

УДК 632.4.01/.08

DOI 10.30914/2411-9687-2024-10-1-53-59

## РАЗНООБРАЗИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ В АЛЛЮВИАЛЬНО ЛУГОВОЙ СРЕДНЕСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

Л. М. Соколова

Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства –  
филиал Федерального научного центра овощеводства, д. Верей, Российская Федерация

**Аннотация.** В соответствии с современными оценками на Земле существует более 250 тысяч видов грибов и грибоподобных организмов. Своеобразным и достаточно благоприятным местообитанием для многих почвенных микроскопических грибов является слой почвы от 0 горизонта до 10 см в зависимости от культуры выращивания. На расселение грибов в почве оказывают большое влияние такие факторы, как физические свойства и химический состав почвы, в особенности степень насыщенности почвы органическими веществами, активная кислотность почвы (рН), температура, влажность, обеспеченность кислородом воздуха и, наконец, произрастающие высшие растения в виде целостного фитоценоза, т. е. растительного покрова. **Цель работы:** Идентифицировать родовую принадлежность микроорганизмов из аллювиально луговой среднесуглинистой почвы и определить распространенность патогенов в зависимости от агроклиматических показателей годов. В статье дается описание методов идентификации почвенных микроорганизмов, в результате применения данных методов выявлено из аллювиально луговой среднесуглинистой почвы комплекс патогенов, это *F.oxysporum*, *F.avenacium*, *Fusarium sp*, *Acremonium*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp*, *A. dauci*, *A. radicina*. Определено, что проявление патогенов зависит от агроклиматических условий года. Так при повышенной влажности (85,6 %) и высоких температурах (18,2) 2018 года распространение патогенов в среднем составило 11,81 %. При пониженной влажности (67,3) и низких температурных (16,7) 2020 года распространение комплекса патогенов было 9,33 %. В условиях 2022 года при средних показателях влажности (74,1) и повышенной температуре (19,5) распространение составило 8,61 %. Заселение почвы комплексной микобиотой позволяет ежегодно проводить отборы устойчивых растений (генотипов) с целью создания новых устойчивых сортов и гибридов овощных культур. В статье также приводятся положительные стороны почвенной микобиоты, которая играет важную роль в структуре почвы. Так, клубеньковые бактерии способны фиксировать азот, а образующийся при этом аммиак используется растением для собственного роста. Микроскопические грибы осуществляют разложение растительных остатков.

**Ключевые слова:** почва, ризосфера, комплекс патогенов, микроорганизмы

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Соколова Л. М. Разнообразие микроорганизмов в аллювиально луговой среднесуглинистой почве // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2024. Т. 10. № 1. С. 53–59. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-1-53-59>

## DIVERSITY OF MICROORGANISMS IN ALLUVIAL MEADOW MEDIUM LOAMY SOIL

L. M. Sokolova

All-Russian Research Institute of Vegetable Growing,  
Vereya village, Russian Federation

**Abstract. Introduction.** According to modern estimates, there are more than 250 thousand species of fungi and fungus-like organisms on Earth. A peculiar and rather favorable habitat for many soil microscopic fungi is a soil layer from the zero horizon to 10 cm, depending on the crop. The dispersal of fungi in the soil is greatly influenced by such factors as the physical properties and chemical composition of the soil, especially the degree of saturation of the soil with organic substances, active soil acidity (pH), temperature, humidity, oxygen supply of the air and, finally, the higher plants growing in the form of an integral phytocenosis, i.e. vegetation cover. **The purpose of the work** is to identify the generic affiliation of microorganisms from alluvial meadow medium loamy soil and to determine the prevalence of pathogens depending on the agro-climatic indicators of the years. The article describes methods for the

