *Агрохимический вестник*. 2020. № 3. С. 77-82.
18. Biological Control of Plant Diseases: An Evolutionary and Eco-Economic Consideration / D.C. He, M.H. He, D.M. Amalin, W. Liu, D.G. Alvindia, J.Zhan // *Pathogens*. 2021. Vol.10(10). P.1311.
19. Мельник Л. В. Эффективность применения микробиологических препаратов при возделывании ярового ячменя // Состояние и перспективы увеличения производства высококачественной продукции сельского хозяйства: материалы XII Международной научно-практической конференции, Уфа-Новосибирск, 03-06 июня 2023 года. Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2023. С. 41-44.
20. Шкотова О. Н., Шкотов А. Н. Оценка эффективности штаммов биоудобрений и минерального азота в одновидовых и смешанных посевах ячменя // *Вестник Брянского государственного университета*. 2015. № 1. С. 379-381.
21. Эффективность микробиологических препаратов при возделывании ячменя / С. И. Коржов, Т. А. Трофимова, Д. Каргбо, Т. Фрамуду // *Земледелие*. 2022. № 7. С. 40-44.
22. Голубев С. Н., Дубровская Е. В., Турковская О. В. Коллекция ризосферных микроорганизмов ИБФРМ РАН: ревизия штаммов бактерий рода *Azospirillum* на основе анализа нуклеотидных последовательностей гена 16S рРНК // *Известия Саратовского университета*. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2018. Т. 18. № 1. С. 52-59.
23. Евстигнеева С. С., Федоненко Ю. П. Биотехнологический потенциал бактерий рода *Azospirillum*: характеристика флокулирующих культур как наиболее перспективных форм для инокуляции растений // *Актуальная биотехнология*. 2018. № 3(26). С. 98-102.
24. Романов Н. В., Гилязов М. Ю., Сержанов И. М. Действие минеральных и биологических удобрений на урожайность яровой пшеницы в условиях засухи // *Циркулярная экономика в сельском хозяйстве: международный опыт для Республики Татарстан: Сборник трудов по материалам круглого стола в рамках итоговой коллегии Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан, Казань, 24-25 февраля 2022 года*. Казань: Казанский ГАУ, 2022. С. 243-251.
25. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от элементов технологии выращивания в условиях приазовской зоны Ростовской области / Е. М. Фалынский, В. Б. Пойда, М. А. Збрайлов, А. С. Воскресенская // *Материалы международной научно-практической конференции*. Ростов на Дону: Донской государственный аграрный университет, 2022. С. 125-129.

**Сведения об авторах:**

Хабибрахманов Дамир Ростямович – аспирант, e-mail: damirkhabibrakhmanov@yandex.com  
 Колесар Валерия Александровна – кандидат биологических наук, доцент, e-mail: klerochka2@gmail.com  
 Сафин Радик Ильясович – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой,  
 e-mail: radiksaf2@mail.ru  
 Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия.

**EVALUATION OF THE INFLUENCE OF BIOLOGICAL PREPARATIONS ON YIELDS OF SPRING BARLEY  
 D. R. Khabibrakhmanov, V. A. Kolesar, R. I. Safin**

