

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ БАКТЕРИАЛЬНЫХ И ГРИБНЫХ ШТАММОВ И ИХ АССОЦИАЦИЙ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Т.К. Шешегова, Л.М. Щеклеина

Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого, Киров, Россия

E-mail: immunitet@fanc-sv.ru

**Для цитирования:** Шешегова Т.К., Щеклеина Л.М. Использование новых бактериальных и грибных штаммов и их ассоциаций в технологии возделывания яровой пшеницы // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2025. – № 2(75). – С. 99–105. – DOI 10.31677/2072-6724-2025-75-2-99-105.

**Ключевые слова:** *Triticum aestivum* L. (яровая мягкая пшеница), *Trichoderma*, *Fischerella*, инокуляция семян, обработка посевов, болезни, урожайность, крупность зерна.

**Реферат.** Исследования выполнены в 2022–2024 гг. в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Впервые получены данные по эффективности новых грибных и бактериальных штаммов микроорганизмов с фиторегуляторными, фунгицидными и иммуномодулирующими свойствами, а также способы их применения при возделывании яровой пшеницы. Полевые исследования проведены на делянках площадью 1 м<sup>2</sup> в 4-кратной повторности. Впервые получена информация об эффективности использования новых грибных (*Trichoderma* spp., шт. К-01П) и бактериальных (*Fischerella muscicola* (Thur.) Gom., шт. 300) штаммов при возделывании яровой пшеницы сорта Баженка. Для этого монокультуральные штаммы микроорганизмов и их бинарные смеси использовали однократно (инокуляция семян) и двукратно (инокуляция семян и обработка посевов в фазу кущения). Сравнение экспериментальных данных вели с контролем (без инокуляции) и эталоном (биопрепарат Трихоцин). Выявлено избирательное действие штаммов *Trichoderma* spp. и *F. muscicola* и способов их применения на фитосанитарное состояние посевов и урожайность сорта Баженка. Эффективный биоконтроль корневых гнилей возможен при их двукратном применении (инокуляция семян и обработка посевов) как монокультурой, так и бинарной смесью. В этих вариантах количество пораженных растений снижалось на 10,3–11,4 % по отношению к контролю и на 5,9–7,0 % – к эталону (при НСР<sub>05</sub> = 5,3). Обнаружена более высокая, чем у эталонного препарата Трихоцин фунгицидность изучаемого штамма К-01П, что повышает перспективность его в качестве целевого биоагента. Изучаемые штаммы эффективны и в защите от септориоза при невысоком уровне развития болезни. Повышение устойчивости к грибным болезням положительно влияло и на продукционный процесс. Наиболее высокая урожайность (в среднем 245,7 г/м<sup>2</sup>) получена при обработке семян и посевов бинарной смесью *Trichoderma* spp. + *F. muscicola*, что выше контроля на 38,1 г/м<sup>2</sup>, эталона – на 28,3 г/м<sup>2</sup> (при НСР<sub>05</sub> = 30,3).

## USE OF NEW BACTERIAL AND FUNGAL STRAINS AND THEIR ASSOCIATIONS IN SPRING WHEAT CULTIVATION TECHNOLOGY

T.K. Sheshegova, L.M. Shchekleina

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

E-mail: immunitet@fanc-sv.ru

**Keywords:** *Triticum aestivum* L. (spring soft wheat), *Trichoderma*, *Fischerella*, seed inoculation, crop treatment, diseases, yield.

