

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА
ОСНОВЕ ШТАММОВ ЭНДОФИТНЫХ БАКТЕРИЙ НА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕ
В УСЛОВИЯХ ПРЕДКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН****М. Ф. Амиров, М. М. Земдиханов, П. Г. Семенов, А. Т. Шавалиева, С. Г. Семенов**

Реферат. Целью исследований была оценка эффективности различных биологических препаратов при различных методах их применения (обработка семян, обработка растений) на яровой пшенице. Объектом исследования была яровая пшеница (*Triticum aestivum* L) сорт Бурлак. Изучались два вида эндофитных бактерий *Bacillus velezensis* KS-25 и *Bacillus velezensis* KS-31. Исследования проводили в 2022-2023 годах на базе ООО «Агробиотехнопарк» ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ». Агрохимические показатели серой лесной почвы были следующими: содержание гумуса 3,0%, содержание подвижного фосфора очень высокое (250 мг/кг по Кирсанову), содержание обменного калия повышенное (170 мг/кг). Схема полевого опыта предусматривала изучение следующих вариантов: контроль (без обработки); обработка семян KS-25 дозой 1 л/т; обработка семян KS-31 дозой 1 л/т; опрыскивание растений KS-25 дозой 1 л/га; опрыскивание растений KS-31 дозой 1 л/га. Повторность опыта – четырехкратная, размещение делянок последовательное, площадь каждой делянки 24 м². Сравнительно большая сухая масса корней и стебля в 2022 году была получена на варианте с обработкой семян штаммом KS-31 1 л/т и составила 3,45 и 15,24 грамма соответственно. В 2023 году лучшие показатели были получены на варианте с опрыскиванием растений штаммом KS-31 1 л/га и составили 3,26 и 14,1 граммов соответственно. Превышение сохранности всходов над контролем была получена на варианте с обработкой семян штаммом KS-25 1 л/т и увеличила этот показатель на 4,5%. При анализе структуры урожая яровой пшеницы, обнаружилось увеличение числа продуктивных стеблей на варианте с обработкой семян штаммом KS-25 1 л/т. Наибольшая масса зерна с 1 колоса была на двух вариантах, где проводилось опрыскивание растений штаммами KS-25 1 л/га и KS-31 1 л/га составившие по 0,99 граммов. Наибольшая урожайность зерна была получена на варианте с использованием штамма KS-31 при опрыскивании растений, где прибавка составила 0,35 т/га или 8,6%. На 1% уступил по урожайности вариант с опрыскиванием KS-25 1 л/га, где прибавка составила 0,31 т/га или 7,6%.

Ключевые слова: яровая пшеница (*Triticum aestivum* L), эндофитные бактерии, Бурлак, урожайность, структура урожая.

Для цитирования: Эффективность применения биологических препаратов на основе штаммов эндофитных бактерий на яровой пшенице в условиях Предкамья Республики Татарстан / М.Ф. Амиров, М.М. Земдиханов, П.Г. Семенов, А.Т. Шавалиева, С.Г. Семенов// Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2024. №4 (12). С. 6-11

Введение. Огромной проблемой в настоящее время является применение большого количества пестицидов. Использование пестицидов создает угрозу для здоровья человека и окружающей среды [1, 2, 3].

Исследования, проведенные в различных районах Республики Татарстан, показали, что превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) по применению пестицидов может достигать до 2,7 [4].

В настоящее время увеличивается роль биологических препаратов как аналогов пестицидов для защиты растений от фитопатогенов и для преодоления различных абиотических стрессов во время вегетации культур [5, 6, 7].

Одной из групп, входящих в состав биоагентов при создании биопрепаратов, являются эндофитные бактерии [8]. Эндофитные микроорганизмы играют большую роль в процессах, происходящих в растительном организме, помогая растению-хозяину улучшать рост, проявлять устойчивость к различным абиотическим стрессам и снижать инфекционный фон при возделывании сельскохозяйственных культур [9, 10, 11].

Ведущей зерновой культурой в РФ является яровая пшеница [12, 13].

Развитие различных инфекционных болезней на яровой пшенице, а также стрессовые факторы значительно влияют на получение урожая этой культуры [14, 15].