identification of soil microorganisms, as a result of the application of these methods, a complex of pathogens has been identified from alluvial meadow medium loamy soil, these are *Foxysporum*, *Favenacium*, *Fusarium sp.*, *Acremonium*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *A. dauci*, *A. radicina*. It has been determined that the manifestation of pathogens depends on the agro-climatic conditions of the year. Thus, with high humidity (85.6 %) and high temperatures (18.2) in 2018, the spread of pathogens averaged 11.81 %. With low humidity (67.3) and low temperature (16.7) in 2020, the spread of the pathogen complex was 9.33 %. In the conditions of 2022, with average humidity (74.1) and elevated temperature (19.5), the spread was 8.61 %. The colonization of the soil with a complex mycobiota makes it possible to annually select resistant plants (genotypes) in order to create new resistant varieties and hybrids of vegetable crops. The article also presents the positive aspects of the soil mycobiota, which plays an important role in soil structure. Thus, nodule bacteria are able to fix nitrogen, and the resulting ammonia is used by the plant for its own growth. Microscopic fungi decompose plant residues.

**Keywords:** soil, rhizosphere, pathogen complex, microorganisms

The author declares no conflict of interest.

**For citation:** Sokolova L. M. The diversity of microorganisms in alluvial meadow medium loamy soil. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2024, vol. 10, no. 1, pp. 53–59. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-1-53-59>

В соответствии с современными оценками на Земле существует более 250 тысяч видов грибов и грибоподобных организмов.

Основным фактором глобального распространения является ризосфера (почва), в отношении которого грибы дифференцированы на 3 основные группы – биотрофы, сапротрофы и симбиотрофы с различными грациями [1; 2].

Диапазон температур, при котором происходит рост мицелия большинства патогенов, лежит в пределах 5–30 °С [3; 4]. Влажность местообитания влияет на расселение грибов в основном уже опосредованно, через набор характерных для того или иного климата субстратов и их состояние [5].

Barkman (1973) [6] выделяет зависимость субстрата, выражающуюся в ограничении распространения организмов определенным типом (синтаксоном) растительного сообщества (или способом существования микоценозов являются связанные с определенным субстратом микосинузии) и географическую зависимость – ограничение распространения той или иной территории, располагающей определенным набором субстратных ниш.

Другим определяющим фактором распространения грибов являются особенности их расселения [7]. Более строгое определение этому фактору может дать Б. А. Юрцев (1987) [8], как полную совокупность местных популяций всех видов грибов в том или ином территориальном контуре [9].

В ризосфере растений развиваются сообщества почвенных грибов, которые в той или иной

степени по своей структуре родового состава специфичны. Однако количественные соотношения между отдельными систематическими группами и видами грибов в ризосфере и во флоре грибов, заселяющих почву вне корней, совершенно различны. Почвенные грибы и высшие растения находятся в тесной взаимосвязи [10].

Своеобразным и достаточно благоприятным местообитанием для многих почвенных микроскопических грибов является слой почвы от 0 горизонта до 10 см в зависимости от культуры выращивания. Растение пропитывает слой почвы своими корневыми выделениями, содержащими различные энергетические вещества, представляющие прекрасный питательный субстрат для развития грибов [11].

Помимо этого, слой почвы насыщается корневым опадом, который также хорошо ассимилируется микроскопическими почвенными грибами. Кроме этого, корни растений механическим путем изменяют и разрыхляют структуру почвы, улучшая ее аэрацию, поэтому в ризосфере обильно развиваются все почвенные микроскопические грибы [12].

Несомненно, распространение различных групп почвенных микроскопических грибов в значительной степени обусловлено их физиолого-биохимическими особенностями. Так, мукоровые грибы в качестве азотного питания используют органический, а не минеральный азот, поэтому эти грибы обильно размножаются на свежих растительных и других остатках, богатых органическим

азотом и простыми углеводами. Пенициллы усваивают не только моно- и дисахариды, но и крахмал, а некоторые из них и клетчатку. Аспергиллы, помимо простых источников углерода, ассимилируют углеводородные соединения.

На расселение грибов в почве оказывают большое влияние такие факторы, как физические свойства и химический состав почвы, в особенности степень насыщенности почвы органическими веществами, активная кислотность почвы (рН), температура, влажность, обеспеченность кислородом воздуха и, наконец, произрастающие высшие растения в виде целостного фитоценоза, т. е. растительного покрова [13].

