

Н. И. Кириллова ✉
И. А. Дегтярева

Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения — обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр Российской академии наук», Казань, Россия

✉ nadyakirillova13@gmail.com

Поступила в редакцию:
14.06.2023

Одобрена после рецензирования:
20.11.2023

Принята к публикации:
04.12.2023

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-377-12-114-117

Nadezhda I. Kirillova ✉
Irina A. Degtyareva

Tatar Research Institute of Agricultural Chemistry and Soil Science of Federal Research Center «Kazan Scientific Center of Russian Academy of Sciences», Kazan, Russia

✉ nadyakirillova13@gmail.com

Received by the editorial office:
14.06.2023

Accepted in revised:
20.11.2023

Accepted for publication:
04.12.2023

Показатели тест-растения при обработке модифицированными биофунгицидами

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Изучение потенциала тест-растений заключается в определении индикаторных показателей, которые отражают качество семенного материала и необходимое его количество при производственных работах.

Методы. Объектами исследований являются модифицированные биофунгициды, созданные на основе микроскопического гриба *Trichoderma viride* и природных минералов: диатомита, глауконита, сапропеля, цеолита.

Оценка потенциала тест-растения (яровая пшеница сорта Ульяновская 105) при обработке модифицированными биофунгицидами проведена на основании таких показателей, как энергия прорастания и всхожесть семян, биометрические данные (длина проростка и корешка) и биомасса (масса проростка и корешка).

Результаты. Установлено, что обработка семян созданными биофунгицидами положительно влияет на энергию прорастания (82,0–96,0%) и всхожесть (87,0–96,0%) изучаемого тест-растения. Во всех опытных вариантах длина проростка в среднем на 11,0% выше по сравнению с контролем. Максимальные значения этого показателя отмечены в вариантах при обработке семян яровой пшеницы биофунгицидом на основе *T. viride* (на 18,59%), а также при комплексной обработке *T. viride* с цеолитом фракции 0,04 мм (на 21,70%) и с диатомитом (на 12,28%). Отмечена и стимуляция развития корневой системы на 8,71–21,13%. Во всех опытных вариантах обработка семян новыми биофунгицидами стимулирует образование биомассы тест-растения. Лучшие значения отмечены в вариантах с обработкой *T. viride* и *T. viride* с цеолитом (фракция 0,04 мм), где прибавка массы проростка к контролю составляет 25,67% и 20,86%, а массы корешка — 25,23% и 18,39% соответственно. Применение модифицированных биофунгицидов на основе микромицета *T. viride* и природных минералов перспективно для получения экологически чистой продукции растениеводства.

Ключевые слова: биофунгицид, *Trichoderma viride*, природные минералы, цеолит, диатомит, глауконит, сапропель, тест-растение

Для цитирования: Кириллова Н.И., Дегтярева И.А. Показатели тест-растения при обработке модифицированными биофунгицидами. *Аграрная наука*. 2023; 377(12): 114–117. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-377-12-114-117>

© Кириллова Н.И., Дегтярева И.А.

Test-plant characteristics using modified biofungicides treatment

ABSTRACT

Relevance. The study of test-plants potential consists in determining indicators that reflect the quality of the seed material and its required quantity during production.

Methods. The objects of research are modified biofungicides created on the basis of the microscopic fungus *Trichoderma viride* and natural minerals: diatomite, glauconite, sapropel, zeolite. The evaluation of the characteristics of the test-plant (spring wheat variety Ulyanovsk 105) when treated with modified biofungicides was carried out on the basis of indicators as germination energy and seed germination, biometric data (seedling and root length) and biomass (seedling and root weight).