Как показывают исследования, биологические препараты положительно влияют на экологическую пластичность, структуру и урожайность этой культуры, повышая ее качественные характеристики [16, 17, 18].

В связи с вышеизложенным, целью исследований была оценка эффективности различных биологических препаратов при различных методах их применения (обработка семян, обработка растений) на яровой пшенице.

Условия, материалы и методы. Объектом исследования была яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.) сорт Бурлак. Исследования проводились в 2022-2023 годах на базе ООО «Агробиотехнопарк» ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ». Полевые опыты проводились на типичных серых лесных почвах с содержанием в пахотном слое гумуса 3,0%, подвижного фосфора очень высокое (250 мг/кг по Кирсанову), обменного калия повышенное (170 мг/кг). Реакция почвенной среды была близка к нейтральной (рН 6,6 солевой вытяжке). Изучались два вида эндофитных бактерий *Bacillus velezensis* KS-25 и *Bacillus*

velezensis KS-31 как наиболее эффективно повлиявших на проростки в лабораторных исследованиях.

Схема полевых исследований предусматривала изучение следующих вариантов:

1. Контроль (без обработки)
2. Обработка семян KS-25 дозой 1 л/т
3. Обработка семян KS-31 дозой 1 л/т
4. Опрыскивание растений KS-25 дозой 1 л/га
5. Опрыскивание растений KS-31 дозой 1 л/га

В фазе выхода в трубку проводилось опрыскивание растений биопрепаратами. Полевые опыты закладывались в четырехкратной повторности, делянки размещали последовательно, общая площадь делянок – 24 м², учетная – по 20 м². Предшественник – чистый

пар. Во время ухода за посевами в фазе кущения яровой пшеницы для уничтожения сорняков проводили опрыскивание гербицидами Ластик Экстра КЭ и Балерина Супер СЭ (0,8 + 0,5 литра). В ходе выполнения исследований проведены наблюдения, учеты, анализ биологического урожая и его структуры методом снопа (сохранность растений, продуктивная кустистость, масса зерна, масса соломистой части образца) по методикам Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Уборку осуществляли в фазе полной спелости зерна комбайном САМПО-500. Статистическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову.

В 2022 году наблюдалась благоприятная погода для развития яровой пшеницы (рис. 1).

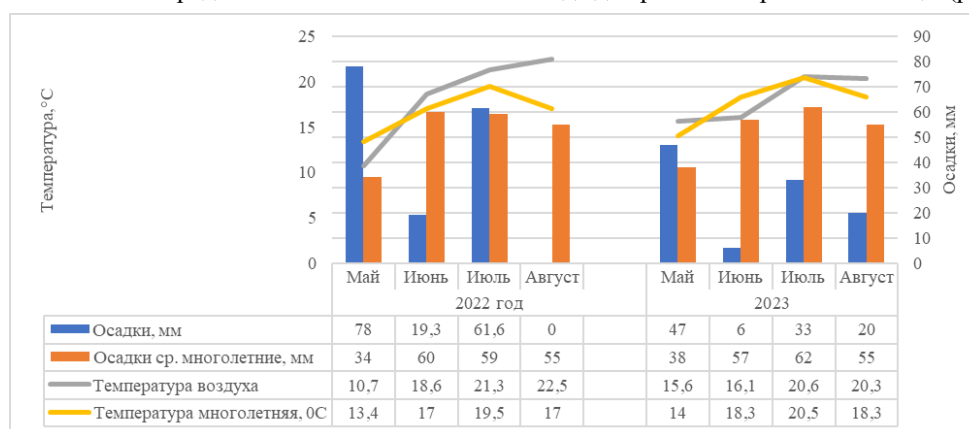


Рис. 1 - Метеорологические условия в период вегетации яровой пшеницы, 2022-2023 годы

В мае выпала двойная норма осадков из-за чего полевые работы начались позднее. Дальнейшее увеличение температуры и наличие осадков в период вегетации положительно отразилось на росте и развитии яровой пшеницы при гидротермическом коэффициенте (ГТК-1,35). 2023 год охарактеризовался ранним началом полевых работ из-за раннего прихода весны. В период вегетации наблюдалась засуха из-за повышенного температурного режима и отсутствии осадков в наиболее критические фазы развития культуры по влагообеспеченности.