**Abstract.** The research was carried out in 2020–2023. at the Federal State Budgetary Institution FANTS of the North-East. For the first time, data have been obtained on the efficiency of new fungal and bacterial strains of microorganisms with phyto-regulatory, fungicidal and immunomodulatory properties and methods of their application in the cultivation of spring wheat. Field studies were conducted on plots of 1 m<sup>2</sup> in 4-fold replication. For the first time, information has been obtained on the efficiency of using new fungal (*Trichoderma* spp., pcs. K-01P) and bacterial (*Fischerellamuscicola* (Thur.) Gom., pcs. 300) strains in the cultivation of spring wheat of the Bazhenka variety. For this purpose, monoculture strains of microorganisms and their binary mixtures were used once (seed inoculation) and twice (seed inoculation and treatment of crops in the tillering phase). Comparison of experimental data was carried out with the control (without inoculation) and the standard (biopreparation Trichocin). The selective effect of *Trichoderma* spp. and *F. muscicola* strains and methods of their application on the phytosanitary

condition of crops and the yield of the Bazhenka variety was revealed. Effective biocontrol of root rot is possible with their double application (seed inoculation and crop treatment) both as a monoculture and a binary mixture. In these variants, the number of affected plants decreased by 10.3–11.4 % in relation to the control and by 5.9–7.0% – to the standard (at  $HSR_{05} = 5.3$ ). A higher fungicidal activity of the studied strain K-01P than that of the standard drug Trichocin was found, which increases its prospects as a target bioagent. The studied strains are also effective in protecting against septoria at a low level of disease development. Increased resistance to fungal diseases also had a positive effect on the production process. The highest yield (on average 245.7 g/m<sup>2</sup>) was obtained when treating seeds and crops with a binary mixture of *Trichoderma* spp. + *F. muscicola*, which is 38.1 g/m<sup>2</sup> higher than the control and 28.3 g/m<sup>2</sup> higher than the standard (with  $HSR_{05} = 30.3$ ).

До настоящего времени основной стратегией контроля и сдерживания эпифитотий остается применение пестицидов. Несмотря на быстрое действие, радикальное решение проблемы и другие преимущества такой защитной технологии, широкое использование химических средств защиты способно приводить к неблагоприятным экологическим последствиям и ухудшению качества растениеводческой продукции [1]. Кроме того, вследствие постоянных мутационных процессов в популяциях фитопатогенов происходит образование более агрессивных рас, появляется резистентность их к пестицидам и возможны новые эпифитотии [2].

В качестве экологически безопасной альтернативы химическому методу защиты растений, наряду с возделыванием генетически устойчивых сортов, перспективно использование различных агентов биологического контроля, основанных на агрономически полезных микроорганизмах и/или их метаболитах. В рамках разработки новых биофунгицидов достаточно много исследований проводится в области изучения триады взаимоотношений «растение-антагонист – фитопатоген» [3, 4]. При этом для создания средств биологического контроля используются различные группы ризосферных микроорганизмов, среди которых одними из наиболее распространенных являются микровицыты рода *Trichoderma* Pers. ex Fr. [5–7]. Грибы рода *Trichoderma* располагают такими механизмами, как микопаразитизм, антибиоз, конкуренция, устойчивость к стрессам и дают возможность подавлять многие болезни культурных растений, вызываемых почвообитающими фитопатогенами: *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Phythium aphanidermatum*, *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, *F. oxysporum*, *F. culmorum* и др. [8]. Имеются сообщения о положительном влиянии представителей *Trichoderma* spp. на показатели урожайности многих сельскохозяйственных культур, включая пшеницу [9, 10]. Следует отметить, что яровая и озимая пшеница, как основная продовольственная культура России, является важным модельным объектом для исследований в

области экологически ориентированного адаптивного растениеводства [11]. Однако несмотря на широкую изученность фунгицидного и продукционного действия монокультуры видов *Trichoderma* spp., в литературе приводятся лишь единичные сведения о примерах использования этих микровицетов в сочетании с цианобактериальными штаммами, которые обладают множеством полезных свойств и с успехом используются при возделывании различных сельскохозяйственных культур. Многие из них обладают не только выраженным антифунгальным действием, но и другими агрономически ценными свойствами, включая стимуляцию роста и развития вегетативной массы и корневой системы растений за счет их гормональной регуляции, улучшения поглотительной способности, интенсификации микробиологических процессов в почве и мобилизации труднодоступных питательных элементов. Сочетанное действие разнообразных свойств микроорганизмов повышает адаптивность, болезнеустойчивость и продуктивность растений [12–14]. Однако растительно-микробные и внутримикробные взаимодействия в значительной степени подвержены влиянию средовых факторов (температура, осадки, влажность почвы и воздуха), что ограничивает использование микробных препаратов в прикладной сфере, в том числе из-за непредсказуемости результата.

