

УДК 631.427.22

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-392-03-97-103

О.А. Сердюк

Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта, Краснодар, Россия

✉ oserduk@mail.ru

Поступила в редакцию: 13.12.2024

Одобрена после рецензирования: 12.02.2025

Принята к публикации: 26.02.2025

© Сердюк О.А.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-392-03-97-103

Oksana A. Serdyuk

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil crops, Krasnodar, Russia

✉ oserduk@mail.ru

Received by the editorial office: 13.12.2024

Accepted in revised: 12.02.2025

Accepted for publication: 26.02.2025

© Serdyuk O.A.

Сравнительный анализ видового состава микромицетов каштановой почвы и чернозема выщелоченного

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Статья посвящена определению видового и количественного состава почвенных микромицетов каштановой среднетощей почвы и чернозема выщелоченного, а также экологической пластичности выявленных микроскопических грибов.

Методы. Объектами исследования служили микроскопические грибы, содержащиеся в разных типах парующей почвы в регионах Южного федерального округа — каштановой маломощной и чернозема выщелоченного. Изучение образцов почвы в лабораторных условиях на наличие микромицетов осуществляли по общепринятым методикам. Для посева почвенной суспензии на питательную среду Чапека использовали третье разведение (1:1000).

Результаты. В 2023–2024 гг. в образцах каштановой почвы видовой состав микромицетов был более разнообразным (9 родов) по сравнению с черноземом выщелоченным (6 родов). Выявлены микромицеты, общие для каштановой почвы и чернозема выщелоченного: *Cladosporium spp.*, *Fusarium spp.*, *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.* и *Mucor spp.* Наличие этих родов микромицетов в разных по структуре и содержанию микроэлементов типах почвы свидетельствует об их экологической гибкости и выработанной способности приспосабливаться к разным условиям увлажнения и типам почвы. В образцах каштановой почвы не встречались грибы *Trichoderma spp.*, а в образцах чернозема выщелоченного — грибы *Acremonium spp.*, *Mortierella spp.* и грибоподобные организмы рода *Pythium spp.*, что позволяет отнести их к стенобионтам. Доминантами второго ранга в каштановой почве являлись *Penicillium spp.* с показателем обилия 37%, в черноземе выщелоченном — *Fusarium spp.* и *Trichoderma spp.* (обилие составило 45% и 36%). Наибольшая пространственная частота встречаемости почвенных микромицетов в условиях Котельниковского р-на отмечена у рода *Penicillium spp.* (83%), в условиях х. Октябрьско-го — у *Trichoderma spp.* и *Fusarium spp.* (по 100%).

Ключевые слова: почвенные микромицеты, каштановая почва, чернозем выщелоченный, обилие вида, экологическая пластичность, частота встречаемости

Для цитирования: Сердюк О.А. Сравнительный анализ видового состава микромицетов каштановой почвы и чернозема выщелоченного. *Аграрная наука.* 2025; 392(03): 97–103. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-392-03-97-103>

Comparative analysis of species composition of micromycetes of chestnut soil and leached chernozem soil

ABSTRACT

Relevance. The article deals with the determination of the species and quantitative composition of soil micromycetes of moderately deep chestnut soil and leached chernozem soil, as well as the ecological plasticity of the identified microscopic fungi.

Methods. The objects of the study were microscopic fungi contained in different types of fallow soil in the regions of the Southern Federal District — chestnut shallow soil and leached chernozem. The study of soil samples under laboratory conditions for the presence of micromycetes was carried out according to generally accepted methods. The third dilution (1:1000) was used for sowing the soil suspension on Czapek medium.

