

Научная статья

УДК 631.427.22:632.934:633.853.494

DOI: 10.25230/2412-608X-2024-1-197-119-124

Почвенная микофлора агроценозов яровых рапса и рыжика

Оксана Анатольевна Сердюк

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17
oserduk@mail.ru

Аннотация. Основной целью сельскохозяйственного производства является разработка технологий, способствующих сохранению урожая. Важным фактором, позволяющим достичь эту цель, служит высокое эффективное плодородие почвы, зависящее и от микромицетов, содержащихся в ней. Целью исследования являлось изучение влияния яровых рапса и рыжика на качественный и количественный состав почвенных микромицетов в агроценозах культур в Краснодарском крае. Исследования проводили в 2020–2022 гг. в ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. Объектами исследования служили микромицеты, содержащиеся в почве агроценозов яровых рапса и рыжика. Изучали слой почвы от 0 до 10 см, т. к. в нем находится основное количество боковых корней этих культур. Для посева на питательную среду Чапека использовали почвенную суспензию второго разведения (1 : 100). В почвенных пробах выявлены грибы *Trichoderma* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. и *Mucor* spp. с разным содержанием. В данном комплексе количественным преимуществом отличались грибы *Trichoderma* spp. и *Fusarium* spp., их содержание в начале вегетации культур составило в среднем $5,0–5,6 \times 10^3$ и $3,9–4,4 \times 10^3$ КОЕ/г соответственно. В фазе желтого стручка количество грибов-супрессоров *Trichoderma* spp. в почве агроценозов увеличилось: под рапсом до $8,0 \times 10^3$ КОЕ/г, рыжиком – $1,1 \times 10^4$ КОЕ/г. Содержание грибов *Fusarium* spp. в почве в конце вегетации культур также незначительно увеличилось (до $5,5$ и $6,2 \times 10^3$ КОЕ/г соответственно). Таким образом, содержание грибов-супрессоров *Trichoderma* spp. в почве под изученными масличными культурами семейства Капустные увеличивалось в течение

вегетации до $8,0 \times 10^3–1,1 \times 10^4$ КОЕ/г, способствуя повышению эффективного плодородия почвы, что позволяет рекомендовать их к включению в севооборот других сельскохозяйственных культур, не имеющих с культурами семейства Капустные общих возбудителей болезней.

Ключевые слова: почвенные микромицеты, агроценоз, рапс, рыжик, эффективное плодородие почвы.

Для цитирования: Сердюк О.А. Почвенная микофлора агроценозов яровых рапса и рыжика // Масличные культуры. 2024. Вып. 1 (197). С. 119–124.

UDC 631.427.22:632.934:633.853.494

Soil microflora in spring rapeseed and false flax agroecosystems

Serdyuk O.A., senior researcher, PhD in agriculture

V.S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil Crops

17 Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia
oserduk@mail.ru

Abstract. The main aim of agricultural production is development of technologies saving yield. The basic factor in this area is a high effective soil fertility, which depends on soil micromycetes. The purpose of the research was to study impact of spring rapeseed and false flax on qualitative and quantitative composition of soil micromycetes in crops agroecosystems in the Krasnodar region. The research was conducted at the V.S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil Crops in 2020–2022. The objects of the research were soil micromycetes in agroecosystems of spring rapeseed and false flax. There was studied soil layer from 0 to 10 cm as it contains the most side roots of these crops. The soil suspension of second dilution (1 : 100) was sowed on a Chapek's nutrient media. The different amounts of fungi *Trichoderma* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., and *Mucor* spp. were allocated in soil samples. In this complex, number of *Trichoderma* spp. and *Fusarium* spp. fungi were higher, at the beginning of the crop vegetation their amounts were in average $5.0–5.6 \times 10^3$ and $3.9–4.4 \times 10^3$ CFU/g, respectively. In a phase of yellow pod, the number of fungi-suppressors *Trichoderma* spp. in soil increased: under rapeseed to 8.0×10^3 CFU/g, under false flax – to 1.1×10^4 CFU/g. The amount of *Fusarium* spp. fungi in soil at the end of a growing season also raised insignificantly (to 5.5 and 6.2×10^3 CFU/g, respectively). Thus, the quantity of fungi-suppressors *Trichoderma* spp. in soil under studied oil cole crops increased during a growing season to $8.0 \times 10^3–1.1 \times 10^4$ CFU/g that increased the effective soil fertility. It allows recommending them to include into crop rotation with other agricultural

crops, which do not have universal diseases with cole crops.