Научное обоснование экологизации земледелия за счет внедрения биологизированных элементов агротехнологий наиболее актуально для основной продовольственной культуры России – пшеницы, которая, однако, восприимчива ко многим болезням и предъявляет повышенные требования к условиям вегетации [15].

Целью наших исследований было изучение фитосанитарного состояния и продукционного потенциала яровой мягкой пшеницы под действием обработки семян и посевов биотехнологически перспективными штаммами микроорганизмов.

Научная новизна – впервые на региональном уровне получены данные по антибиотической и продукционной эффективности новых грибовых

и бактериальных штаммов микроорганизмов с фиторегуляторными, фунгицидными и иммуномодулирующими свойствами, а также способы их применения при возделывании яровой пшеницы в условиях Кировской области.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом исследований в 2022–2024 гг. являлись изоляты гриба рода *Trichoderma* (штамм К-01П) и цианобактерии *Fischerella muscicola* (Thur.) Gom. (штамм 300), выделенные из почв Кировской области и предоставленные из коллекции фототрофных микроорганизмов кафедры биологии растений, селекции и семеноводства, микробиологии Вятского государственного агротехнологического университета, института инженерии и агробиотехнологии. Объектом исследований являлся районированный сорт яровой мягкой пшеницы Баженка.

Полевые эксперименты закладывали на фитопатологическом участке ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в соответствии со схемой опыта: 1 – контроль (без обработки семян и посевов), 2 – инокуляция семян (ОС) *Trichoderma* spp., 3 – инокуляция семян (ОС) и посевов (ОП) *Trichoderma* spp., 4 – инокуляция семян (ОС) *F. muscicola*, 5 – инокуляция семян (ОС) и посевов (ОП) *F. muscicola*, 6 – инокуляция семян (ОС) *Trichoderma* spp. + *F. muscicola*, 7 – инокуляция семян (ОС) и посевов (ОП) *Trichoderma* spp. + *F. muscicola*, 8 – инокуляция семян (ОС) биофунгицидом Трихоцин, СП (действующее вещество *Trichoderma harzianum*, штамм Г-30), 9 – инокуляция семян (ОС) и посевов (ОП) Трихоцин, СП (эталон). Действующим веществом эталонного варианта – препарата Трихоцин является один из видов рода *Trichoderma*, что явилось основанием для его сравнения с опытным штаммом К-01П *Trichoderma* spp. Обработку семян и посевов в фазу кущения растений осуществляли водноспоровыми суспензиями: *Trichoderma* spp. (титр  $7,15 \pm 0,96 \cdot 10^7$  кон/мл), *F. muscicola* (титр  $1,15 \pm 0,18 \cdot 10^7$  кл./мл), *F. culmorum* (титр  $8,90 \pm 0,34 \cdot 10^5$  кон/мл) [3]. Титры суспензий определяли путем подсчета в камере Горяева в 4-кратной прорности. В вариантах с бинарной микробной инокуляцией семян и посевов соотношение в смеси *Trichoderma* spp. + *F. muscicola* – 1 : 1. Инокулом *Trichoderma* spp. готовили путем смыва конидий с поверхности питательной среды (картофельно-глюкозный агар). Перед обработкой

семян культуру *F. muscicola* гомогенизировали на малом гомогенизаторе MPW-302 (Польша) в течение 3 мин, режим скорости – 9000 об/мин. Расход рабочей жидкости – 1 мл/100 зерновок и 30 мл/м<sup>2</sup>. Инокуляцию семян с последующим их подсушиванием проводили за сутки до посева, обработку посевов – утром, до наступления высокой температуры.