Results. In 2023–2024, the species composition of micromycetes was more diverse in chestnut soil (9 genera) samples compared to leached chernozem soil (6 genera). Micromycetes common to chestnut and leached chernozem soils were identified: *Cladosporium spp.*, *Fusarium spp.*, *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.* and *Mucor spp.* The presence of these micromycetes genera in soil types that differ in structure and microelement content indicates their ecological flexibility and developed ability to adapt to different moisture conditions and soil types. Fungi *Trichoderma spp.* were not found in chestnut soil samples, and fungi *Acremonium spp.*, *Mortierella spp.* and fungi-like organisms of the genus *Pythium spp.* were not found in leached chernozem samples, which allows us to classify them as stenobionts. The dominants of the second rank in the chestnut soil were *Penicillium spp.* with an abundance index of 37%, in the leached chernozem — *Fusarium spp.* and *Trichoderma spp.* (the abundance was 45 and 36%). The highest spatial frequency of occurrence of soil micromycetes in the conditions of the Kotelnikovsky district was noted in the genus *Penicillium spp.* (83%), in the conditions of the Oktyabrsky farm — in *Trichoderma spp.* and *Fusarium spp.* (100% each).

Key words: soil micromycetes, chestnut soil, leached chernozem, abundance of species, ecological plasticity, frequency of occurrence

For citation: Serdyuk O.A. Comparative analysis of species composition of micromycetes of chestnut soil and leached chernozem soil. *Agrarian science.* 2025; 392(03): 97–103 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-392-03-97-103>

Введение/Introduction

Все типы почвы заселены сообществами микроорганизмов, относящихся к разным царствам и отделам. Они формируют фитосанитарное состояние почвы и наряду с погодными условиями, технологиями земледелия отвечают за ее биологическую активность. Микроскопические почвенные организмы выполняют важные функции в разложении остатков биоценоза, синтезе и деструкции гумуса, формировании фитосанитарного состояния почвы и накоплении в ней биологически активных веществ, превращении труднодоступных форм питательных веществ в усвояемые для растений формы, фиксации молекулярного азота атмосферы [1, 2].

Важной и необходимой составляющей почвенной микрофлоры являются микроскопические грибы — микромицеты. Они обладают широким набором различных ферментов, с помощью которых одни грибы (сапротрофы) способствуют большинству процессов преобразования органического вещества [3], а другие (фитопатогены) вызывают болезни растений. Так, например, к полезной микофлоре относятся грибы рода *Trichoderma spp.*, которые выделяют вещества, способствующие разложению растительных остатков, и токсины-антибиотики, подавляющие развитие фитопатогенной микобиоты, то есть они обладают супрессивностью [4]. Некоторые грибы рода *Fusarium spp.*, 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.

Биологическое разнообразие почвенной микрофлоры (количественный и видовой состав) зависит от климатических условий, уровня увлажнения территории, произрастающей растительности, а также типа почвы. Так, в дерново-подзолистой почве (г. Пермь) отмечено присутствие родов *Penicillium spp.*, *Trichoderma spp.*, *Mortierella spp.*, *Mucor spp.* и *Rhizopus spp.* с преобладанием представителей рода *Mucor spp.*, содержание которых превысило другие роды грибов в 3–15 раз [6].

В серых лесных почвах видовой состав микроскопических грибов более разнообразен. Из почвенных образцов выделены представители 9 родов, 4 из них являются фитопатогенными: *Mucor spp.*, *Chaetomium spp.*, *Alternaria spp.*, *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.*, *Trichoderma spp.*, *Fusarium spp.*, *Rhizopus spp.*, *Verticillium spp.* [7].

Изучение видового состава и структуры микробиома почв в широколиственных и смешанных лесах в Воронежской области свидетельствовало о более высоком биологическом разнообразии микромицетов по сравнению с дерново-подзолистой и серыми лесными почвами. Из образцов почвы выделены микроскопические грибы из 20 родов, относящихся к отделам *Ascomycota* и *Zygomycota*. Преобладанием по числу видов и частоте встречаемости отличался род *Penicillium spp.* [8].

В черноземе выщелоченном (г. Краснодар, х. Октябрьский), по данным автора, в 2020–2022 гг. содержались микромицеты 6 родов: *Trichoderma spp.*, *Cladosporium spp.*, *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Fusarium spp.*, *Mucor spp.*, с преобладанием *Trichoderma spp.* и *Fusarium spp.* [9].