Результаты и обсуждение. Накопление сухой массы растениями в фазу колошения зависела прежде всего от метеорологических условий, а также от варианта обработки (рис.2). В 2022 году сухая масса корней и стебля на варианте с обработкой семян штаммом KS-31 1 л/т была значительно выше, чем в контроле, и составила 3,45 и 15,24 грамма соответственно. В 2023 году лучшие результаты были получены при опрыскивании растений KS-31 и составили 3,26 и 14,1 граммов соответственно.

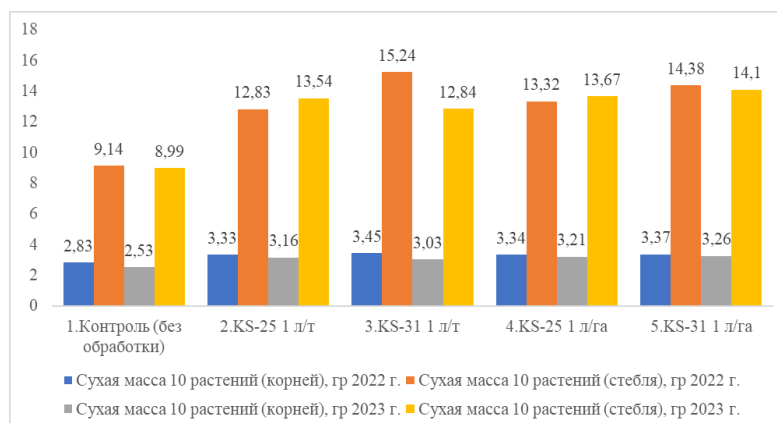


Рис. 2 – Сухая масса растений в фазу колошения в зависимости от использования штаммов KS-25 и KS-31, 2022-2023 года

АГРОНОМИЯ

На вариантах с использованием биологических препаратов наблюдалось улучшение показателей выживаемости растений (табл.1). Обработка семян штаммом KS-31 1 л/т увеличила полевую всхожесть на 1% по сравнению с контролем. Наибольшая

сохранность всходов была получена на варианте с обработкой семян штаммом KS-25 1 л/т и увеличила этот показатель на 4,5%. Варианты с опрыскиванием растений также улучшали показатели выживаемости растений.

Таблица 1 – Выживаемость всходов яровой пшеницы сорта Бурлак к уборке в зависимости от использования штаммов KS-25 и KS-31, среднее за 2022-2023 года

Вариант	Число всходов, шт./м ²	Полевая всхожесть, %	Число растений к уборке, шт./м ²	Коэффициент продуктивной кустистости	Выживаемость всходов к уборке, %
1.Контроль (без обработки)	443	73,8	348	1,29	78,5
2.KS-25 1 л/т	447	74,5	371	1,22	83,0
3.KS-31 1 л/т	449	74,8	369	1,21	82,1
4.KS-25 1 л/га	446	74,3	366	1,18	82,0
5.KS-31 1 л/га	444	74,0	362	1,2	81,5
НСР ₀₅	4,56		4,22		

Анализируя структуру урожая яровой пшеницы (табл. 2), обнаружилось увеличение количества продуктивных стеблей на варианте с обработкой семян штаммом KS-25 1 л/т. В то же время на вариантах с опрыскиванием растений штаммами KS-25 (1 л/га) и KS-31 (1 л/га) наблюдалось уменьшение этого

показателя. Высота растений, длина колоса и число зерен в колосе незначительно улучшились на всех вариантах использования биопрепаратов. Наибольшая масса зерна с одного колоса было получено на вариантах с опрыскиванием растений KS-25 1 л/га и KS-31 1 л/га, и составило 0,99 грамма на обоих вариантах.