Key words: soil micromycetes, agrocenosis, rape-seed, false flax, effective soil fertility.

Введение. В настоящее время основной целью сельскохозяйственного производства является разработка технологий, способствующих сохранению урожая и вместе с тем снижению потенциального ущерба окружающей среде [1]. Важным фактором, позволяющим достичь эту цель, служит высокое эффективное плодородие почвы. Одним из основных показателей плодородия почвы является ее биологическая активность, которая представляет собой совокупность биологических и биохимических процессов, протекающих в почве. Биологическая активность почвы зависит от множества факторов: погодных условий, технологии земледелия, а также видов возделываемых культур [2]. Кроме этого, почва является естественной средой обитания многих микроорганизмов: бактерий, актиномицетов, грибов, как сапротрофных, так и фитопатогенных [3; 4]. С деятельностью почвенных микроорганизмов, в состав которых входят микромицеты (микроскопические грибы), связаны разложение растительных остатков, превращение труднодоступных форм питательных веществ в усвояемые для растений формы, фиксация свободного азота воздуха, т. е. формирование перегноя [3].

В процессе жизнедеятельности почвенные микромицеты вырабатывают большое количество физиологически активных веществ. Фитопатогенные микромицеты обладают набором фитотоксинов, отрицательно влияющих на растения. Так, например, некоторые грибы рода *Fusarium* Link., выделяя токсины, вызывают корневые гнили и увядание растений [5]. Грибы *Aspergillus* spp. и *Mucor* spp., попадая на семена сельскохозяйственных культур, приводят к их плесневению при хранении [6].

Сапротрофные грибы выделяют вещества, способствующие разложению растительных остатков, и токсины-антибиотики, которые подавляют развитие фитопатогенной микобиоты, т. е. обладают супрессивностью. К грибам с такими свойствами относятся виды *Trichoderma* spp., используемые в сельском хозяйстве для оздоровления почвы [7].

Соотношение и видовой состав микромицетов в почвах, относящихся к разным типам, различается. Так, в дерново-подзолистой почве г. Пермь установлено наличие грибов: *Penicillium* spp., *Trichoderma* spp., *Mortierella* spp., *Mucor* spp. и *Rhizopus* spp. с преобладанием *Mucor* spp., содержание которых превысило остальные виды микромицетов в 3–15 раз [8].

В серых лесных почвах выявлено 14 видов микроскопических грибов, принадлежащих к девяти родам: *Mucor* spp., *Chaetomium* spp., *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Trichoderma* spp., *Fusarium* spp., *Rhizopus* spp., *Verticillium* spp. [9].

При изучении разных видов черноземов в Калининском и Динском районах Краснодарского края определено преобладание видов родов *Penicillium* spp. и *Aspergillus* spp., что характерно для почв южной зоны [10]. В почвах, занятых посевами злаков, в этих районах доминировали представители родов *Mucor*, *Penicillium* spp., *Fusarium* spp. Среди *Penicillium* spp. преобладал *Penicillium chrysogenum*, который входит в состав типичных видов каштановых почв и сероземов, однако его широкое распространение в черноземах объяснимо способностью грибов этого рода обитать в почвах разных типов [11].

Кроме этого, на содержание микромицетов в почве оказывает влияние и возделываемая сельскохозяйственная культура. Фитосанитарный мониторинг, проведенный в 2006–2018 гг. в семи регионах Российской Федерации, показал, что в патоккомплексе почвенных микромицетов, ассоциирующихся с корневыми

и прикорневыми гнилями земляники, встречаются грибы *Rhizoctonia solani*, *Ceratobasidium destructans*, *Fusarium* spp., *Pythium* spp. Реже отмечены *Colletotrichum* spp., *Zythia fragariae* (*Gnomonia fragariae*), *Pestalotia* spp., *Phomopsis obscurans*, *Alternaria tenuissima*, *Botrytis cinerea* [12].

В почве агроценоза пшеницы озимой в центральной зоне Краснодарского края в 2004–2006 гг. отмечались грибы родов *Fusarium* spp., *Chephalosporium* spp. и *Penicillium* spp. со значительным преобладанием видов *Fusarium* spp., плотность популяции которых превышала 50 % [13].

В 2018–2019 гг. в северной части Краснодарского края и некоторых районах Ростовской области из почвенных проб выделены микромицеты родов *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Mucor* spp., *Botrytis* spp., *Cladosporium* spp., *Verticillium* spp., *Trichotecium* spp. и др. [14].