Данные исследований биологического разнообразия микромицетов свидетельствуют о том, что общими для всех вышеуказанных типов почвы являются грибы-супрессоры *Trichoderma spp.*, условно-патогенные грибы родов *Penicillium spp.* и *Mucor spp.*

При изучении видового состава разных подтипов каштановых почв установлено, что в светло-каштановых почвах Поволжья наибольшая частота встречаемости отмечена у микромицетов родов *Penicillium spp.* и *Aspergillus spp.*, что составляло 60% от общего количества выделенных микромицетов. В этих почвах отмечено присутствие представителей родов *Mortierella spp.*, *Verticillium spp.*, *Gliocladium spp.* и др. [10]. В каштановых почвах Ленкоранской области Азербайджана, как показано исследованиями зарубежных ученых, доминирующими являются микромицеты родов *Aspergillus spp.*, *Fusarium spp.*, *Mucor spp.*, *Chaetomium spp.* [11, 12].

Таким образом, для разных подтипов каштановых почв общими являются представители рода условно-фитопатогенных грибов *Aspergillus spp.*

Как следует из приведенных литературных данных, у некоторых микромицетов отмечается экологическая пластичность, которая является одним из показателей их адаптивного потенциала. Такие роды микроскопических грибов обладают приспособительными свойствами к изменяющимся условиям среды, что позволяет им существовать в разных климатических и почвенных условиях и способствует их широкому распространению [13].

Информации о видовом и количественном составе микромицетов каштановых маломощных почв в регионах Российской Федерации, а также о разнице между этим типом почвы и другими в доступной литературе крайне недостаточно.

Цели исследований — определение видового и количественного состава почвенных микромицетов, находящихся в каштановой среднemosной почве и черноземе выщелоченном, их частоты встречаемости и экологической пластичности, а также установление доминантных видов микромицетов в изученных типах почвы.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили в 2023–2024 гг. в лабораторных условиях отдела селекции рапса и горчицы Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта». Объектами исследования служили микроскопические грибы, содержащиеся в разных типах парующей почвы в регионах Южного федерального

округа, — каштановой (Котельниковский р-н, Волгоградская обл.) и чернозема выщелоченного (х. Октябрьский, г. Краснодар). Эти типы почвы выбраны в связи с тем, что производители возделывают на них схожий спектр сельскохозяйственных культур — зерновые, а также такую масличную культуру семейства капустных, как горчица сарептская яровая.

Вместе с этим интерес вызван и разницей между ними, которая состоит в первую очередь в содержании гумуса в пахотном слое: в каштановой почве его в два раза меньше по сравнению с черноземом выщелоченным — 1,5–2,1% против 3,08–4,03%. Содержание макроэлементов в каштановой почве: азота — 0,3–0,9; подвижного фосфора — 0,6–1,4; обменного калия — 17,4–26,6 мг / 100 г почвы; в черноземе выщелоченном — 17,5–29,0, 10,0–20,0 и 35,0–42,0 мг / 100 г почвы соответственно.

Емкость поглощения каштановой почвы составляет всего 20–30 мг-экв на 100 г почвы, чернозема выщелоченного — 40–50 мг-экв на 100 г почвы. Гидротермический коэффициент (ГТК) в южной части Волгоградской области — 0,3–0,9, на х. Октябрьский — 0,8–1,2 [14–18].

Отборы проб для проведения микробиологического анализа производили на глубину почвы до 20,0 см, так как в этом слое в большинстве типов почв протекают основные биохимические процессы превращения органического вещества, создаются более благоприятные условия влажности и аэрации и содержится основное количество всех почвенных микроорганизмов [19].

Пробы почвы брали стерильными инструментами в пяти точках на участках, освобожденных от растительности. Далее все пробы объединяли, из среднего образца отбирали 1 г. В эту навеску добавляли небольшое количество стерильной водопроводной воды, доведя до пастообразного состояния, и растирали пестиком в ступке в течение 5 мин. Первое разведение осуществляли в стерильной посуде, добавляя стерильную воду в соотношении 1:10 к весу почвы. Затем 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. В этом случае получали второе разведение (1:100), содержащее 0,01 г почвы в 1 мл суспензии.