Results. It has been established that seed treatment with the created biofungicides has a positive effect on the germination energy (82.0–96.0%) and germination (87.0–96.0%) of the test plant under study. In all experimental variants, the length of the seedling was on average 11.0% higher compared to the control. The maximum values of this indicator were noted in the variants when the seeds of spring wheat were treated with a biofungicide based on *T. viride* (by 18.59%), as well as in the complex treatment of *T. viride* with a zeolite fraction of 0.04 mm (by 21.70%) and with diatomite (by 12.28%). Stimulation of the root system development by 8.71–21.13% was also noted. In all experimental variants, seed treatment with new biofungicides stimulates the formation of test plant biomass. The best values were noted in the variants with the treatment of *T. viride* and *T. viride* with zeolite (fraction 0.04 mm), where the weight gain of the seedling to the control is 25.67% and 20.86%, and the root weight is 25.23% and 18.39%, respectively. The use of modified biofungicides based on micromycete *T. viride* and natural minerals is promising for obtaining environmentally friendly crop products.

Key words: biofungicide, *Trichoderma viride*, natural minerals, zeolite, diatomite, glauconite, sapropel, test plant

For citation: Kirillova N.I., Degtyareva I.A. Test-plant characteristics using modified biofungicides treatment. *Agrarian science*. 2023; 377(12): 114–117 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-377-12-114-117>

© Kirillova N.I., Degtyareva I.A.

Введение/Introduction

Применение биопрепаратов является важным элементом системы защиты растений от болезней. Биологические удобрения имеют существенные преимущества, так как их основу составляют живые культуры микроорганизмов или их метаболиты, и становятся одним из вариантов замены традиционных минеральных удобрений.

Ризосферная микрофлора находится в тесных взаимоотношениях с растениями и оказывает значительное влияние на их рост и развитие. Именно в ризосфере (природном банке) присутствуют эффективные штаммы, которые впоследствии после выделения, изучения и отбора используют для создания биопрепаратов.

Среди почвенной микрофлоры значимыми являются различные представители рода *Trichoderma*, способные оказывать защитное действие и стимулировать рост растений. Микромицеты этого рода синтезируют фитогормоны (цитокинины), отвечающие за стимуляцию физиологических процессов, которые, попадая в растения, способствуют его активному развитию. Колонизация корней и ризосферы этим микромицетом стимулирует рост и развитие корневой системы, увеличивает урожайность, регулирует потребление питательных веществ. При обработке семян ограничивается передача фитопатогенов, вследствие этого ризосфера растений обогащается антагонистами. Более того, грибы рода *Trichoderma*, продуцируя антибиотики и гидролитические ферменты, сдерживают рост фитопатогенов в ризосфере растений [1–3].

Метаболиты представителей рода *Trichoderma* способствуют улучшению обмена веществ растений, увеличивают скорость и энергию прорастания семян [4, 5]. В ризосфере высвобожденные метаболиты действуют как эффекторы, запускающие значительные морфологические и физиологические изменения в растении-хозяине [6], влияющие на рост и питание растений и

повышающие устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам [7, 8].

В мелкоделяночном опыте с модифицированными биофунгицидами авторами ранее установлено, что среди природных минералов (диатомит, глауконит, цеолит, сапропель) следует выделить диатомит и цеолит, применение которых совместно с препаратом «Триходермин» является перспективным приемом для улучшения фитосанитарного состояния почв сельскохозяйственного назначения [9]. Поэтому целесообразно проводить предпосевную обработку семян спорами *Trichoderma* для увеличения их потенциала.

Цель исследования — изучение потенциала тест-растения при обработке модифицированными биофунгицидами.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Объекты исследований: модифицированные биофунгициды, созданные на основе микроскопического гриба *Trichoderma viride* и природных минералов: диатомита (Инзенское месторождение, Ульяновская обл., ООО «Инзенский Диатомит», Россия), глауконита (Сюндюковское месторождение, Республика Татарстан, ООО «Фосфорит», Россия), цеолита (Татарско-Шатрашанское месторождение, Республика Татарстан, ОАО «Цеолиты Поволжья», Россия), сапропеля (месторождение — озеро Белое, Республика Татарстан, ООО ТПК «Камский сапропель», Россия).