Повторность в полевых опытах четырехкратная, площадь делянок связи с инокуляцией семян опытными штаммами микроорганизмов небольшая – 1 м<sup>2</sup> при норме высева 300 семян/м<sup>2</sup>. Посев проводили вручную. В течение вегетации осуществляли мониторинг распространения и развития корневых гнилей [16] и септориоза листьев [17]. Уборку проводили при полной спелости зерна, при учете урожая и анализа элементов продуктивности растений использовали общеизвестную методику [18].

Статистическая обработка проведена методом дисперсионного анализа с использованием пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS (версия 2.07.) и программы Microsoft Office Excel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ранее проведенных нами исследованиях было выявлено преобладание положительных эффектов инокуляции семян яровой мягкой пшеницы консорциумом цианобактерии *Fischerella muscicola* и гриба *Trichoderma* spp. на фитосанитарное состояние посевов, элементы структуры и урожайность сорта Баженка. Это отчасти проявляется и при повышенной семенной инфекции, обусловленной инокуляцией семян суспензией конидий *F. culmorum* [19]. Однако продукционная и антибиотическая эффективность двойных обработок (семян и вегетирующих растений) под влиянием монокультур и бинарных микробных взаимодействий до настоящего времени не изучена, что явилось предметом дальнейших наших исследований.

Полученные данные свидетельствуют о значительном влиянии способа применения изучаемых штаммов микромицетов на развитие грибных болезней, урожайность и элементы продуктивности. В наших исследованиях достоверное к контролю и эталону снижение распространения (на 10,3–11,4 % и 5,9–7,0 %) и развития корневых гнилей (на 4,8–5,8 % и 4,6–5,6 %) отмечено при двукратном применении тест-культур микроор-

ганизмов в ходе предпосевной инокуляции семян и обработки посевов в фазу кушения растений (табл. 1). При этом значимый фунгицидный эффект по отношению к корневым инфекциям про-

являлся независимо от использования монокультуры или микробного консорциума (*Trichoderma* spp. + *F. muscicola*).

Таблица 1

Характер проявления грибных болезней на яровой пшенице под действием микроорганизмов и способов их применения (в среднем за 2022–2024 гг.)

The nature of the manifestation of fungal diseases on spring wheat under the influence of microorganisms and methods of their use (on average for 2022–2024)

Вариант обработки	Корневые гнили						Степень поражения листьев септориозом		
	Поражение			Развитие болезни			%	± к контролю	± к эталону
	%	± к контролю	± к эталону	%	± к контролю	± к эталону			
Контроль – без обработки	23,2	–	–	8,8	–	–	11,0	–	–
<i>Trichoderma</i> spp. – ОС	19,3	-3,9	-3,7	7,8	-1,0	-0,2	11,0	0	+3,3
<i>Trichoderma</i> spp. – ОС+ОП	11,8	-11,4	-7,0	3,0	-5,8	-5,6	10,5	-0,5	+3,5
<i>F. muscicola</i> – ОС	21,5	-1,7	-1,5	7,4	-1,4	-0,6	7,7	-3,3	0
<i>F. muscicola</i> – ОС+ОП	12,8	-10,4	-6,0	3,5	-5,3	-5,1	7,7	-3,3	+0,7
<i>Trichoderma</i> spp.+ <i>F. muscicola</i> – ОС	17,8	-5,4	-5,2	6,7	-2,1	-1,3	8,5	-2,5	+0,8
<i>Trichoderma</i> spp. + <i>F. muscicola</i> – ОС+ОП	12,9	-10,3	-5,9	4,0	-4,8	-4,6	8,0	-3,0	+1,0
Трихоцин – эталон – ОС	23,0	-0,2	–	8,0	-0,8	–	7,7	-3,3	–
Трихоцин – Эталон ОС + ОП	18,8	-4,4	–	8,6	-0,2	–	7,0	-4,0	–
НСР <sub>05</sub>	5,3			3,5			0,8		

Ранее мы отмечали, что при инокуляции семян антагонистическая активность монокультуральных видов *Trichoderma* spp. и *F. muscicola* практически не уступала бинарным смесям [20]. Сравнивая изучаемые виды *Trichoderma* spp. и *F. muscicola*, можно констатировать более высокие защитные свойства тест-штамма К-01П *Trichoderma*. Обращает на себя внимание и более высокая, чем у эталонного препарата Трихоцин, действующим веществом которого является *Trichoderma harzianum*, фунгицидность штамма К-01П. Выявленная тенденция повышает перспективность его в качестве целевого биоагента.