В кислых, а также в щелочных почвах микофлора беднее по видовому составу не из-за угнетающего действия на нее реакции среды, а потому, что в этих условиях многие грибы не выдерживают борьбы за существование с другими микроорганизмами почвы. В различных почвенно-климатических зонах при одном и том же значении кислотности (рН) почвы родовой и видовой состав грибных сообществ различен.

Исходя из вышеизложенного **цель** работы: идентифицировать родовую принадлежность микроорганизмов из аллювиально луговой среднесуглинистой почвы и определить распространенность патогенов в зависимости от агроклиматических показателей годов.

### Методы и материалы

Отбор проводился на аллювиально луговой среднесуглинистой почве.

Поля расположены в Центральной части поймы реки Москва – Быковского расширения. Содержание гумуса в пахотном слое 3,2–3,4 %. Обеспеченность питательными веществами: фосфором (по Чирикову) – хорошая (22–24 мг на 100 г почвы), калием (по Масловой) – низкая (11,4–16,7 мг на 100 г почвы) рН солевой вытяжки близка к нейтральной – 6,9; насыщенность основаниями высокая – 48–50 мг – экв. на 100 г почвы. Удельная масса почвы 2,65–2,7 г/см<sup>3</sup>, равновесная плотность 1,1–1,3 г/см<sup>3</sup>. НВ – наименьшая влагоемкость 27 % на абсолютно сухую почву.

Отбор проб проводили сплошным методом – вся обследуемая территория разделялась на прямоугольные участки. Со всей площади равномерно отбирались в начале единичные пробы, из которых в дальнейшем получали объединенную пробу (единичные пробы отбирали из несколь-

ких почвенных слоев, а объединенную получали путем их смешения). Почва отбиралась с глубины залегания 0–5 см и 5–20 см.

Для проведения отбора проб почвы в полевых условиях использовали: лопатку, контейнеры (для хранения почвенных проб).

Для проведения лабораторных исследований: стерильные чашки Петри, покровные и предметные стекла, питательную среду Чапек, термостат, микроскоп.

### Методы выделения грибов из почвы

Выделение грибов из почвы проводили в стерильном помещении в ламинарном боксе.

1. В стерильную чашку Петри помещали 1–2 г почвы, увлажняли стерильной водой в объеме 0,5 – 0,7 мл, прижимали стерильным предметным стеклом.

2. В чашки Петри на питательную среду Чапек раскладывается равномерно почва (рис. 1).

После чего чашки с исследуемым материалом ставятся в термостат. В термостате поддерживается температура 25 °С. На пятые сутки под микроскопом анализируем выросший мицелий.

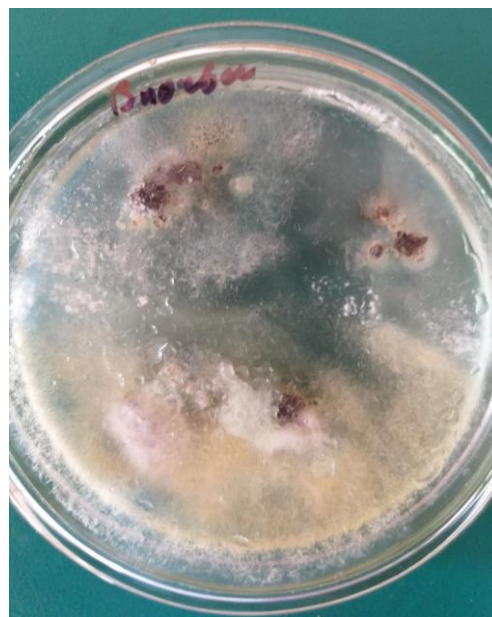


Рис. 1. Раскладка почвенных частиц на питательную среду Чапек (выросший мицелий на 5 сутки) /  
Fig. 1. Layout of soil particles on the Chapek nutrient medium (grown mycelium on day 5)

### Результаты исследований

В результате исследований аллювиально луговой среднесуглинистой почвы (рис. 2) был выявлен следующий комплекс патогенов, это

*F.oxysporum*, *F.avenacium*, *Fusarium sp*, *Acremonium*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp*, *A. dauci*, *A. radicina*.