Таким же образом готовили третье разведение (1:1000), содержащее 0,001 г почвы в суспензии¹. Подготовленное третье разведение использовали для посева суспензии на поверхность твердой питательной среды Чапека в количестве 0,2 мл на одну чашку Петри. Одинаковое количество суспензии на каждую чашку Петри от-

меряли при помощи одноканального дозатора. Суспензию распределяли по поверхности среды стерильным фарфоровым шпателем. Культивирование микромицетов проводили при температуре воздуха 25 °С в течение 10 сут., подсчитывали количество колоний в каждой чашке, производили расчет на 1 г сухой почвы. Идентифицировали микромицеты с использованием микроскопа Motic VA300 компании Motic (Китай) при увеличении 400х.

При оценке видового состава почвенных микромицетов для установления доминантных видов определяли их обилие (плотность, долю) вида — соотношение количества колониеобразующих единиц (КОЕ) конкретного вида гриба к общему количеству КОЕ всех видов, выраженное в процентах, а также пространственную частоту встречаемости, которую подразделяли на низкую (до 30%), среднюю (31–60%) и высокую (61% и более).

Доминантность видов микромицетов определяли по их обилию: абсолютные доминанты — свыше 50% от всех имеющихся форм, доминанты первого ранга — 26–50%, доминанты второго ранга — 5–25%.

В ходе исследований оценивали экологическую пластичность выделенных микромицетов, которая подразумевает их способность существовать в определенном диапазоне какого-либо экологического фактора (температуры, влажности почвы, содержания в ней макро- или микроэлементов). Статистически значимым считалось значение с $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$. Достоверность коэффициентов корреляции определяли методом Р. Фишера.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В результате исследований из образцов каштановой почвы и чернозема выщелоченного выделены микромицеты и бактерии (в том числе и актиномицеты) (табл. 1). Помимо этого, в образцах каштановой почвы выявлены представители класса грибоподобных организмов Oomycetes — род *Pythium spp.* (возбудители черной ножки растений), численность которых составила $5,0 \times 10^3$ КОЕ/г. Количество КОЕ остальных установленных групп микроорганизмов в черноземе выщелоченном

Таблица 1. Количество микроорганизмов в разных типах почвы, 2023–2024 гг.

Table 1. Number of microorganisms in different types of soils, 2023–2024

Тип почвы	Количество микроорганизмов, КОЕ/г			
	Микромицеты	Оомицеты (<i>Pythium spp.</i>)	Бактерии	
			актиномицеты	другие типы
Каштановая	$20,0 \times 10^3$	$5,0 \times 10^3$	$10,0 \times 10^3$	$25,0 \times 10^3$
Чернозем выщелоченный	$38,5 \times 10^3$	–	$22,0 \times 10^3$	$37,5 \times 10^3$

¹ Методы микробиологического контроля почвы. Методические рекомендации / ФНЦ им. Ф.Ф. Эрисмана, Федеральный центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора Минздрава России, Центр ГСЭН в Краснодарском крае. 2004; 12.

превысило таковое в каштановой почве: микромицетов — на $18,5 \times 10^3$ КОЕ/г, актиномицетов — на $12,0 \times 10^3$ КОЕ/г, других типов бактерий — на $12,5 \times 10^3$ КОЕ/г.

При изучении видового состава микромицетов парующей каштановой почвы в лабораторных условиях установлена их принадлежность к разным группам трофической специализации: патогенные, условно-патогенные для растений и сапротрофные. Все выделенные микромицеты относились к двум отделам царства грибов — Ascomycota и Mucoromycota (табл. 2).

Первый учет численности микромицетов и грибоподобных организмов на твердой питательной среде Чапека в чашках Петри стало возможным провести на третьи сутки после закладки опыта. В это время отмечен рост мицелия видов рода *Pythium spp.* Далее учеты проводили каждые сутки, последний учет — через 10 сут.