На относительно невысоком уровне развития септориоза в годы исследований (в среднем 11,0 %) статистически доказана фунгицидная активность большинства опытных вариантов. Снижение степени поражения по сравнению с

контролем составило в среднем 0,5–3,3 %. При этом антагонизм штамма К-01П монокультуры *Trichoderma* против инфекции *Septoria* spp. существенно уступал эталонному варианту, что выразилось в повышении развития болезни на 3,3–3,5 %. Избирательного характера способа применения микроорганизмов (инокуляция семян и обработка посевов) на проявление септориоза не обнаружено, что косвенным образом свидетельствует об эффективности изучаемых штаммов как против семенной, так и аэрогенной септориозной инфекции. Однако наибольшее снижение развития болезни (в среднем на 4,0 %) отмечено у эталонного варианта – Трихоцин (ОС).

Наиболее высокая урожайность зерна яровой пшеницы Баженка (в среднем 245,7 г/м<sup>2</sup>) получена при обработке семян и посевов бинарной смесью *Trichoderma* spp. + *F. muscicola* (табл. 2).

**Влияние микроорганизмов и способа их применения на урожайность и элементы продуктивности пшеницы (в среднем за 2022–2024 гг.)**  
**The influence of microorganisms and the method of their application on the yield and productivity elements of wheat (average for 2022–2024)**

Вариант обработки	Продуктивная кустистость			Масса 1000 зерен			Масса зерна с м <sup>2</sup>		
	шт.	± к контролю	± к эталону	г	± к контролю	± к эталону	г/м <sup>2</sup>	± к контролю	± к эталону
Контроль – без обработки	1,45	–	+0,15	37,3	–	+1,0	207,6	–	–
<i>Trichoderma</i> spp. – ОС	1,32	-0,13	+0,02	37,1	-0,2	+0,8	164,1	-43,5	-30,4
<i>Trichoderma</i> spp. – ОС+ОП	1,68	+0,23	+0,38	38,6	+1,3	+0,4	193,1	-14,5	-24,3
<i>F. muscicola</i> – ОС	1,23	-0,22	-0,07	38,1	+0,8	+0,2	217,4	+9,8	+22,9
<i>F. muscicola</i> –ОС+ОП	1,52	+0,07	+0,22	39,0	+1,7	+0,8	162,0	-45,6	-55,4
<i>Trichoderma</i> spp.+ <i>F. muscicola</i> - ОС	1,10	-0,35	-0,20	38,3	+1,0	0	135,0	-72,6	-59,5
<i>Trichoderma</i> spp. + <i>F. muscicola</i> – ОС + ОП	1,48	+0,03	+0,18	37,8	+0,5	-0,4	245,7	+38,1	+28,3
Трихоцин – эталон – ОС	1,30	-0,15	–	38,3	+1,0	–	194,5	-13,1	–
Трихоцин – Эталон ОС+ ОП	1,30	-0,15	–	38,2	+0,9		217,4	+9,8	–
НСР <sub>05</sub>	0,18			0,6			30,3		