В агроценозах озимых рапса и горчицы сарептской в центральной зоне Краснодарского края выявлены грибы родов *Trichoderma* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus niger* Tiegh и *Mucor mucedo* L. в разных соотношениях, зависящих от культуры, с преобладанием грибов-супрессоров *Trichoderma* spp. [15].

В отношении содержания микромицетов в почве агроценозов яровых рапса и рыжика в Краснодарском крае информация в доступных литературных источниках отсутствует, в связи с этим целью нашего исследования являлось изучение влияния яровых рапса и рыжика на качественный и количественный состав почвенных микромицетов в агроценозах культур в центральной зоне Краснодарского края.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2020–2022 гг. в ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (г. Краснодар, Россия) на черноземе выщелоченном. Объектами исследования служили микромицеты, содержащиеся в почве агроценозов яровых рапса и рыжика. Изучали слой почвы от 0 до 10 см, т. к. в нем находится основное

количество боковых корней этих культур [16].

Отборы проб почвы проводили на расстоянии 1,0 см от корней растений в фазы: 2–4 настоящих листа и желтый стручок. Пробы почвы брали в пяти точках в посевах каждой культуры на площади 0,1 га стерильными инструментами. Далее пробы объединяли в средний образец и из него отбирали навеску 1 г, используемую для приготовления первого разведения. Доводили путем добавления небольшого количества стерильной водопроводной воды до пастообразного состояния и растирали в течение 5 мин. Первое разведение навески почвы делали в стерильной посуде, добавляя стерильную водопроводную воду в соотношении 1 : 10 к весу почвы. Далее в течение 10 мин вертикально встряхивали почвенную суспензию первого разведения в пробирках с резиновыми пробками. После этого стерильной пипеткой отбирали 1 мл и переносили в пробирку с 9 мл стерильной водопроводной воды. При этом получали второе разведение, содержащее 0,01 г/мл почвы (1 : 100). Приготовленное разведение использовали для посева на поверхность питательной среды Чапека в количестве 0,2 мл на одну чашку Петри. Культивирование проводили при температуре 25 °С. Количество колоний микромицетов в каждой чашке подсчитывали на 7-е сутки культивирования и далее делали перерасчет на 1 г почвы [17].

Микромицеты идентифицировали с использованием микроскопа Motis VA300 с увеличением 400х по определителям В.И. Билай, М.А. Литвинова, А.А. Милько, Н.М. Пидопличко [18; 16; 19; 20; 21; 22].

Результаты и обсуждение. В ходе исследований установлено, что в почве агроценозов яровых рапса и рыжика содержались микромицеты из двух отделов: Ascomycota и Zygomycota. Наиболее многочисленным являлся отдел Ascomycota, к которому относилось 95 % выделенных видов грибов. В состав отдела

Zygomycota входило значительно меньшее количество видов микромицетов – 5 %.

В результате исследований в почвенных пробах выявлены грибы *Trichoderma* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. и *Mucor* spp. с разным содержанием. В данном комплексе микромицетов количественным преимуществом отличались грибы *Trichoderma* spp. и *Fusarium* spp., их содержание в начале вегетации культур составило в среднем $5,0\text{--}5,6 \times 10^3$ и $3,9\text{--}4,4 \times 10^3$ КОЕ/г соответственно (таблица).

Таблица

Содержание микромицетов в почве агроценозов яровых рапса и рыжика, центральная зона Краснодарского края, 2020–2022 гг.

| Фаза развития растения | Содержание микромицетов в почве агроценоза культуры, КОЕ/г | | | | |
|------------------------|--|--|--|--|--|
| | <i>Trichoderma</i> spp. | <i>Fusarium</i> spp. | <i>Aspergillus</i> spp. | <i>Mucor</i> spp. | <i>Penicillium</i> spp. |
| Рапс | | | | | |
| 2–4 настоящих листа | $5,6 \times 10^3$ $\pm 1,0 \times 10^3$ | $3,9 \times 10^3$ $\pm 5,0 \times 10^2$ | $4,0 \times 10^2$ $\pm 2,0 \times 10^2$ | 0 | 0 |
| Желтый стручок | $8,0 \times 10^3$ $\pm 1,0 \times 10^3$ | $6,2 \times 10^3$ $\pm 4,0 \times 10^2$ | 0 | $3,0 \times 10^2$ $\pm 1,0 \times 10^2$ | 0 |
| Рыжик | | | | | |
| 2–4 настоящих листа | $5,0 \times 10^3$ $\pm 1,0 \times 10^3$ | $4,4 \times 10^3$ $\pm 5,0 \times 10^2$ | $2,0 \times 10^2$ $\pm 1,0 \times 10^2$ | $2,0 \times 10^2$ $\pm 1,0 \times 10^2$ | $5,0 \times 10^2$ $\pm 1,0 \times 10^2$ |
| Желтый стручок | $1,1 \times 10^4$ $\pm 4,0 \times 10^3$ | $5,5 \times 10^3$ $\pm 3,0 \times 10^2$ | $9,0 \times 10^2$ $\pm 1,0 \times 10^2$ | 0 | $5,0 \times 10^2$ $\pm 1,0 \times 10^2$ |