Наиболее многочисленным являлся отдел *Ascomycota*: 91% видов от общего количества выявленных видов микромицетов относился к этому отделу. Установлено, что доминирующее положение по численности занимали грибы *Penicillium spp.*, относящиеся к условно-патогенным ввиду того, что при попадании на семена сельскохозяйственных культур во время уборки урожая они способны вызывать их плесневение. Показатель обилия *Penicillium spp.* в каштановой почве составил 37%, что позволяет отнести их к доминантам первого ранга (рис. 1). Наиболее многочисленным являлся вид *Penicillium lanosocoeruleum* Thom.

Роды фитопатогенных грибов *Cladosporium spp.*, *Fusarium spp.*, *Botryotinia spp.* и сапротрофных *Acremonium spp.*, *Mortierella spp.* относились к доминантам второго ранга, показатель их обилия составлял 6–18%. Отмечено, что внутри рода *Fusarium spp.* количественным преимуществом выделялся вид *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyd. et Hans. (обилие вида 6%).

Доля видов родов *Alternaria spp.*, *Aspergillus spp.* и *Mucor spp.* была минимальной — 2–4% от

Таблица 2. Комплекс микромицетов в каштановой почве (Котельниковский р-н, Волгоградская обл.), 2023–2024 гг.

Table 2. Micromycete complex in chestnut soil (Kotelnikovskiy district, Volgograd region), 2023–2024

Трофическая специализация микромицетов	Отдел	Род
Патогенные	Ascomycota	<i>Cladosporium spp.</i>
		<i>Fusarium spp.</i>
		<i>Botryotinia spp.</i>
		<i>Alternaria spp.</i>
Условно-патогенные	Ascomycota	<i>Penicillium spp.</i>
	Mucoromycota	<i>Aspergillus spp.</i>
Сапротрофные	Ascomycota	<i>Acremonium spp.</i>
	Mucoromycota	<i>Mortierella spp.</i>

общего количества выделенных видов микромицетов.

С целью изучения пространственной частоты встречаемости микромицетов были отобраны образцы почвы на 24 участках Котельниковского района. Высокая частота встречаемости отмечена у родов *Penicillium spp.* (83%) и *Fusarium spp.* (67%), средняя — у *Cladosporium spp.*, *Acremonium spp.*, *Botryotinia spp.* и *Mortierella spp.* (33–58%), низкая — у *Alternaria spp.*, *Aspergillus spp.* и *Mucor spp.* (8–25%) (рис. 2).

Следовательно, наибольшая плотность видов и пространственная частота встречаемости отмечены у рода грибов *Penicillium spp.*, которые, по данным исследований автора, приспособились к существованию в условиях недостатка продуктивной влаги и низкого содержания макроэлементов в почве.

При изучении образцов парующего чернозема, выщелоченного в годы исследований, установлено, что выделенные микромицеты по трофической специализации подразделялись на патогенные, условно-патогенные и сапротрофные и относились к двум отделам — Ascomycota и Mucoromycota (табл. 3).

Рис. 1. Обилие видов микромицетов в каштановой почве (Котельниковский р-н, Волгоградская обл.), 2023–2024 гг.

Fig. 1. Abundance of micromycete species in chestnut soil (Kotelnikovskiy district, Volgograd region), 2023–2024

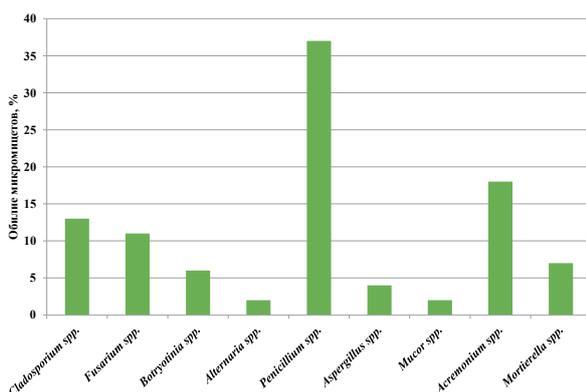
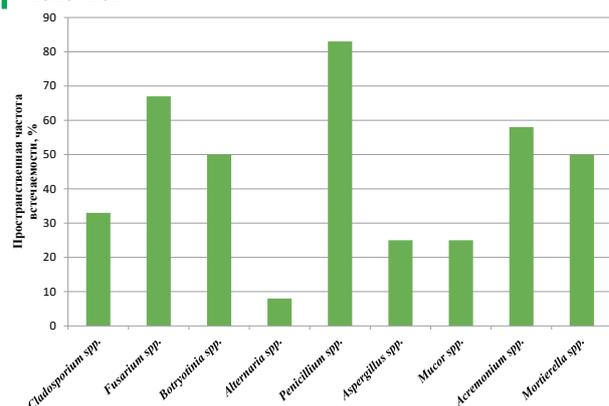