Однократное применение этой ассоциации микроорганизмов при инокуляции семян обусловило достоверное снижение урожайности как к контролю (на 72,6 г/м<sup>2</sup>), так и к эталону (на 59,5 г/м<sup>2</sup>), что обусловлено, вероятно, низкой плотностью продуктивного стеблестоя. В этом варианте отмечали наиболее низкую для опыта продуктивную кустистость растений (1,1 шт.). Существенное снижение урожайности (на 45,6 и 55,4 г/м<sup>2</sup>) отмечено и при обработке семян и посевов монокультурой *F. muscicola*. Невысокий продукционный потенциал также у посевов с инокуляцией семян *Trichoderma* spp.: снижение урожая к контролю и эталону составило 30,4 и 43,5 г/м<sup>2</sup>. Следует отметить также статистически достоверное к контролю увеличение крупности зерна (на 0,8–1,7 г) в большинстве опытных вариантов и повышение продуктивной кустистости растений при двукратном применении монокультур и бинарных смесей. Однако лишь в одном варианте (*Trichoderma* spp. + *F. muscicola* – ОС+ОП) сочетанное действие более низкой пораженности листьев и корневой системы и относительно высоких показателей элементов

продуктивности выразилось в существенном увеличении урожайности сорта Баженка.

## ВЫВОДЫ

1. Выявлено избирательное действие новых штаммов микроорганизмов *Trichoderma* spp. и *F. muscicola* и способов их применения на фитосанитарное состояние посевов и урожайность тест-сорта яровой пшеницы Баженка.
2. Эффективный биоконтроль корневых гнилей возможен при их двукратном применении (инокуляция семян и обработка посевов) как монокультурой, так и бинарной смесью.
3. Изучаемые штаммы достаточно эффективны и в защите от септориоза при невысоком уровне развития болезни.
4. Реализация продукционного потенциала сорта Баженка в условиях Кировской области вполне возможна при обработке семян и посевов бинарной смесью *Trichoderma* spp. + *F. muscicola*, где получена наибольшая для опыта урожайность зерна (в среднем 245,7 г/м<sup>2</sup>).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Маленкова Л.В., Шадрина Е.А. Влияние абиотических и биотических факторов на посевные качества яровых зерновых культур в условиях Среднего Урала // АПК России. – 2022. – Т. 29, № 5. – С. 590–594. – DOI: 10.55934/2587-8824-2022-29-5-590-594.
2. Популяционные исследования грибов – возбудителей болезней зерновых культур / М.М. Левитин, О.С. Афанасенко, Т.Ю. Гагкаева [и др.] // Вестник защиты растений. – 2019. – № 4(102). – С. 5–16. – DOI: 10.31993/2308-6459-2019-4-102-5-16.
3. Микробы-антагонисты против фитопатогенных бактерий и грибов (обзор) / Л.И. Домрачева, С.Г. Скугорева, П.А. Стариков [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. – 2022. – № 2. – С. 6–14. – DOI: 10.25750/1995-4301-2022-2-006-014.
4. Антифунгальные и фитостимулирующие свойства ризосферного штамма *Bacillus subtilis* Ч-13 – продуцента биопрепаратов / В.К. Чеботарь, Н.М. Макарова, А.И. Шапошников, Л.В. Кравченко // Прикладная биохимия и микробиология. – 2009. – № 45(4). – С. 465–469.
5. *Trichoderma*: the «secrets» of a multitaled biocontrol agent / M. Sood, D. Kapoor, V. Kumar [et al.] // Plants (Basel). – 2020. – Vol. 9, No. 6. – P. 762. – DOI: 10.3390/plants9.