К концу вегетации (в фазе желтого стручка) содержание грибов-супрессоров в почве агроценозов в среднем увеличилось: под рапсом до $8,0 \times 10^3$ КОЕ/г, рыжиком – до $1,1 \times 10^4$ КОЕ/г. Количество патогенных грибов *Fusarium* spp. в почвенных пробах в конце вегетации в агроценозах рыжика и рапса также незначительно увеличилось (до $5,5$ и $6,2 \times 10^3$ КОЕ/г соответственно).

Плесневые грибы *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. и *Mucor* spp. являются обычными компонентами комплексов почвенных микромицетов, встречались они в почвенных пробах агроценозов рапса и рыжика в среднем в ограниченном количестве – от $2,0$ до $9,0 \times 10^2$ КОЕ/г. Более то-

го, грибы *Penicillium* spp. отсутствовали в почве агроценоза рапса.

Таким образом, структура комплекса почвенных микромицетов агроценозов яровых рапса и рыжика представлена грибами *Trichoderma* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. и *Mucor* spp. в разных соотношениях. Содержание грибов-супрессоров *Trichoderma* spp. в почве под изученными масличными культурами семейства капустные увеличивалось в течение вегетации до $8,0 \times 10^3\text{--}1,1 \times 10^4$ КОЕ/г, способствуя повышению эффективного плодородия почвы, что позволяет рекомендовать их к включению в севооборот других сельскохозяйственных культур, не имеющих с культурами семейства Капустные общих возбудителей болезней.

Список литературы

1. Yin K., Qiu J.-L. Genome editing for plant disease resistance: applications and perspectives: [Электронный ресурс] // Philosop. Trans. of the Royal Society B. Biol. Sci. – 2019. – V. 374. – 1767. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1098/rstb.2018.0322/> (дата обращения: 25.01.2024).
2. Возняковская Ю.М. Микробиологические основы экологической системы земледелия // Агрохимия. – 1995. – № 5. – С. 115–124.
3. Мишустин Е.Н., Емцев В.Т. Микробиология. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 368 с.
4. Chakraborty P., Krishnani K.K. Emerging bioanalytical sensors for rapid and close-to-real-time detection of priority abiotic and biotic stressors in aquaculture and culture-based fisheries: [Электронный ресурс] // Scie. of The Total Envir. – 2022. – V. 838. – 156128: – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156128> (дата обращения: 25.01.2024).
5. Abdel-Aziz M.S., Ghareeb M.A., Hamed A.A., Rashad E.M. Ethyl acetate extract of *Streptomyces* spp. isolated from Egyptian soil for management of *Fusarium oxysporum*: The causing agent of wilt disease of tomato: [Электронный ресурс] // Biocatal. and Agr. Biotech. – 2021. – V. 37. – 102185. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2022.106047> (дата обращения: 25.01.2024).
6. Вредные организмы в посевах рапса и меры борьбы с ними / В.М. Лукомец, Н.М.

Тишков, С.А. Семеренко, О.А. Сердюк. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2020. – 215 с.

7. *Sandle T. Trichoderma* // Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition): [Электронный ресурс]. – 2014. – pp. 644-646. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00337-2> (дата обращения: 25.01.2024).

8. *Семериков В.В., Четина О.А., Баландина С.Ю., Шварц К.Г.* О биоразнообразии плесневых грибов техногенно-измененных почв на территории Пермского края // Географический вестник. – 2013. – № 4 (27). – С. 79–81.

9. *Берсенева О.А., Саловарова В.П., Приставка А.А.* Почвенные микромицеты основных природных зон // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Биология. Экология». – 2008. – Т. 1. – № 1. – С. 3–9.