**Abstract.** The results of field researches on the experimental fields of the Agrobiotechnopark of KSAU conducted in 2020-2022 are given. The aim of the research was to evaluate the effect of double treatment during the growing season with various biological preparations on the formation of the crop and the quality of spring barley grain. The objectives of the research included studying the nature of changes in the biometric parameters of plants, leaf surface area, yield and protein content in grain when using a biofungicide and biofertilizer. The variety of spring two-row barley Kamashevsky was the object of research. Biopreparations were studied - biofungicide Organica S (biological agent - *Bacillus amyloliquefaciens*) and biofertilizer Organit P (biological agent - *Bacillus megaterium*). The treatment was carried out twice during the growing season - in the tillering phase and in the earing phase with a working fluid flow rate of 200 l/ha. The preparations were used separately and as part of a tank mixture. The studies were carried out on a gray forest highly cultivated soil. The agro-climatic conditions of vegetation during the years of the study varied significantly. In 2021, soil-air drought was noted, and in 2020, and especially in 2022, the moisture conditions were favorable for the growth and development of spring barley plants. It has been established that the treatment of spring barley crops with biological preparations contributes to an increase in the length of the ear, stems and roots. This effect was especially significant when using a biofertilizer in the tillering phase, and a biofungicide during the heading of barley. The use of all treatment schemes with biological preparations showed an increase in the area of spring barley leaves and, at the same time, the development of root rots of the crop decreased by an average of 50%. The greatest increase in yield (by 0.56 t/ha), the maximum protein content in the grain and the best profitability indicators were obtained using a treatment scheme in which Organit biofertilizer was used during the tillering period, and Organica S biofungicide during the heading period. Especially significant positive effect from treatment with biological preparations was in the conditions of a well-moistened 2022, but even in the conditions of a drought in 2021, treatment with biological preparations showed high efficiency.

**Key words:** microbiome, bacterial microbiome, fungal microbiome, endophytic bacteria, seeds, varieties, spring wheat.

**References**

1. Naumova N. A. Features of the formation of grain productivity and its elements in spring barley varieties in the conditions of the Astrakhan region // *Agrarian scientific journal*. 2021. No. 5. S. 29-34.
2. Feed productivity of spring barley varieties in technologies of different levels of intensity in the conditions of the Central Non-Black Earth Region/ P. M. Polityko, V. N. Kapranov, N. Yu. Garmash et al. // *Agrochemical Bulletin*. 2021. No. 6. S. 13-17.
3. Sumina A.V., Polonsky V.I., Kolichenko A.A. Feed value of barley grain grown in the conditions of the south of Siberia // *Bulletin of the Khakass State University*. N.F. Katanov. 2020. No. 3(33). pp. 36-39.
4. Evaluation of the adaptive potential of varieties and lines of spring barley bred at the Tatar Research Institute of Agriculture/ V.I. Blokhin, I.Yu. Nikiforova, I.S. Ganieva [et al.]// *Grain legumes and cereals*. 2021. No. 4(40). pp. 82-92.
5. Drought resistance of spring barley varieties in the conditions of the Cis-Kama region of the Republic of Tatarstan / V. I. Blokhin, I. Yu. Nikiforova, I. S. Ganieva [et al.] // *Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy*. 2022. No. 3 (71). pp. 4-11.
6. Grain nutritional value of spring barley varieties selected by the Tatar Scientific Research Institute of Agriculture/ V.I. Blokhin, I.Yu. Nikiforova, I.S. Ganieva, I.M. Serzhanov // *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. 2021. V. 16. No. 4(64). pp. 5-9.
7. Ganieva I. S., Blokhin V. I., Serzhanov I. M. Comparative evaluation of spring barley varieties in terms of protein quantity and quality // *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. 2019. V. 14. No. 1(52). pp. 17-21.
8. Ashmarina L.F. Root rot of spring barley in the fodder crop rotation of Western Siberia // *Plant Protection and Quarantine*. 2022. pp. 10. S. 11-13.
9. Danilova A. V., Volkova G. V. Barley diseases and host plant resistance to them // *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2019. No. 77. pp. 74-84.
10. Belskaya GV, Pankova OB Diseases of spring barley in the Central Chernozem region // *Science and Education*. 2021. Vol. 4, No. 4.
11. Savary S. The global burden of pathogens and pests on major food crops. // *Nat. ecol. Evol*. 2019 Vol. 3. pp. 430-439
12. Doroshenko E. S., Shishkin N. V. Resistance of spring barley to pathogens of leaf diseases // *Siberian Bulletin of Agricultural Science*. 2023. V. 53. No. 2. pp. 55-63.
13. Sheshegova T. K., Shchekleina L. M., Lisitsyn E. M. Genotypic and physiological adaptation of barley cultivars bred by the FANC of the North-East to fungal diseases // *Vestnik KrasGAU*. 2022. No. 8(185). pp. 33-41.
14. Carbendazim resistance of *Fusarium graminearum* from Henan wheat/ S. Liu, L. Fu, S. Wang et al.//*Plant Diseases*. 2019. Vol.103. pp. 2536-2540.
15. Shcherbakova L. A. Development of resistance to fungicides in phytopathogenic fungi and their chemosensitization as a way to increase the protective effectiveness of triazoles and strobilurins // *Agricultural Biology*. 2019. V. 54, No. 5. pp. 875-891.
16. Hoang T. A., Maryina-Chermnykh O. G. The impact of biological products on the development of root rot of spring barley in the Republic of Mari El // *Bulletin of the Mari State University. Series: Agricultural sciences. Economic sciences*. 2020. V. 6. No. 3(23). pp. 345-351.
17. Kalinov A. G., Milyutina E. M. The use of mineral fertilizers and biological products in the cultivation of spring barley and oats on radioactively contaminated soil // *Agrochemical Bulletin*. 2020. No. 3. S. 77-82.
18. Biological Control of Plant Diseases: An Evolutionary and Eco-Economic Consideration / He D.C., He M.H., Amalin D.M., Liu W., Alvindia D.G., Zhan J. // *Pathogens*. 2021. Vol.10(10). R.1311.
19. Melnik L. V. The effectiveness of the use of microbiological preparations in the cultivation of spring barley // *Status and prospects for increasing the production of high-quality agricultural products: materials of the XII International*