6. Perveen K., Bokhari N.A. Antagonistic activity of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride* isolated from soil of date palm field against *Fusarium oxysporum* // African Journal of Microbiology Research. – 2012. – Vol. 6, No. 13. – P. 3348–3353. – DOI: 10.5897/AJMR12.247.
7. Phosphate solubilization by *Trichoderma koningiopsis* (NBRI-PR5) under abiotic stress conditions / A. Tandon, T. Fatima, D. Anshu [et al.] // J. King Saud Univ. – Sci. – 2020. – Vol. 32, No. 1. – P. 791–798. – DOI: 10.1016/j.jksus.2019.02.001.
8. Basim H., Oztork S.B., Yegen O. Efficacy of a biological fungicide (Planter Box (*Trichoderma harzianum* Rifai T-22)) against seedling root rot pathogens (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium* sp.) of cotton // GAP-Environmental Symposium. – Panl Yurfa. – Turkey. – 1999. – P. 137–144.
9. Голованова Т.И., Долинская Е.В., Сичкарук Е.А. Роль грибов рода *Trichoderma* в повышении урожайности пшеницы и ячменя // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2009. – № 6. – С. 53–58.
10. Коробова Л.Н., Лужных Т.А., Атаджанова Р.Г. Влияние препарата на основе гриба *Trichoderma* на яровую пшеницу с прямым посевом // Теория и практика современной аграрной науки: сб. IV нац. (всерос.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск, 2021. – С. 127–130.
11. Шешегова Т.К., Щеклеина Л.М. Фитопатогенная биота в условиях потепления климата (обзор) // Теоретическая и прикладная экология. – 2022. – № 3. – С. 6–13. – DOI: 10.25750/1995-4301-2022-3-006-013.
12. Цианобактериальные симбиозы и возможность их практического использования (обзор) / Л.И. Домрачева, А.Л. Ковина, Л.В. Кондакова, Т.Я. Ашихмина // Теоретическая и прикладная экология. – 2021. – № 3. – С. 21–30. – DOI: 10.25750/1995-4301-2021-3-021-030.
13. Микробные препараты на основе эндофитных и ризобактерий, которые перспективны для повышения продуктивности и эффективности использования минеральных удобрений у ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.) и овощных культур / В.К. Чеботарь, А.Н. Заплаткин, А.В. Щербаков [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т. 51, № 3. – С. 335–342. – DOI: 10.15389/agrobiology.2016.3.335rus.
14. Биотехнологический потенциал почвенных цианобактерий (обзор) / С.В. Дидович, С.В. Москаленко, А.Д. Темралеева, С.А. Хапчаева // Вопросы современной альгологии. – 2017. – № 2 (14). – URL: <http://algology.ru/1170>.
15. Санин С.С. Защита растений и устойчивое земледелие в XXI столетии // Защита и карантин растений. – 2020. – № 4. – С. 9–16.
16. Григорьев М.Ф. Методические указания по изучению устойчивости зерновых культур к корневым гнилям. Л., 1976. – 60 с.
17. Saari E.E., Prescott J.M. A scale for appraising the foliar intensity of wheat disease // Plant Disease Reporter. – 1975. – Vol. 59(5). – P. 377–380.
18. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1985. – Вып. 2. – Ч. 2. – 230 с.
19. Шешегова Т.К., Щеклеина Л.М., Стариков П.А. Влияние микробной инокуляции семян на биоконтроль корневых гнилей, биометрию растений и урожайность яровой пшеницы // Таврический вестник аграрной науки. – 2024. – № 1(37). – С. 187–197. – DOI: 10.5281/zenodo.10930956.