Рис. 2. Пространственная частота встречаемости микромицетов в каштановой почве (Котельниковский р-н, Волгоградская обл.), 2023–2024 гг.

Fig. 2. Spatial frequency of occurrence of micromycetes in chestnut soil (Kotelnikovskiy district, Volgograd region), 2023–2024



Первый учет численности микромицетов в лабораторных условиях на твердой питательной среде Чапека в чашках Петри стало возможным провести на четвертые сутки после закладки опыта. В это время отмечен рост мицелия видов рода *Penicillium spp.* и *Mucor spp.* Далее учеты проводили каждые сутки, последний учет — через 10 сут.

Наиболее многочисленным являлся отдел *Ascomycota*: 96% видов от общего количества относились к этому отделу. Биологическое разнообразие микобиоты в черноземе выщелоченном значительно ниже по сравнению с каштановой почвой — 6 родов против 9. Установлено, что доминирующее положение по численности занимали грибы-супрессоры *Trichoderma spp.* и патогенные грибы *Fusarium spp.* Показатель их обилия составил в среднем в годы исследований 36% и 45%, что позволяет отнести их к доминантам первого ранга (рис. 3).

Отмечено, что внутри рода *Trichoderma spp.* наиболее многочисленными являлись виды *T. viride* и *T. citrinoviride* — 13% и 14% соответственно, а внутри рода *Fusarium spp.* — вид *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyder et Hans. (24% от всех выявленных видов этого рода).

Род фитопатогенных грибов *Cladosporium spp.* относился к доминантам второго ранга, показатель его обилия составлял 11%. Доля видов родов *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.* и *Mucor spp.* была минимальной — 1–4% от общего количества выделенных видов микромицетов.

При изучении пространственной частоты встречаемости микромицетов были отобраны образцы почвы на 20 участках (х. Октябрьский). Высокая частота встречаемости отмечена у родов *Trichoderma spp.*, *Fusarium spp.* (по 100%) и *Penicillium spp.* (75%). У родов *Cladosporium spp.*, *Aspergillus spp.* и *Mucor spp.* пространственная частота встречаемости была средней, составив 50%, то есть эти роды встречались в половине образцов почвы (рис. 4).

Исходя из данных исследований, наибольшая плотность (обилие) видов и пространственная частота встречаемости в черноземе выщелоченном отмечены у родов *Trichoderma spp.* и *Fusarium spp.* Следовательно, оптимальные условия для жизнедеятельности этих микромицетов складываются в условиях высокой емкости поглощения влаги и достаточно высокого содержания макроэлементов в почве, которое превышает каштановую почву по содержанию азота в 32–58 раз, фосфора — в 14–16 раз, калия — в 1,5–2 раза.

Оценка соотношения родов микромицетов по трофической специализации в разных типах почвы показала, что в каштановой почве большинство выделенных родов относилось к патогенным (44% от общего количества родов), а в черноземе выщелоченном — условно-патогенным (50%) (табл. 4).

Таким образом, в обоих типах изучаемой почвы выявлены микромицеты родов *Cladosporium spp.*, *Fusarium spp.*, *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*

Таблица 3. Комплекс микромицетов в черноземе выщелоченном (х. Октябрьский, г. Краснодар), 2023–2024 гг.