Процентное соотношение распространения патогенов по годам исследований в зависимости от погодных условий складывались следующим образом, так, в 2018 году влажности составила 85 % и температура в среднем 18<sup>0</sup>С (за период вегетации растений). Данный год можно охарактеризовать как дождливый и умеренно теплый, при таких агроклиматических значениях численность распространения патогенной микрофлоры в почвенной ризосфере составила – *F.oxysporum* – 16,7 %, *F.avenacium* – 15,2 %, *Fusarium sp* – 10,1 %, *Acremonium* – 5,1 %, *Sclerotinia sclerotiorum* – 9,9 %, *Aspergillus sp.* – 13,6 %, *Penicillium sp.* – 11,7 %, *A. dauci* – 14,2 %, *A. radicina* – 9,8 %

Одна из причин высокой численности патогенов в 2018 году – это вероятность того, что в предыдущий год сельскохозяйственные культу-

ры были подвержены болезням. При уборке растительные остатки были запаханы, а, как известно, патогены очень долгое время живут и сохраняются на растительных остатках и хорошо перезимовывают.

Погодные условия 2018 году (повышенная влажность и высокая температура) благоприятно сказались на развитии патогенной микрофлоры. Патогены из почвы по корневой системе попадали в растения, развивались и наносили урон выращиваемым культурам (морковь, свекла, капуста, зеленые и др. культуры).

2020 год характеризовался как умеренно влажный (63,7 %) и пониженной температурой (16,7<sup>0</sup>С). В этот год распространение почвенных микроорганизмов было: *F.oxysporum* – 12,3 %, *F.avenacium* – 12,1 %, *Fusarium sp* – 10,1 %, *Acremonium* – 5,3 %, *Sclerotinia sclerotiorum* – 4,1 %, *Aspergillus sp.* – 10,2 %, *Penicillium sp.* – 9,7 %, *A. dauci* – 10,7 %, *A. radicina* – 9,5 %.