Scientific and Practical Conference, Ufa-Novosibirsk, June 03–06, 2023. Novosibirsk: ITs NSAU "Golden Ear", 2023. pp. 41–44.

20. Shkotova O.N., Shkotov A.N. Evaluation of the effectiveness of strains of biofertilizers and mineral nitrogen in single-species and mixed crops of barley // Bulletin of the Bryansk State University. 2015. No. 1. pp. 379–381.

21. The effectiveness of microbiological preparations in the cultivation of barley / S. I. Korzhov, T. A. Trofimova, D. Kargbo, T. Framudu // Agriculture. 2022. No. 7. pp. 40–44.

22. Golubev S.N., Dubrovskaya E.V., Turkovskaya O.V. Collection of rhizospheric microorganisms of the Institute of Biophysical Physics of the Russian Academy of Sciences: revision of bacterial strains of the genus *Azospirillum* based on the analysis of the nucleotide sequences of the 16S rRNA gene. Bulletin of the Saratov University. New episode. Series: Chemistry. Biology. Ecology. 2018. V. 18. No. 1. pp. 52–59.

23. Evstigneeva S. S., Fedonenko Yu.P. Biotechnological potential of bacteria of the genus *Azospirillum*: characteristics of flocculating cultures as the most promising forms for plant inoculation // Actual biotechnology. 2018. No. 3(26). pp. 98–102.

24. Romanov N. V., Gilyazov M. Yu., Serzhanov I. M. The effect of mineral and biological fertilizers on the yield of spring wheat in drought conditions // Circular economy in agriculture: international experience for the Republic of Tatarstan: Proceedings based on round table within the framework of the final board of the Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Tatarstan, Kazan, February 24–25, 2022. Kazan, Kazan State Agrarian University: Kazan State Agrarian University, 2022. pp. 243–251.

25. Yield and grain quality of winter wheat depending on the elements of cultivation technology in the conditions of the Azov zone of the Rostov region/E.M. Falynskov, V.B. Poida, M.A. Zbrailov, A.S.Voskresenskaya// Proceedings of the international scientific- practical conference. - Don State Agrarian University, 2022. pp. 125–129.

**Authors:**

Khabibrakhmanov Damir Rostamovich – Ph.D. student of the Department of General Agriculture, Plant Protection and Breeding, e-mail: damirkhabibrakhmanov@yandex.com

Kolesar Valeria Aleksandrovna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of General Agriculture, Plant Protection and Breeding, e-mail: klerochka2@gmail.com

Safin Radik Ilyasovich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of General Agriculture, Plant Protection and Breeding, e-mail: radiksaf2@mail.ru  
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.