Природные минералы широко распространены в России и Республике Татарстан. Применение обусловлено наличием в их составе биогенных макро- и микроэлементов, они обладают высокими ионно-обменными, сорбционными и каталитическими свойствами.

В качестве тест-растения использовали семена яровой пшеницы сорта Ульяновская 105 (ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ», Россия), урожай 2020 г. Опыт проведен в апреле 2022 г.

Эксперимент проводили по схеме:

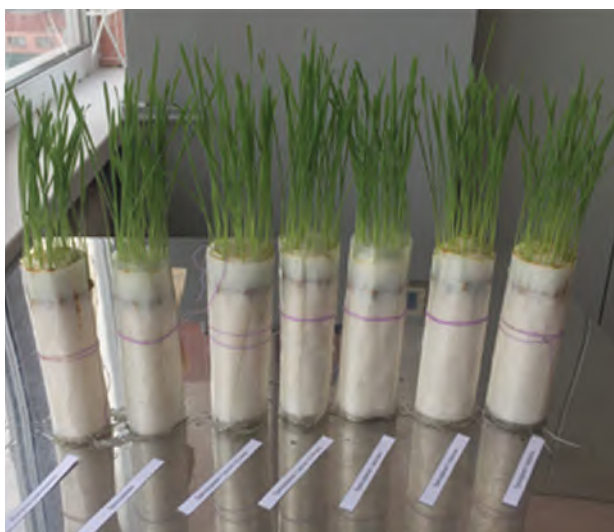
1. Контроль (2–7 — обработка семян).
2. *Trichoderma viride*.
3. *T. viride* + цеолит (0,20 мм).
4. *T. viride* + цеолит (0,40 мм).
5. *T. viride* + диатомит.
6. *T. viride* + глауконит.
7. *T. viride* + сапропель.

Изучение отклика тест-растения на обработку модифицированными биофунгицидами проводили в рулонах фильтровальной бумаги по ГОСТ 12044¹ (рис. 1.) и оценивали на основании таких показателей, как энергия прорастания и всхожесть семян, биометрические данные (длина проростка и корешка) и биомасса (масса проростка и корешка). Количество семян в рулоне — 50 шт. Рулоны располагали в вертикальном положении и погружали на 1,5–2,0 см в воду комнатной температуры (при необходимости смачивали). Проращивание семян проводили при комнатной температуре 22 °С с влажностью воздуха 45% при естественной освещенности (долгота дня — 14 ч.).

Учет проросших семян при определении энергии прорастания и всхожести проводили на третьи и седьмые сутки соответственно ГОСТ 12038².

Рис. 1. Проращивание семян пшеницы в рулонах (7-е сутки) (слева направо) согласно схеме опыта: 1 — контроль; 2–7 — обработка семян: *Trichoderma viride* (2), *T. viride* + цеолит (0,20 мм) (3), *T. viride* + цеолит (0,40 мм) (4), *T. viride* + диатомит (5), *T. viride* + глауконит (6), *T. viride* + сапропель (7)

Fig. 1. Germination of wheat seeds in rolls (7th day) (from left to right) according to the experiment scheme: 1 — control; 2–7 — seed treatment: *Trichoderma viride* (2), *T. viride* + zeolite (0.20 mm) (3), *T. viride* + zeolite (0.40 mm) (4), *T. viride* + diatomite (5), *T. viride* + glauconite (6), *T. viride* + sapropel (7)



¹ ГОСТ 12044-93 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. М.: Стандартинформ. 2011; 209.

² ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. М.: Стандартинформ. 2011; 30.

Результаты экспериментальных исследований получены методом многократных измерений, статистически обработаны с помощью таблиц Excel (США) и программы Origin 4.1. (OriginLab Corporation, США). При воспроизводимости результатов полученные значения погрешности измерений не выходят за пределы допустимых.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Изучение потенциала тест-растений заключается в определении индикаторных показателей, которые отражают качество семенного материала и его необходимое количество при производственных работах.

Энергия прорастания и всхожесть семян при обработке *Trichoderma viride* представлены в таблице 1.