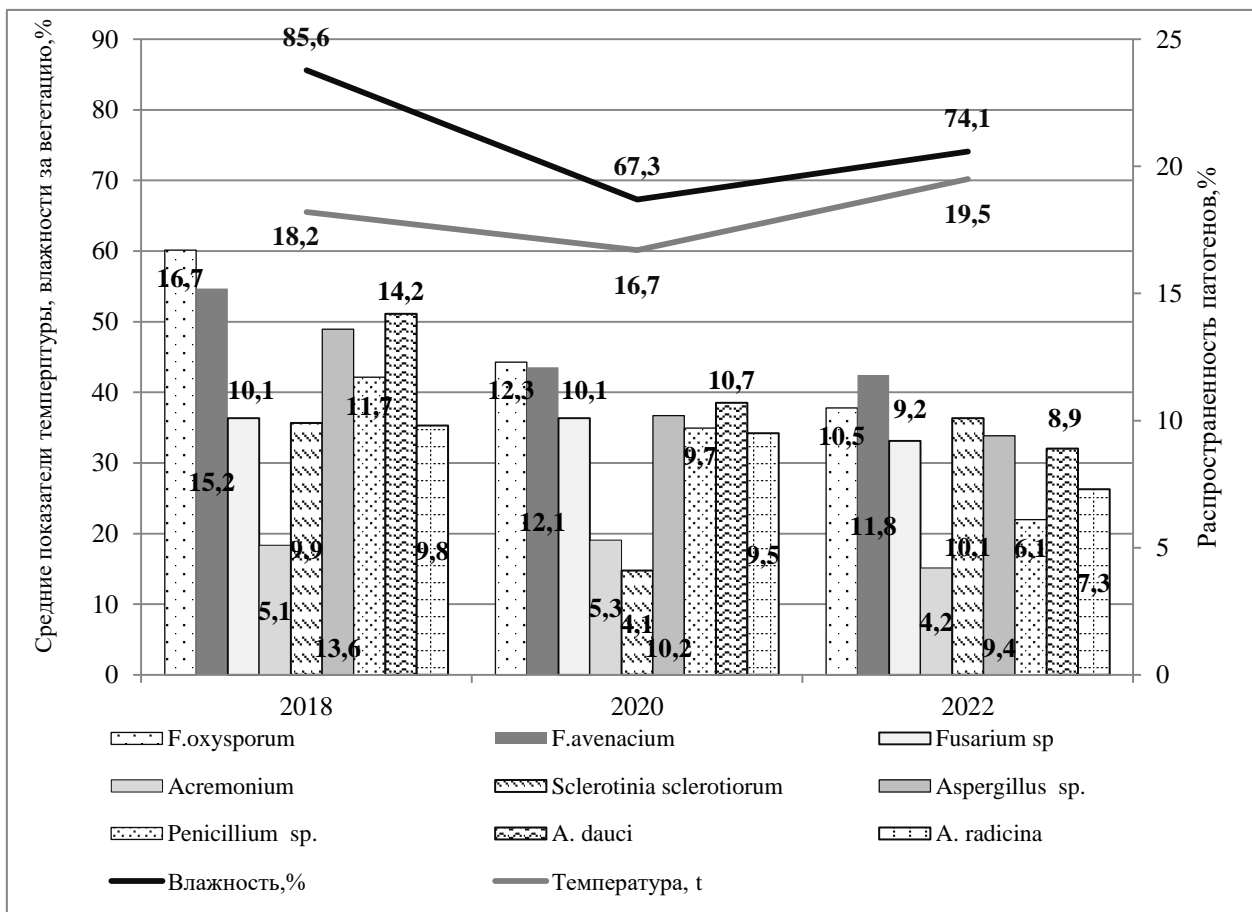


Рис. 2. Распространенность патогенных микроорганизмов в аллювиально луговой среднесуглинистой почве в зависимости от агроклиматических значений года / Fig. 2. The prevalence of pathogenic microorganisms in alluvial meadow medium loamy soil depending on the agro-climatic values of the year



Погодные условия 2022 года характеризовались умеренной влажностью (74 %) и теплой (19,5°C) температурой. В этот год распространенность микроорганизмов по сравнению с двумя предыдущими годами была ниже, так, *F. oxysporum* – 10,5 %, *F. avenacium* – 11,8 %, *Fusarium sp* – 9,2 %, *Acremonium* – 4,2 %, *Aspergillus sp.* – 9,4 %, *Penicillium sp.* – 6,1 %, *A. dauci* – 8,9 %, *A. radicina* – 7,3 %.

В условиях 2022 года высокий показатель, по сравнению с другими годами, был у *Sclerotinia sclerotiorum* – 10,4 %, это связано с тем, что в конце вегетационного периода (конец сентября, начало октябрь) была повышенная влажность (после обильных дождей) и невысокая температура 12°C.

### Обсуждение результатов

Наличие комплексной почвенной микобиоты играет большую роль в селекции растений на устойчивость, так как можно проводить ежегодные последовательные отборы устойчивых растений (генотипов) с целью создания новых устойчивых сортов и гибридов овощных культур.

По данным ряда авторов, почвенная микобиота играет важную роль в структуре почвы. Так, некоторые клубеньковые бактерии способны к фиксации азота. Эти микроорганизмы способны фиксировать азот, а образующийся при этом аммиак используется растением для собственного роста [14; 15].

Некоторые виды микробного сообщества почвы могут выполнять следующие функции: ассимиляция почвенных источников азота, фосфора и железа, а также трансформация и перераспределение метаболитов между частями растения [16].

Микроскопические грибы осуществляют разложение растительных остатков, объясняется это не только высокой проникающей способностью нитей грибного мицелия (гифов), но и биохимическими особенностями. При распаде целлюлозы, крахмала и пектинов почвы образу-

ется большое количество органических кислот, которые повышает кислотность почвы, а это неблагоприятно сказывается на ее заселении бактериями. Большинство микроорганизмов предпочитают нейтральную реакцию среды [17].