10. *Енкина О.В., Коробской Н.Ф.* Микробиологические аспекты сохранения плодородия черноземов Кубани. – Краснодар, 1999. – 150 с.

11. *Назарько М.Д.* Изменение состава почвенных микромицетов при интенсивном антропогенном воздействии в северных районах Кубани // Известия вузов. Пищевая технология. – № 4. – 2007. – С. 110–111.

12. *Головин С.Е., Глинушкин А.П., Зеркалов И.А., Белошапкина О.О.* [и др.]. Патокомплекс почвенных микромицетов, ассоциирующихся с корневыми и прикорневыми гнилями земляники, в некоторых регионах России // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 7. – С. 62–70.

13. *Горьковенко В.С., Коростелева Л.А., Монастырский О.А., Ярошенко В.А.* Восстановить супрессивность почв? // Защита и карантин растений. – 2006. – № 8. – С. 18–19.

14. *Жемчужина Н.С., Киселева М.И., Александрова А.В., Коломиец Т.М.* Микромицеты на озимой пшенице в Краснодарском крае и Ростовской области // Защита и карантин растений. – 2020. – № 6. – С. 22–26.

15. *Сердюк О.А., Трубина В.С., Горлова Л.А.* Почвенные микромицеты в агроценозах озимых масличных культур семейства капустные в условиях Краснодарского края // Вавиловские чтения: сб. стат. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 135-й годовщине со дня рождения акад. Н.И. Вавилова. – Саратов: Амирит, 2022. – С. 284–289.

16. *Литвинов М.А.* Методы выделения микроскопических грибов из почвы. Определитель микроскопических почвенных грибов. – Л.: Изд-во «Наука», 1967. – 311 с.

17. Методы микробиологического контроля почвы. Методические рекомендации. ФНЦ им. Ф.Ф. Эрисмана, Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, Центр ГСЭН в Краснодарском крае, 2004. – 12 с.

18. *Билай В.И.* Фузариоз. – Киев: Наукова думка, 1977. – 339 с.

19. *Милько А.А.* Определитель мукооральных грибов. – Киев: Наукова думка, 1974. – 303 с.

20. *Пидопличко Н.М.* Грибы-паразиты культурных растений. Определитель. Т. 1. Грибы совершенные. – Киев: Наукова думка, 1977. – 296 с.

21. *Пидопличко Н.М.* Грибы-паразиты культурных растений. Определитель. Т. 2. Грибы несовершенные. – Киев: Наукова думка, 1977. – 300 с.

22. *Пидопличко Н.М.* Грибы-паразиты культурных растений. Определитель. Т. 3. Пикнидиальные грибы. – Киев: Наукова думка, 1977. – 299 с.

References

1. Yin K., Qiu J.-L. Genome editing for plant disease resistance: applications and perspectives: [Elektronnyy resurs] // Philosop. Trans. of the Royal Society B. Biol. Sci. – 2019. – V. 374. – 1767. – Rezhim dostupa: <https://doi.org/10.1098/rstb.2018.0322/> (data obrashcheniya: 25.01.2024).

2. *Voznyakovskaya Yu.M.* Mikrobiologicheskie osnovy ekologicheskoy sistemy zemledeliya // Agrokhimiya. – 1995. – № 5. – S. 115–124.

3. *Mishustin E.N., Emtsev V.T.* Mikrobiologiya. 3-e izd., pererab. i dop. – M.: Agropromizdat, 1987. – 368 s.

4. *Chakraborty P., Krishnani K.K.* Emerging bioanalytical sensors for rapid and close-to-real-time detection of priority abiotic and biotic stressors in aquaculture and culture-based fisheries: [Elektronnyy resurs] // Scie. of The Total Envir. – 2022. – V. 838. – 156128: – Rezhim dostupa: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156128> (data obrashcheniya: 25.01.2024).

5. *Abdel-Aziz M.S., Ghareeb M.A., Hamed A.A., Rashad E.M.* Ethyl acetate extract of *Streptomyces* spp. isolated from Egyptian soil for management of *Fusarium oxysporum*: The causing agent of wilt disease of tomato: [Elektronnyy resurs] // Biocatal. and Agr. Biotech. – 2021. – V. 37. – 102185. – Rezhim dostupa:

<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2022.106047>
(data obrashcheniya: 25.01.2024).