Обработка семян биопрепаратом на основе *T. viride* положительно влияет на эти параметры тест-растения. Яровая пшеница сорта Ульяновская 105 обладает высокими значениями энергии прорастания (82,0–96,0%) и всхожести (87,0–96,0%). Замачивание семян «Триходермином» увеличивает изучаемые показатели незначительно (в среднем на 2%) по сравнению с контрольным вариантом.

Следует отметить, что при комплексном замачивании с природными минералами энергия прорастания и всхожесть несколько ниже. Это объясняется тем

Таблица 1. Энергия прорастания и всхожесть тест-растения
Table 1. Germination energy and seed germination of the test plant

Вариант	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
1. Контроль	94,0	94,0
2. Обработка семян: <i>Trichoderma viride</i>	96,0	96,0
3. <i>T. viride</i> + цеолит (0,20 мм)	94,0	96,0
4. <i>T. viride</i> + цеолит (0,04 мм)	90,0	92,0
5. <i>T. viride</i> + диатомит	82,0	87,0
6. <i>T. viride</i> + глауконит	87,0	87,0
7. <i>T. viride</i> + сапропель	95,0	88,0

Примечание: различия между опытными и контрольными вариантами достоверны при $p < 0,05$.

фактом, что при замачивании семян в солевых растворах, а также в вытяжках из удобрений или золы происходит угнетение прорастания [10].

Обработка семян *Trichoderma* оказывает положительное влияние на биометрические параметры пшеницы, такие как длина проростка и корешка (рис. 2), биомасса проростка и корешка (рис. 3).

Во всех опытных вариантах длина проростка в среднем на 11,0% выше по сравнению с контролем. Так, максимальные значения средней длины проростка наблюдаются в вариантах при обработке семян пшеницы биофунгицидом на основе *T. viride* (на 18,59%), а также при комплексной обработке *T. viride* с цеолитом фракции 0,04 мм (на 21,70%) и с диатомитом (на 12,28%). Только при инокуляции с применением сапропеля отмечена длина проростка, практически сопоставимая с контролем.

При исследовании корневой системы отмечена стимуляция ее развития в вариантах как с обработкой *T. viride* (на 8,43%), так и *T. viride* с природными минералами (на 8,71–21,13% выше контроля).

Биомасса проростка и корешка изучаемого тест-растения представлена на рисунке 3. Согласно полученным данным, во всех опытных вариантах обработка семян стимулирует образование биомассы тест-растения. Максимальные значения отмечены в вариантах с обработкой *T. viride* и *T. viride* с цеолитом (фракция 0,04 мм), где прибавка массы проростка к контролю составляет 25,67% и 20,86%, а массы корешка — 25,23% и 18,39% соответственно.

В вариантах при обработке семян модифицированными биофунгицидами отмечено увеличение массы проростка к контролю. Например, с цеолитом (фракция 0,20 мм) она составляет 11,89%, с глауконитом — 10,65%, с сапропелем — 8,67%, с диатомитом — 2,41%.

Масса корешка в вариантах с цеолитом фракции 0,20 мм, диатомитом и глауконитом сопоставима с контрольным вариантом (прибавка составляет 0,31%, 0,14% и 0,76% соответственно).

Во многих публикациях отмечено, что внесение в почву биофунгицидов на основе микроорганизмов-антагонистов существенно снижает количество фитопатогенных грибов в ризосфере растений и приводит к оздоровлению почвы [9, 11, 12].