По данным Ананьева (2010), биомасса грибов может активно развиваться в верхних слоях почвы при дефиците кислорода, например *Fusarium (F. culmorum, F. oxysporum)*, *Trichoderma viride* и некоторые виды *Aspergillus u Penicillium* развиваются в глубинных слоях почвы. По сравнению с остальными почвенными организмами грибы имеют экономный обмен веществ, так как они используют большое количество углерода и азота из разлагаемых ими соединений для построения собственного тела. До 60 % расщепляемых грибами веществ переходит в слоевища грибов, то есть они также осуществляют фиксацию азота [18].

### Выводы

Применение традиционных фитопатологических методов позволило выявить из аллювиально луговой среднесуглинистой почвы комплекс патогенов, это *F. oxysporum, F. avenacium, Fusarium sp, Acremonium, Sclerotinia sclerotiorum, Aspergillus sp., Penicillium sp, A. dauci, A. radicina*.

Определено, что проявление патогенов зависит от агроклиматических условий года. Так, при повышенной влажности (85,6 %) и высоких температурных (18,2) показателях распространение патогенов в 2018 году в среднем составило 11,81 %. При пониженной влажности (67,3) и низких температурных (16,7) 2020 года распространение комплекса патогенов было 9,33 %, а в условиях 2022 года при средних показателях влажности (74,1) и повышенной температуре (19,5) составило 8,61 %.

Заселение почвы комплексной микобиотой позволяет ежегодно проводить последовательные отборы устойчивых растений (генотипов) с целью создания новых устойчивых сортов и гибридов овощных культур.

1. Cooke R. C., Whipps J. M. The evolution of modes of nutrition in fungi parasitic on terrestrial plants // Biol. Rev. 1980. Vol. 55. Pp. 341–362.
2. Pirozynski K. A., Hawksworth D. L. (eds.). Coevolution of fungi with plants and animals. London : Acad. Press, 1988. 160 p.
3. Arnolds E. Ecology and coenology of macrofungi in grasslands and moist heathlands in Drenthe, the Netherlands // Bibliotheca Mycologica. 1981. No. 83. 110 p.
4. Nazarov P. A., Baleev D. N., Ivanova M. I., Sokolova L. M., Karakozova M. V. Infectious plant diseases: etiology, current status, problems and prospects in plant protection // Acta Nature. 2020. Vol. 12. No. 3 (46). Pp. 46–59. DOI: <https://doi.org/10.32607/actanaturae.11026>

5. Мухин В. А., Котиранта Х. Биологическое разнообразие и структура арктических рудеральных сообществ ксилотрофных базидиальных грибов // Микология и фитопатология. 2001. Т. 35. № 2. С. 19–25.
6. Barkman J. J., Moravec J., Rauschert S. Code of Phytosociological Nomenclature // Vegetatio. 1976. Vol. 32. No. 3. Pp. 131–185.
7. Herden S., Cavalier-Smith T. Group-specific primers for studying bodonid and heliozoan biodiversity and dispersal // BSSP meeting held at Bristol University. 2002. P. 14.
8. Юрцев Б. А. Флора как базовое понятие флористики: содержание понятия, подходы к изучению // Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики / под ред. Б.А. Юрцева. Л. : Наука, 1987. С. 3–28.
9. Жуков Е. А. Особенности распространения и существования дереворазрушающих грибов порядка Arhylophorales (Basidiomycetes) в природе // Сибирский экологический журнал. 2002. № 2. С. 213–220.
10. Соколова Л. М. Анализ видового разнообразия грибов из рода *Fusarium* // Аграрная наука. 2019. № 1. С. 118–122. DOI: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-1-118-122>
11. Соколова Л. М. Характеристика изолятов рр. *Alternaria* и *Fusarium*, выделенных с моркови столовой из разных эколого-географических зон // Овощи России. 2016. № 3 (32). С. 84–91. DOI: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-3-84-91>
12. Соколова Л. М. Проявление фузариоза на овощных культурах. // Агропромышленные технологии Центральной России. 2019. № 2 (12). С. 42–47. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38319907&ysclid=lu0ummwd27382705478> (дата обращения: 18.02.2024).
13. Соколова Л. М. Взаимодействие факторов при оценке сортопопуляций моркови столовой на устойчивость к *Fusarium* и *Alternaria*. // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2023. № 2 (66). С. 17–21. URL: <https://boolt.elpub.ru/jour/article/view/701> (дата обращения: 15.02.2024).
14. Блинов В. А. Биотехнология. Саратов, 2003. 196 с.
15. Мишустин Е. Н., Шильникова В. К. Биологическая фиксация атмосферного азота. М. : Наука, 1968. 530 с.
16. Lederberg J., McCray A. T. “Ome sweet” omics – a genealogical treasury of words // Scientist. 2001. No. 15. 8 p.
17. Шапиро Я. С. Протравливание и бактеризация семян в защите от почвенных фитопатогенов // Защита растений от вредителей и болезней в условиях экологизации сельскохозяйственного производства: сб. научных трудов. Министерство сельского хозяйства РФ, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет / ред. Н. Г. Берим. Санкт-Петербург, 1992. С. 41–43.
18. Ананьева Н. Д., Полянская Л. М., Стольников Е. В., Звягинцев Д. Г. Соотношение биомассы грибов и бактерий в профиле лесных почв // Известия РАН. Серия Биологическая. 2010. № 3. С. 308–317.