Table 3. Micromycete complex in leached chernozem (Oktyabrsky farm, Krasnodar city), 2023–2024

Трофическая специализация микромицетов	Отдел	Род
Патогенные	Ascomycota	<i>Cladosporium spp.</i>
		<i>Fusarium spp.</i>
Условно-патогенные	Ascomycota	<i>Penicillium spp.</i>
		<i>Aspergillus spp.</i>
	Mucoromycota	<i>Mucor spp.</i>
Сапротрофные	Ascomycota	<i>Trichoderma spp.</i>

Таблица 4. Соотношение родов микромицетов в разных типах почвы по трофической специализации, %

Table 4. Ratio of genera of micromycetes in different types of soil according to trophic specialization, %

Трофическая специализация микромицетов	Тип почвы	
	Каштановая	Чернозем выщелоченный
Патогенные	44	33
Условно-патогенные	33	50
Сапротрофные	23	17

Рис. 3. Обилие видов микромицетов в черноземе выщелоченном (х. Октябрьский, г. Краснодар), 2023–2024 гг.

Fig. 3. Abundance of micromycete species in leached chernozem (Oktyabrsky farm, Krasnodar city), 2023–2024

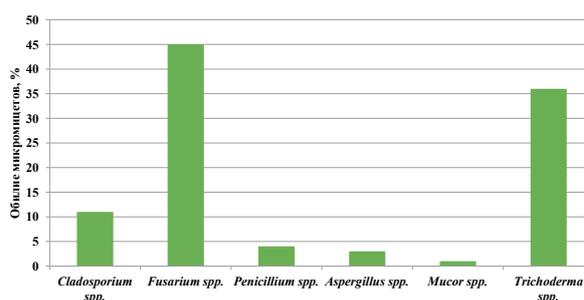
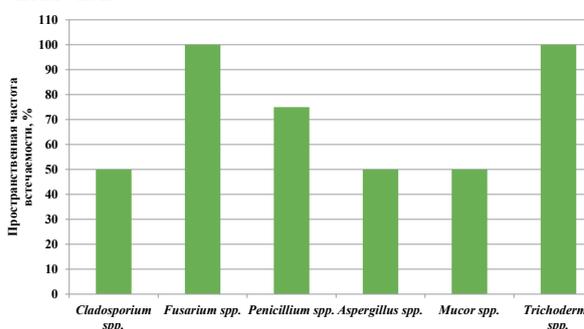


Рис. 4. Пространственная частота встречаемости микромицетов в черноземе выщелоченном (х. Октябрьский, г. Краснодар), 2023–2024 гг.

Fig. 4. Spatial frequency of occurrence of micromycetes in leached chernozem (Oktyabrsky farm, Krasnodar city), 2023–2024



и *Mucor spp.*, что позволяет сделать вывод об их экологической пластичности и приспособленности к разным условиям увлажнения среды и разному уровню минерального питания и отнести их к эврибионтам.

Грибы родов *Acremonium spp.*, *Mortierella spp.*, *Trichoderma spp.*, а также грибоподобные организмы рода *Pythium spp.*, по данным исследований

автора, возможно отнести к стенобионтам, так как процессы их жизнедеятельности протекают в ограниченных условиях среды.

Выводы/Conclusions

В годы исследований в образцах каштановой почвы видовое разнообразие микромицетов было выше по сравнению с черноземом выщелоченным: в каштановой почве выявлены 9 родов по сравнению с черноземом выщелоченным — 6 родов микроскопических грибов. Однако по количественному содержанию микромицетов чернозем выщелоченный превышал каштановую почву практически в 2 раза: $38,0 \times 10^3$ КОЕ/г против $20,0 \times 10^3$ КОЕ/г почвы.

Выявлены роды грибов, общие для каштановой почвы и чернозема выщелоченного (являющиеся эврибионтами): *Cladosporium spp.*, *Fusarium spp.*, *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.* и *Mucor spp.* Наличие этих родов микромицетов в разных по структуре и содержанию макроэлементов типах почвы свидетельствует об их экологической пластичности и выработанной способности приспосабливаться к разным условиям увлажнения и типам почвы.