Рис. 2. Биометрические показатели тест-растения: 1 — контроль; 2 — *T. viride*; 3 — *T. viride* + цеолит 0,20 мм; 4 — *T. viride* + цеолит 0,04 мм; 5 — *T. viride* + диатомит; 6 — *T. viride* + глауконит; 7 — *T. viride* + сапропель

Fig. 2. Biometric parameters of the test plant: 1 — control; 2 — *T. viride*; 3 — *T. viride* + zeolite 0.20 mm; 4 — *T. viride* + zeolite 0.04 mm; 5 — *T. viride* + diatomite; 6 — *T. viride* + glauconite; 7 — *T. viride* + sapropel

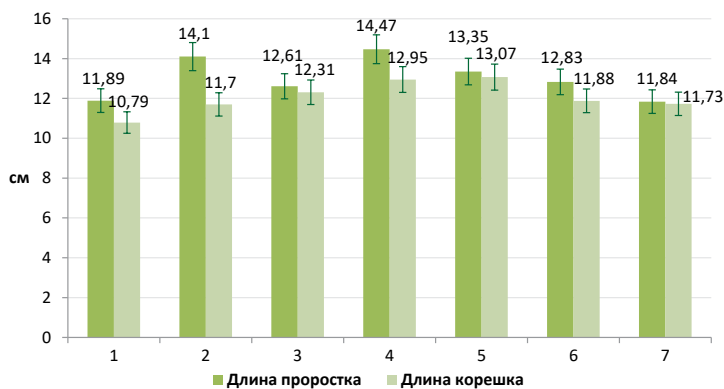
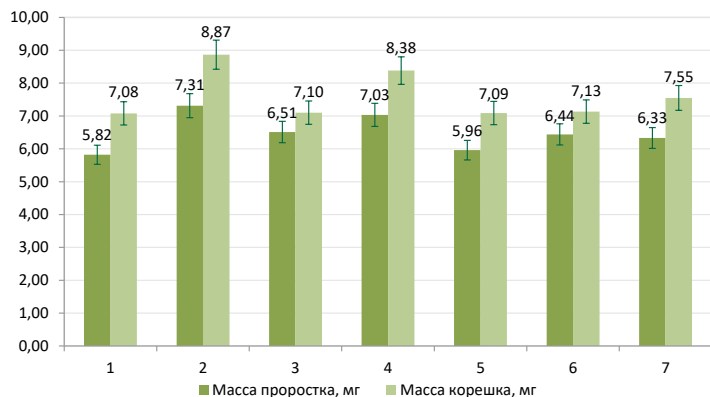


Рис. 3. Биомасса проростка и корешка: 1 — контроль; 2 — *T. viride*; 3 — *T. viride* + цеолит 0,20 мм; 4 — *T. viride* + цеолит 0,04 мм; 5 — *T. viride* + диатомит; 6 — *T. viride* + глауконит; 7 — *T. viride* + сапропель

Fig. 3. Biomass of seedling and root: 1 — control; 2 — *T. viride*; 3 — *T. viride* + zeolite 0.20 mm; 4 — *T. viride* + zeolite 0.04 mm; 5 — *T. viride* + diatomite; 6 — *T. viride* + glauconite; 7 — *T. viride* + sapropel



Применение биологических фунгицидов позволяет сохранить 2,5–12,6% урожая зерна озимой пшеницы [13].