Статья поступила в редакцию 21.02.2024 г.; одобрена после рецензирования 19.03. 2024 г.; принята к публикации 22.03.2024 г.

## Об авторе

### Соколова Любовь Михайловна

доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства, филиал Федерального научного центра овощеводства (140153, Российская Федерация, дер. Верея, стр. 500), [lsokolova74@mail.ru](mailto:lsokolova74@mail.ru)

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

1. Cooke R. C., Whipps J. M. The evolution of modes of nutrition in fungi parasitic on terrestrial plants. *Biol. Rev.*, 1980, vol. 55, pp. 341–362. (In Eng.).
2. Pirozynski K. A., Hawksworth D. L. (eds.). Coevolution of fungi with plants and animals. London, Acad. Press, 1988, 160 p. (In Eng.).
3. Arnolds E. Ecology and coenology of macrofungi in grasslands and moist heathlands in Drenthe, the Netherlands. *Bibliotheca Mycologica*, 1981, no. 83, 110 p. (In Eng.).
4. Nazarov P. A., Baleev D. N., Ivanova M. I., Sokolova L. M., Karakozova M. V. Infectious plant diseases: etiology, current status, problems and prospects in plant protection. *Acta Nature*, 2020, vol. 12, no. 3 (46), pp. 46–59. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.32607/actanaturae.11026>
5. Mukhin V. A., Kotiranta H. Biologicheskoe raznoobrazie i struktura arkticheskikh ruderal'nykh soobshchestv ksilobiontnykh bazidial'nykh gribov [Biological diversity and structure of Arctic ruderal communities, formed by xylo-trophic basidial fungi]. *Mikologiya i fitopatologiya = Mycology and Phytopathology*, 2001, vol. 35, no. 2, pp. 19–25. (In Russ.).
6. Barkman J. J., Moravec J., Rauschert S. Code of phytosociological nomenclature. *Vegetatio*, 1976, vol. 32, no. 3, pp. 131–185. (In Eng.).
7. Herden S., Cavalier-Smith T. Group-specific primers for studying bodonid and heliozoan biodiversity and dispersal. *BSSP meeting held at Bristol University*, 2002, p. 14. (In Eng.).