## REFERENCES

1. Malenkova L.V., Shadrina E.A., *APK Rossii*, 2022, T. 29, No. 5, pp. 590–594, DOI: 10.55934/2587-8824-2022-29-5-590-594. (In Russ.)

2. Levitin M.M., Afanasenko O.S., Gagkaeva T.Ju., Gannibal F.B., Gul'tjaeva E.I., Mironenko N.V., *Vestnik zashhity rastenij*, 2019, No. 4(102), pp. 5–16, DOI: 10.31993/2308-6459-2019-4-102-5-16. (In Russ.)
3. Domracheva L.I., Skugoreva S.G., Starikov P.A., Gornostaeva E.A., Ashihmina T.Ja., *Teoreticheskaja i prikladnaja jekologija*, 2022, No. 2. pp. 6–14, DOI: 10.25750/1995-4301-2022-2-006-014. (In Russ.)
4. Chebotar' V.K., Makarova N.M., Shaposhnikov A.I., Kravchenko L.V., *Prikladnaja biohimija i mikrobiologija*, 2009, No. 45(4), pp. 465–469. (In Russ.)
5. Sood M., Kapoor D., Kumar V., Sheteiwy M., Ramakrishnan M., Landi M., Araniti F., Sharma A., Trichoderma: the «secrets» of a multitiered biocontrol agent, *Plants (Basel)*, 2020, Vol. 9, No. 6, pp. 762, DOI: 10.3390/plants9.
6. Perveen K., Bokhari N.A., Antagonistic activity of Trichoderma harzianum and Trichoderma viride isolated from soil of date palm field against *Fusarium oxysporum*, *African Journal of Microbiology Research*, 2012, Vol. 6, No. 13, pp. 3348–3353, DOI: 10.5897/AJMR12.247.
7. Tandon A., Fatima T., Anshu D., Shukla P., Tripathi S., Srivastava P., Singh S., Phosphate solubilization by Trichoderma koningiopsis (NBRI-PR5) under abiotic stress conditions, *J. King Saud Univ, Sci*, 2020, Vol. 32, No. 1, pp. 791–798, DOI: 10.1016/j.jksus.2019.02.001.
8. Basim H., Oztork S.B., Yegen O., Efficacy of a biological fungicide (Planter Box (*Trichoderma harzianum* Rifai T-22)) against seedling root rot pathogens (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium* sp.) of cotton, *GAP-Environmental Symposium*, Panl Yurfa, Turkey, 1999, pp. 137–144.
9. Golovanova T.I., Dolinskaja E.V., Sichkaruk E.A., *Vestnik Krasnojarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2009, No. 6, pp. 53–58. (In Russ.)
10. Korobova L.N., Luzhnyh T.A., Atadzhanova R.G., *Teorija i praktika sovremennoj agrarnoj nauki* (Theory and practice of modern agricultural science), Proceedings of the Conference Title, 2021, pp. 127–130. (In Russ.)
11. Sheshegova T.K., Shhekleina L.M., *Teoreticheskaja i prikladnaja jekologija*, 2022, No. 3, pp. 6–13, DOI: 10.25750/1995-4301-2022-3-006-013. (In Russ.)
12. Domracheva L.I., Kovina A.L., Kondakova L.V., Ashihmina T.Ja., *Teoreticheskaja i prikladnaja jekologija*, 2021, No. 3, pp. 21–30, DOI: 10.25750/1995-4301-2021-3-021-030. (In Russ.)
13. Chebotar' V.K., Zaplatkin A.N., Shherbakov A.V. Mal'fanova N.V., Ctarcova A.A., Kostin Ja.V., *Sel'skhozjajstvennaja biologija*, 2016, T. 51, No. 3, pp. 335–342, DOI: 10.15389/agrobiology.2016.3.335rus. (In Russ.)
14. Didovich S.V., Moskalenko S.V., Temraleeva A.D., Hapchaeva S.A., *Voprosy sovremennoj al'gologii*, 2017, No. 2(14), URL: <http://algology.ru/1170>. (In Russ.)
15. Sanin S.S., *Zashhita i karantin rastenij*, 2020, No. 4, pp. 9–16. (In Russ.)
16. Grigor'ev M.F., *Metodicheskie ukazanija po izucheniju ustojchivosti zernovyh kul'tur k kornevym gniljam* (Guidelines for studying the resistance of grain crops to root rot), Leningrad, 1976, 60 p. (In Russ.)
17. Saari E.E., Prescott J.M., A scale for appraising the foliar intensity of wheat disease, *Plant Disease Reporter*, 1975, Vol. 59 (5), pp. 377–380.
18. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytanija sel'skhozjajstvennyh kul'tur* (Methodology of state variety testing of agricultural crops), Moscow, 1985, Vol. 2, Ch. 2, 230 p. (In Russ.)
19. Sheshegova T.K., Shhekleina L.M., Starikov P.A., *Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki*, 2024, No. 1(37), pp. 187–197, DOI: 10.5281/zenodo.10930956. (In Russ.)

**Информация об авторах:**

Т.К. Шешегова, доктор биологических наук

Л.М. Щеклеина, кандидат сельскохозяйственных наук

**Contribution of the author:**

T.K. Sheshegova, Doctor of Biological Sciences

L.M. Shhekleina, Candidate of Agricultural Sciences

**Вклад авторов:**

Авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.