Выводы/Conclusion

Таким образом, при обработке семян тест-растения выявлено положительное влияние модифицированных биопрепаратов на энергию прорастания, всхожесть и биометрические показатели проростков.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках государственного задания № FMEG-2021-0003 (регистрационный № 121021600147-1).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Новикова И.И., Титова Ю.А., Бойкова И.В., Зейрук В.Н., Краснобаева И.Л., Серова Т.А. Биологическое обоснование оптимизации препаративных форм биопрепаратов на основе микробов-антагонистов для контроля популяций фитопатогенных грибов и бактерий — возбудителей болезней растений. *Вестник защиты растений*. 2017; (3): 16–23. <https://www.elibrary.ru/wukmgx>
- Vicente I., Baroncelli R., Hermosa R., Monte E., Vannacci G., Sarrocco S. Role and genetic basis of specialized secondary metabolites in *Trichoderma* ecophysiology. *Fungal Biology Reviews*. 2022; 39: 83–99. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2021.12.004>
- Waqas M. *et al.* Endophytic Fungi Produce Gibberellins and Indoleacetic Acid and Promotes Host-Plant Growth during Stress. *Molecules*. 2012; 17(9): 10754–10773. <https://doi.org/10.3390/molecules170910754>
- Голованова Т.И., Гаевский Н.А., Валиуллина А.Ф., Литовка Ю.А. Влияние спор *Trichoderma asperellum* и метаболитов *Fusarium sporotrichioides* на ростовые процессы и фотосинтетический аппарат пшеницы. *Микология и фитопатология*. 2020; 54(2): 134–142. <https://doi.org/10.31857/S0026364820020038>
- Голованова Т.И., Долинская Е.В., Сичкарук Е.А. Роль грибов рода *Trichoderma* в повышении урожайности пшеницы и ячменя. *Вестник КрасГАУ*. 2009; (6): 53–58. <https://www.elibrary.ru/kxgjfr>
- Ramírez-Valdespino C.A., Casas-Flores S., Olmedo-Monfil V. *Trichoderma* as a Model to Study Effector-Like Molecules. *Frontiers in Microbiology*. 2019; 10: 1030. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01030>
- Bae S.-J. *et al.* *Trichoderma* metabolites as biological control agents against *Phytophthora* pathogens. *Biological Control*. 2016; 92: 128–138. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2015.10.005>
- Contreras-Cornejo H.A., del-Val E., Macías-Rodríguez L., Alarcón A., González-Esquivel C.E., Larsen J. *Trichoderma atroviride*, a maize root associated fungus, increases the parasitism rate of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* by its natural enemy *Campoletis sonorensis*. *Soil Biology and Biochemistry*. 2018; 122: 196–202. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.04.013>
- Кириллова Н.И., Дегтярева И.А., Прищепенко Е.А. Перспективы применения модифицированного биофунгицида на основе *Trichoderma viride* для оздоровления почв. *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*. 2023; 13(1): 107–114. <https://www.elibrary.ru/awwqyp>
- Aniskina M.V., Volobueva E.S., Gneush A.N. Изучение влияния различных типов воды на всхожесть и рост семян. *Сельскохозяйственный журнал*. 2016; (9–1): 257–259. <https://www.elibrary.ru/wvjfqb>
- Duarte-Leal Y., Lanz-Piedra A., Martínez-Coca B. Antagonismo *in vitro* de aislamientos de *Trichoderma asperellum* Samuels, Lieckfeldt & Nirenberg frente a *Sclerotium rolfsii* Sacc. *Revista de Protección Vegetal*. 2017; 32(3): 1–11.
- Matas-Baca M.A. *et al.* Morphological and molecular characterization of a new autochthonous *Trichoderma* sp. isolate and its biocontrol efficacy against *Alternaria* sp. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2022; 29(4): 2620–2625. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.12.052>
- Gvozdeva M.S., Volkova G.V. Эффективность биологических фунгицидов против пятнистостей листьев озимой пшеницы в условиях центральной зоны Краснодарского края. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2021; 16(2): 5–10. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-5-10>

ОБ АВТОРАХ

Надежда Игоревна Кириллова

младший научный сотрудник отдела агроэкологии и микробиологии
Nadyakirillova13@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-8316-5780>

Ирина Александровна Дегтярева

доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник отдела агроэкологии и микробиологии
peace-1963@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1575-8493>

Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения — обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр Российской академии наук», ул. Оренбургский тракт, 20А, Казань, 420059, Россия

В целом создание и применение модифицированных биофунгицидов на основе микромицета *T. viride* и природных минералов (цеолит, диатомит, глауконит, сапропель) перспективны для обеззараживания почвенных экосистем и получения экологически чистой продукции растениеводства.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

FUNDING

The work was carried out within the framework of the state task No. FMEG-2021-0003 (registration No. 121021600147-1).