Таблица 2 – Влияние изучаемых штаммов KS-25 и KS-31 на элементы структуры урожая яровой пшеницы сорта Бурлак среднее за 2022-2023 года

Вариант	Высота растений, см	Число продуктивных стеблей, шт./м ²	Длина колоса, см	Число колосков в колосе, шт.	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с 1 колоса, г
1.Контроль (без обработки)	84	445	8,3	15	26	0,91
2.KS-25 1 л/т	85	450	8,5	15	27	0,96
3.KS-31 1 л/т	87	444	8,6	15	27	0,96
4.KS-25 1 л/га	86	433	8,6	15	27	0,99
5.KS-31 1 л/га	87	433	8,7	15	27	0,99
НСР ₀₅	2,06	4,62				0,08

Анализируя структуру урожая яровой пшеницы (табл. 2), обнаружилось увеличение количества продуктивных стеблей на варианте с обработкой семян штаммом KS-25 1 л/т. В то же время на вариантах с опрыскиванием растений штаммами KS-25 (1 л/га) и KS-31 (1 л/га) наблюдалось уменьшение этого

показателя. Высота растений, длина колоса и число зерен в колосе незначительно улучшились на всех вариантах использования биопрепаратов. Наибольшая масса зерна с одного колоса было получено на вариантах с опрыскиванием растений KS-25 1 л/га и KS-31 1 л/га, и составило 0,99 грамма на обоих вариантах.

Таблица 3 – Влияние изучаемых штаммов KS-25 и KS-31 на урожайность зерна яровой пшеницы сорта Бурлак, 2022-2023 года

Вариант	Урожайность зерна, т/га		Средняя	Прибавка	
	2022 год	2023 год		т/га	%
1.Контроль (без обработки)	4,16	3,95	4,05	-	-
2.KS-25 1 л/т	4,54	4,05	4,29	0,24	5,9
3.KS-31 1 л/т	4,34	4,15	4,24	0,19	4,7
4.KS-25 1 л/га	4,47	4,25	4,36	0,31	7,6
5.KS-31 1 л/га	4,51	4,30	4,40	0,35	8,6
НСР ₀₅ , т/га	0,12	0,10			

АГРОНОМИЯ

Биологические препараты положительно влияют на качество урожая (табл. 4). На варианте с опрыскиванием растений KS-25 1 л/га, содержание сырой

клейковины увеличилось на 3,9% по сравнению с контролем. Наибольшее содержание клейковины было получено в засушливом 2023 году.

Таблица 4 – Влияние биологических препаратов на содержание сырой клейковины в зерне яровой пшеницы сорта Бурлак в 2022-2023 года

Вариант	Содержание сырой клейковины, %			± к контролю	
	2022 год	2023 год	Средняя	%	%
1.Контроль (без обработки)	21,7	32,6	27,1	-	-
2.KS-25 1 л/т	25,0	34,8	29,9	2,8	10,3
3.KS-31 1 л/т	19,0	34,2	26,6	-	-
4.KS-25 1 л/га	25,6	36,4	31,0	3,9	14,3
5.KS-31 1 л/га	23,2	34,6	28,9	1,8	6,6
HCP ₀₅ , %	0,9	0,85			

Выводы. Исследования показали, что обработка семян биопрепаратом на основе эндофитных бактерий штамма KS-25 1 л/т способствовала увеличению сохранности растений на 4,5%, урожайности на 5,9%.

Наиболее эффективным препаратом при опрыскивании вегетирующих растений был штамм KS-31 1 л/га, обеспечивший наибольшую массу зерна с 1 колоса, прибавку урожайности 0,35 т/га.