6. Vrednye organizmy v posevakh rapsa i mery bor'by s nimi / V.M. Lukomets, N.M. Tishkov, S.A. Semerenko, O.A. Serdyuk. – Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2020. – 215 s.

7. Sandle T. Trichoderma // Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition): [Elektronnyy resurs]. – 2014. – pp. 644-646. – Rezhim dostupa: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00337-2> (data obrashcheniya: 25.01.2024).

8. Semerikov V.V., Chetina O.A., Balandina S.Yu., Shvarts K.G. O bioraznoobrazii plesnevnykh gribov tekhnogenno-izmenennykh pochv na territorii Permskogo kraya // Geograficheskiy vestnik. – 2013. – № 4 (27). – S. 79–81.

9. Berseneva O.A., Salovarova V.P., Pristavka A.A. Pochvennye mikromitsety osnovnykh prirodnykh zon // Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Biologiya. Ekologiya». – 2008. – T. 1. – № 1. – S. 3–9.

10. Enkina O.V., Korobskoy N.F. Mikrobiologicheskie aspekty sokhraneniya plodorodiya chernozemov Kubani. – Krasnodar, 1999. – 150 s.

11. Nazar'ko M.D. Izmenenie sostava pochvennykh mikromitsetov pri intensivnom antropogennom vozdeystvii v severnykh rayonakh Kubani // Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. – № 4. – 2007. – S. 110–111.

12. Golovin S.E., Glinushkin A.P., Zerkalov I.A., Beloshapkina O.O. [i dr.]. Patokompleks pochvennykh mikromitsetov, assotsiiiruyushchikhsya s kornevymi i prikornevymi gnilyami zemlyaniki, v nekotorykh regionakh Rossii // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2019. – T. 33. – № 7. – S. 62–70.

13. Gor'kovenko B.C., Korosteleva L.A., Monastyrskiy O.A., Yaroshenko V.A. Vosstanovit' supressivnost' pochv? // Zashchita i karantin rasteniy. – 2006. – № 8. – S. 18–19.

14. Zhemchuzhina N.S., Kiseleva M.I., Aleksandrova A.V., Kolomiets T.M. Mikromitsety na ozimoy pshenitse v Krasnodarskom krae i Rostovskoy oblasti // Zashchita i karantin rasteniy. – 2020. – № 6. – S. 22–26.

15. Serdyuk O.A., Trubina V.S., Gorlova L.A. Pochvennye mikromitsety v agrotsenozakh ozimyykh maslichnykh kul'tur semeystva kapustnye v usloviyakh Krasnodarskogo kraya // Vavilovskie chteniya: sb. stat. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoy 135-y godovsh-

chine so dnya rozhdeniya akad. N.I. Vavilova. – Saratov: Amirit, 2022. – S. 284–289.

16. Litvinov M.A. Metody vydeleniya mikroskopicheskikh gribov iz pochvy. Opredelitel' mikroskopicheskikh pochvennykh gribov. – L.: Izd-vo «Nauka», 1967. – 311 s.

17. Metody mikrobiologicheskogo kontrolya pochvy. Metodicheskie rekomendatsii. FNTs im. F.F. Erismana, Federal'nyy tseentr gossanepidnadzora Minzdrava Rossii, Tseentr GSEN v Krasnodarskom krae, 2004. – 12 s.

18. Bilay V.I. Fuzarii. – Kiev: Naukova dumka, 1977. – 339 s.

19. Mil'ko A.A. Opredelitel' mukoral'nykh gribov. – Kiev: Naukova dumka, 1974. – 303 s.

20. Pidoplichko N.M. Griby-parazity kul'turnykh rasteniy. Opredelitel'. T. 1. Griby sovershennye. – Kiev: Naukova dumka, 1977. – 296 s.

21. Pidoplichko N.M. Griby-parazity kul'turnykh rasteniy. Opredelitel'. T. 2. Griby nesovershennye. – Kiev: Naukova dumka, 1977. – 300 s.

22. Pidoplichko N.M. Griby-parazity kul'turnykh rasteniy. Opredelitel'. T. 3. Piknidial'nye griby. – Kiev: Naukova dumka, 1977. – 299 s.

Сведения об авторе

О.А. Сердюк, ст. науч. сотр., канд. с.-х. наук

Получено/Received

29.01.2024

Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed

05.02.2024

Получено после доработки/Manuscript revised

07.02.2024

Принято/Accepted

13.03.2024

Manuscript on-line

30.05.2024