REFERENCES

- Novikova I.I., Titova Yu.A., Boikova I.V., Zeiruk V.N., Krasnobaeva I.L., Serova T.A. Biological background for optimization of biological products based on microbe antagonists for control of phytopathogenic micromycetes and bacteria populations — causative agents of plants diseases. *Plant Protection News*. 2017; (3): 16–23 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/wukmgx>
- Vicente I., Baroncelli R., Hermosa R., Monte E., Vannacci G., Sarrocco S. Role and genetic basis of specialized secondary metabolites in *Trichoderma* ecophysiology. *Fungal Biology Reviews*. 2022; 39: 83–99. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2021.12.004>
- Waqas M. *et al.* Endophytic Fungi Produce Gibberellins and Indoleacetic Acid and Promotes Host-Plant Growth during Stress. *Molecules*. 2012; 17(9): 10754–10773. <https://doi.org/10.3390/molecules170910754>
- Golovanova T.I., Gaevsky N.A., Valiullina A.F., Litovka Yu.A. The influence of *Trichoderma asperellum* spores and metabolites of *Fusarium sporotrichioides* on wheat growth processes and photosynthetic apparatus. *Mikologiya i fitopatologiya*. 2020; 54(2): 134–142 (In Russian). <https://doi.org/10.31857/S0026364820020038>
- Golovanova T.I., Dolinskaya E.V., Sichkaruk E.A. *Trichoderma* fungi role in wheat and barley productivity increase. *Bulletin of KrasGAU*. 2009; (6): 53–58 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/kxgjfr>
- Ramírez-Valdespino C.A., Casas-Flores S., Olmedo-Monfil V. *Trichoderma* as a Model to Study Effector-Like Molecules. *Frontiers in Microbiology*. 2019; 10: 1030. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01030>
- Bae S.-J. *et al.* *Trichoderma* metabolites as biological control agents against *Phytophthora* pathogens. *Biological Control*. 2016; 92: 128–138. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2015.10.005>
- Contreras-Cornejo H.A., del-Val E., Macías-Rodríguez L., Alarcón A., González-Esquivel C.E., Larsen J. *Trichoderma atroviride*, a maize root associated fungus, increases the parasitism rate of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* by its natural enemy *Campoletis sonorensis*. *Soil Biology and Biochemistry*. 2018; 122: 196–202. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.04.013>
- Kirillova N.I., Degtyareva I.A., Prishchenko E.A. Prospects of a modified biofungicide based on *Trichoderma viride* for soil health improvement. *Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology*. 2023; 13(1): 107–114 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/awwqyp>
- Aniskina M.V., Volobueva E.S., Gneush A.N. The influence of different types of water on plantlets. *Agricultural journal*. 2016; (9–1): 257–259 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/wvjfqb>
- Duarte-Leal Y., Lanz-Piedra A., Martínez-Coca B. *In vitro* antagonism of *Trichoderma asperellum* Samuels, Lieckfeldt & Nirenberg isolates against *Sclerotium rolfsii* Sacc. *Revista de Protección Vegetal*. 2017; 32(3): 1–11 (In Spanish).
- Matas-Baca M.A. *et al.* Morphological and molecular characterization of a new autochthonous *Trichoderma* sp. isolate and its biocontrol efficacy against *Alternaria* sp. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2022; 29(4): 2620–2625. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.12.052>
- Gvozdeva M.S., Volkova G.V. The effectiveness of biological fungicides against the spare parts of the leaves of winter wheat in the conditions of the central zone of the Krasnodar Territory. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2021; 16(2): 5–10 (In Russian). <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-5-10>

ABOUT THE AUTHORS

Nadezhda Igorevna Kirillova

Junior Researcher at the Department of Agricultural Ecology and Microbiology
Nadyakirillova13@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-8316-5780>

Irina Alexandrovna Degtyareva

Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Chief Researcher of the Department of Agroecology and Microbiology
peace-1963@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1575-8493>

Tatar Research Institute of Agricultural Chemistry and Soil Science of Federal Research Center «Kazan Scientific Center of Russian Academy of Sciences», 20A Orenburgskiy trakt, Kazan, 420059, Russia