Литература

1. Brown, C. D., & Baird, D. J. (2019). Pesticide residues in cereal crops: Current knowledge and future trends. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67 (19), 5391-5402.
2. Рускевич Г. А., Гавдель А. С. Минимизация опасности непригодных и запрещенных пестицидов в Беларуси // *Экологический вестник*. 2012. № 3. С. 97-102.
3. Сластя И. В. Оценка эколого-токсикологической опасности применения пестицидов // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2023. Т. 16. № 1(76). С. 53-60. doi 10.53914/issn2071-2243_2023_1_53.
4. Гилмурахманова Д. Д. Анализ содержания пестицидов в зерновых культурах на территории Республики Татарстан // *Флагман науки*. 2024. № 5(16). С. 257-261.
5. Кирюшин В. И. Проблема экологизации земледелия в России (Белгородская модель) // *Достижения науки и техники АПК*. 2012. № 12. С. 3-9.
6. Козлова Е.А. Биологизация систем защиты сельскохозяйственных культур от болезней // *Вестник аграрной науки*. 2022. №1 (94). С. 17-22. Doi 10.17238/issn2587-666X.2022.1.17
7. The importance of natural factors in controlling the number density of pest pests / S. K.Yuldasheva, M. F. Bekchonova, D.A. Almatova, G. Askarova, K. Numonjon // *International scientific journal of Biruni*. 2022. №2. С. 114-120. Doi 10.24412/12181-2993-2022-2-114-120
8. Kuramshina Z. M., Smirnova Y. V., Khairullina R. M. Influence of bacillus subtilis and cadmium on the mycorrhization of wheat plants // *International Research Journal* 2022. №4-2 (118). С.103-106. doi 10.23670/IRJ.2022.118.4.090
9. Диабанкана Р. Ж. К., Сафин Р. И. Оценка влияния применения биопрепаратов в период вегетации на микробиом семян яровой пшеницы // *Агробиотехнологии и цифровое земледелие*. 2023. № 1(5). С. 22-26. doi 10.12737/2782-490X-2023-22-26.
10. Изучение влияния эндофитных бактерий рода *Bacillus* на рост и стрессоустойчивость проростков яровой пшеницы и сои / Г. Х. Шаймуллина, Р. И. Сафин, О. А. Егорова и др. // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2023. Т. 18, № 4(72). С. 53-59. doi 10.12737/2073-0462-2023-53-59.
11. Павловская Н. Е., Тупиков Н. Ю. Действие новых биологических препаратов на хозяйственно-ценные признаки яровой пшеницы Дарья // *Вестник аграрной науки*. 2023. № 2(101). С. 40-48. doi 10.17238/issn2587-666X.2023.2.40.
12. Сафин Р. И. Современное состояние и перспективы развития производства зерновых злаковых культур в Республике Татарстан // *Роль аграрной науки в решении проблем современного земледелия: Сборник трудов всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти профессора кафедры растениеводства и плодовоовощеводства д.с-х.н., профессора А.А.Зиганшина.Казань.2023.С.156-162.*
13. Петрова И. Ф. Современное состояние зерновой отрасли в Приволжском федеральном округе // *Агропродовольственная политика России*. 2014. № 2(26). С. 8-12.
14. Гришечкина Л.Д. Фунгициды для защиты пшеницы яровой от семенной и почвенной инфекции // *Защита и карантин растений*. 2022. № 3. С. 13-17. doi 10.47528/1026-8634_2022_3_13
15. Эффективность двукратного применения фунгицидов на посевах озимой пшеницы / Н. Н. Глазунова, Л. В. Мазницына, Ю. А. Безгина, А. В. Алексеев // *Агрохимический вестник*. 2013. № 1. С. 19-20.
16. Влияние предпосевной обработки семян на развитие болезней и продуктивность зерновых культур / Н. Г. Пилипенко, О. Т. Андреева, Л. П. Сидорова, Н. Ю. Харченко // *Кормопроизводство*. 2022. № 1.С.37-42.
17. Эффективность предпосевной обработки семян новых сортов яровой пшеницы биологическими препаратами и химическими протравителями. Ф. С. Султанов, А. А. Разина, О. Б. Габдрахимов, О. Г. Дятлова // *Достижения науки и техники АПК*. 2021. Т. 35, № 3. С. 33-38. doi 10.24411/0235-2451-2021-10306.
18. Влияние предпосевной обработки препаратами протекторного действия и минеральных удобрений на качество семян / Е. Н. Шаболкина, Л. К. Нещерет, Н. В. Анисимкина [и др.] // *Зерновое хозяйство России*. 2018. № 4(58). С. 11-14. doi 10.31367/2079-8725-2018-58-4-11-14.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

Сведения об авторах:

Амиров Марат Фуатович – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой растениеводства и плодовоовощеводства, e-mail: m.f.amirof@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8585-1186>

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

Земдиханов Минсур Миналимович – кандидат технических наук, доцент кафедры механики, e-mail: mr.minsur@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Россия