8. Yurtsev B. A. Flora kak bazovoe ponyatie floristiki: sodержanie ponyatiya, podkhody k izucheniyu [Flora as a basic concept of floristry: content of the concept, approaches to study]. *Teoreticheskie i metodicheskie problemy sravnitel'noi floristiki* = Theoretical and Methodological Problems of Comparative Floristry, ed. by B. A. Yurtsev. L., Science Publ., 1987, pp. 3–28. (In Russ.).
9. Zhukov E. A. Osobennosti rasprostraneniya i sushchestvovaniya derevorazrushayushchikh gribov poryadka *Aphylophorales* (Basidiomycetes) v prirode [Peculiarities of diffusion and existence of wood-destroying fungi of the order *Aphylophorales* (Basidiomycetes) in nature]. *Sibirskii ekologicheskii zhurnal* = Siberian Journal of Ecology, 2002, no. 2, pp. 213–220. (In Russ.).
10. Sokolova L. M. Analiz vidovogo raznoobraziya gribov iz roda *Fusarium* [Analysis of species diversity of fungi of the genus *Fusarium*]. *Agrarnaya nauka* = Agrarian Science, 2019, no. 1, pp. 118–122. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-1-118-122>
11. Sokolova L. M. Kharakteristika izolyatov pp. *Alternaria* i *Fusarium*, vydelenykh s morkovi stolovoi iz raznykh ekologo-geograficheskikh zon [Characterization of isolates of *Alternaria* and *Fusarium* found in carrot from different ecological and geographic zones]. *Ovoshchi Rossii* = Vegetable Crops of Russia, 2016, no. 3 (32), pp. 84–91. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-3-84-91>
12. Sokolova L. Proyavlenie fuzarioza na ovoshchnykh kul'turakh [The manifestation of fusarium wilt on vegetable crops]. *Agropromyshlennye tekhnologii Tsentral'noi Rossii* = Agro-industrial Technologies of Central Russia, 2019, no. 2 (12), pp. 42–47. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38319907&ysclid=lu0ummwd27382705478> (accessed 18.02.2024). (In Russ.).
13. Sokolova L. M. Vzaimodeistvie faktorov pri otsenke sortopopulyatsii morkovi stolovoi na ustoychivost' k *Fusarium* i *Alternaria* [Interaction of factors in assessing the varietal populations of garden carrots for resistance to *Fusarium* and *Alternaria*]. *Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada* = Bulletin of the State Nikitsky Botanical Gardens, 2023, no. 146, pp. 121–127. Available at: <https://boolt.elpub.ru/jour/article/view/701> (accessed 15.02.2024). (In Russ.)
14. Blinov V. A. Biotekhnologiya [Biotechnology]. Saratov, 2003, 196 p. (In Russ.).
15. Mishustin E. N., Shilnikova V. K. Biologicheskaya fiksatsiya atmosfernogo azota [Biological fixation of atmospheric nitrogen]. M., Science Publ., 1968, 530 p. (In Russ.).
16. Lederberg J., McCray A. T. "Ome sweet" omics – a genealogical treasury of words. *Scientist*, 2001, no. 15, 8 p. (In Eng.).
17. Shapiro Ya. S. Protravlivanie i bakterizatsiya semyan v zashchite ot pochvennykh fitopatogenov [Seed treating and bacterization in protection from soil phytopathogens]. *Zashchita rastenii ot vreditel' i boleznei v usloviyakh ekologizatsii sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva: sb. nauchnykh trudov* = Protection of plants from pests and diseases in conditions of greening of agricultural production: collection of scientific works. Ministry of Agriculture of the Russian Federation, St. Petersburg State Agrarian University, ed. by N. G. Berim. SPb., 1992, pp. 41–43. (In Russ.).
18. Ananyeva N. D., Polyanskaya L. M., Stolnikova E. V., Zvyagintsev D. G. Sootnoshenie biomassy gribov i bakterii v profile lesnykh pochv [The ratio of biomass of fungi and bacteria in forest soil profiles]. *Izvestiya RAN. Seriya Biologicheskaya* = Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Biological Series, 2010, no. 3, pp. 308–317. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=13856929> (accessed 15.02.2024). (In Russ.).

*The article was submitted 21.02.2024; approved after reviewing 19.03.2024; accepted for publication 22.03.2024.*

### About the author

#### Lyubov M. Sokolova

Dr. Sci. (Agriculture), Leading Researcher of the Department of Breeding and Seed Production, All-Russian Research Institute of Vegetable Growing, branch of the Federal Scientific Center of Vegetable Growing (500, Vereya village 140153, Russian Federation), [lsokolova74@mail.ru](mailto:lsokolova74@mail.ru)

*The author has read and approved the final manuscript*