Семенов Павел Геннадьевич – ассистент кафедры растениеводства и плодовоовощеводства, e-mail: sem_pavel_97@mail.ru

Шавалиева Азалия Тахировна – студент, e-mail: shavaliyeva2017@mail.ru

Семенов Станислав Геннадьевич – студент, e-mail: stas.semenov06@icloud.com

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

EFFICIENCY OF APPLICATION OF BIOLOGICAL PREPARATIONS BASED ON ENDOPHYTIC BACTERIA STRAINS ON SPRING WHEAT IN THE CONDITIONS OF KAMA REGION OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

M. F. Amirov, M. M. Zemdichanov, P. G. Semenov, A. T. Shavaliyeva, S. G. Semenov

Abstract. The aim of the research was to evaluate the efficiency of various biological preparations with different methods of their application (seed treatment, plant treatment) on spring wheat. The object of the study was spring wheat (*Triticum aestivum* L.) of Burlak variety. Two types of endophytic bacteria *Bacillus velezensis* KS-25 and *Bacillus velezensis* KS-31 were studied. The studies were conducted in 2022-2023 at LLC Agrobiotechnopark of Kazan State Agrarian University. The agrochemical parameters of the gray forest soil were as follows: humus content of 3.0%, very high content of mobile phosphorus (250 mg/kg according to Kirsanov), increased content of exchangeable potassium (170 mg/kg). The field experiment design included studying the following options: control (no treatment); seed treatment with KS-25 at a dose of 1 l/t; seed treatment with KS-31 at a dose of 1 l/t; spraying plants with KS-25 at a dose of 1 l/ha; spraying plants with KS-31 at a dose of 1 l/ha. The experiment was repeated four times, the plots were placed sequentially, the area of each plot was 24 m². A comparatively higher dry weight of roots and stems in 2022 was obtained in the variant with seed treatment with KS-31 strain at a dose of 1 l/t and amounted to 3.45 and 15.24 grams, respectively. In 2023 the best indicators were obtained in the variant with spraying plants with KS-31 strain at a dose of 1 l/ha and amounted to 3.26 and 14.1 grams, respectively. An excess of seedling survival over the control was obtained in the variant with seed treatment with KS-25 strain at a dose of 1 l/t and increased this indicator by 4.5%. When analyzing the structure of the spring wheat yield, an increase in the number of productive stems was found in the variant with seed treatment with KS-25 strain at a dose of 1 l/t. The highest grain weight per ear was obtained in two variants where plants were sprayed with strains KS-25 at a dose of 1 l/ha and KS-31 at a dose of 1 l/ha, which amounted to 0.99 grams each. The highest grain yield was obtained in the variant using strain KS-31 when spraying plants, where the increase was 0.35 t/ha or 8.6%. The variant with spraying KS-25 at a dose of 1 l/ha was 1% lower in yield, where the increase was 0.31 t/ha or 7.6%.

Key words: spring wheat (*Triticum aestivum* L.), endophytic bacteria, Burlak, yield, yield structure.

For citation: Efficiency of application of biological preparations based on endophytic bacteria strains on spring wheat in the conditions of Kama region of the Republic of Tatarstan// M.F. Amirov, M.M. Zemdichanov, P.G. Semenov, A.T. Shavaliyeva, S.G. Semenov. Agrobiotechnology and digital agriculture. 2024; 4 (12). 6-11 p.

References

1. Brown CD & Baird DJ. Pesticide residues in cereal crops: Current knowledge and future trends. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 67 (19). 2019; 5391-5402 p.
2. Ruskevich GA, Gavdel AS. [Minimizing the danger of obsolete and banned pesticides in Belarus]. Ekologicheskii vestnik. 2012; 3. 97-102 p.
3. Slasya IV. [Assessment of the ecological and toxicological danger of pesticide use]. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023; Vol.16. 1(76). 53-60 p. doi: 10.53914/issn2071-2243_2023_1_53.
4. Gilmurakhmanova DD. [Analysis of the content of pesticides in grain crops in the Republic of Tatarstan]. Flagman nauki. 2024; 5(16). 257-261 p.
5. Kiryushin VI. [The problem of greening agriculture in Russia (Belgorod model)]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2012; 12. 3-9 p.
6. Kozlova EA. [Biologization of crop protection systems from diseases]. Vestnik agrarnoy nauki. 2022; 1 (94). 17-22 p. Doi 10.17238/issn2587-666X.2022.1.17
7. Yuldasheva SK, Bekchonova MF, Almatova DA, Askarova G, Numonjon K. The importance of natural factors in controlling the number density of pest pests. International scientific journal of Biruni. 2022; 2. 114-120 p. Doi 10.24412/2181-2993-2022-2-114-120
8. Kuramshina ZM, Smirnova YV, Khayrullina RM. Influence of bacillus subtilis and cadmium on the mycorrhization of wheat plants. International Research Journal 2022; 4-2 (118). 103-106 p. doi 10.23670/IRJ.2022.118.4.090
9. Diabankana RZhK, Safin RI. [Assessing the effect of biopreparations during the growing season on the microbiome of spring wheat seeds]. Agrobiotekhnologii i tsifrovoye zemledelie. 2023; 1(5). 22-26 p. doi: 10.12737/2782-490X-2023-22-26.
10. Shaymullina GK, Safin RI, Egorova OA. [Study of the effect of endophytic bacteria of Bacillus genus on the growth and stress resistance of spring wheat and soybean seedlings]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023; Vol.18. 4(72). 53-59 p. doi: 10.12737/2073-0462-2023-53-59.
11. Pavlovskaya NE, Tupikov NYu. [Effect of new biological preparations on economically valuable traits of spring wheat Darya]. Vestnik agrarnoy nauki. 2023; 2(101). 40-48 p. doi: 10.17238/issn2587-666X.2023.2.40.
12. Safin RI. [Current state and prospects for the development of grain crop production in the Republic of Tatarstan. The role of agricultural science in solving the problems of modern agriculture]. Sbornik trudov vserossiyskoy (natsionalnoy) nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy pamyati professora kafedry rastenievodstva i plodovovoschevodstva d.s.-kh.n., professora A.A. Ziganshina. Kazan. 2023; 156-162 p.
13. Petrova IF. [Current state of grain industry in Volga Federal District]. Agropromyshlennaya politika Rossii. 2014; 2(26). 8-12 p.

14. Grishechkina LD. [Fungicides for the protection of spring wheat from seed and soil infection]. *Zashchita i karantin rasteniy*. 2022; 3. 13-17 p. doi 10.47528/1026-8634_2022_3_13
15. Glazunova NN, Maznitsyna LV, Bezgina YuA, Alekseev AV. [Efficiency of double application of fungicides on winter wheat crops]. *Agrokhimicheskiy vestnik*. 2013; 1. 19-20 p.
16. Pilipenko NG, Andreeva OT, Sidorova LP, Kharchenko NYu. [The effect of pre-sowing seed treatment on the development of diseases and productivity of grain crops]. *Kormoproizvodstvo*. 2022; 1. 37-42 p.
17. Sultanov FS, Razina AA, Gabdrakhimov OB, Dyatlova OG. [Efficiency of pre-sowing seed treatment of new varieties of spring wheat with biological preparations and chemical seed treatment agents]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2021; Vol.35. 3. 33-38 p. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10306.
18. Shabolkina EN, Neshcheret LK, Anisimkina NV. [Effect of pre-sowing treatment with protective agents and mineral fertilizers on seed quality]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii*. 2018; 4(58). 11-14 p. doi: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-11-14.

Conflict of interest

The author declares that there is no conflict of interest. There was no funding for the work.

Authors:

Amirov Marat Fuatovich – Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department of Crop and Horticulture, e-mail: m.f.amirof@rambler.ru , <https://orcid.org/0000-0001-8585-1186>
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
 Zemdikhanov Minsur Minalimovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mechanics, e-mail: mr.minsur@mail.ru
 Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan, Russia
 Semenov Pavel Gennadievich – Assistant of the Department of Crop and Horticulture, e-mail: sem_pavel_97@mail.ru
 Shavaliyeva Azaliya Tahirovna – student, e-mail: shavaliyeva2017@mail.ru
 Semenov Stanislav Gennadievich - student, e-mail: stas.semenov06@icloud.com
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