В образцах каштановой почвы не встречались грибы *Trichoderma spp.*, а в образцах чернозема выщелоченного — грибы *Acremonium spp.*, *Mortierella spp.* и грибоподобные организмы рода *Pythium spp.*, что позволяет отнести их к стенобионтам.

Доминантами второго ранга в каштановой почве являлись грибы рода *Penicillium spp.* с показателем обилия 37%. В черноземе, выщелоченном к доминантам второго ранга относились грибы родов *Fusarium spp.* и *Trichoderma spp.*, их обилие составило 45% и 36% соответственно.

Наибольшая пространственная частота встречаемости почвенных микромицетов в условиях Котельниковского р-на (Волгоградская обл.) отмечена у рода *Penicillium spp.* (83%), в условиях х. Октябрьского (г. Краснодар) — у *Trichoderma spp.* и *Fusarium spp.* (по 100%).

Оценка соотношения родов микромицетов по трофической специализации показала, что в каштановой почве большинство выделенных родов относилось к патогенным (44% от общего количества родов), а в черноземе выщелоченном — условно-патогенным (50%).

Автор несет ответственность за работу и представленные данные. Автор несет ответственность за плагиат. Автор объявил об отсутствии конфликта интересов.

The author is responsible for the work and the submitted data. The author is responsible for plagiarism. The author declared no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Гринет Л.В., Сенькова Л.А., Мингалев С.К. Биологическая активность почвы. *Аграрное образование и наука*. 2019; (2): 14. <https://www.elibrary.ru/bqhdde>
- Витер А.Ф., Турусов В.И., Гармашов В.М., Гаврилова С.А. Обработка почвы как фактор регулирования почвенного плодородия. М.: *ИНФРА-М*. 2014; 172. ISBN 978-5-16-008982-9 <https://www.elibrary.ru/ueqcct>
- Шеуджен А.Х. и др. Микрофлора чернозема, выщелоченного при длительном применении минеральных удобрений. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2017; (2–2): 89–94. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.56.067>
- Mukherjee P.K., Mendoza-Mendoza A., Zeilinger S., Horwitz B.A. Mycoparasitism as a mechanism of *Trichoderma*-mediated suppression of plant diseases. *Fungal Biology Reviews*. 2022; 39: 15–33. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2021.11.004>
- Abdel-Aziz M.S. et al. Ethyl acetate extract of *Streptomyces* spp. isolated from Egyptian soil for management of *Fusarium oxysporum*: The causing agent of wilt disease of tomato. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 2021; 37: 102185. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102185>
- 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): 79–81. <https://www.elibrary.ru/rpxadl>
- Берсенева О.А., Саловарова В.П., Приставка А.А. Почвенные микромицеты основных природных зон. *Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология*. 2008; 1(1): 3–9. <https://www.elibrary.ru/mniwvx>
- Назаренко Н.Н., Свистова И.Д. Микроскопические грибы в почвах лесных экосистем Воронежского государственного природного биосферного заповедника. *Теоретическая и прикладная экология*. 2023; (1): 133–139. <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2023-1-133-139>
- Сердюк О.А. Почвенная микрофлора агроценозов яровых рапса и рожьки. *Масличные культуры*. 2024; (1): 119–124. <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2024-1-197-119-124>
- Беляков А.М., Горбунова И.Ф. Микромицеты светло-каштановых и интразональных почв. *Научно-агрономический журнал*. 2011; (2): 22–24.

REFERENCES

- Grinets L.V., Senkova L.A., Mingalev S.K. Biological activity of the soil. *Agrarnoye obrazovaniye i nauka*. 2019; (2): 14 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/bqhdde>
- Viter A.F., Turusov V.I., Garmashov V.M., Gavrilova S.A. Soil processing as factor of regulation of soil fruitfulness. Moscow: *INFRA-M*. 2014; 172 (in Russian). ISBN 978-5-16-008982-9 <https://www.elibrary.ru/ueqcct>
- Sheudzen A.Kh. et al. Microflora of chernozem leached at long application of fertilizers. *International Research Journal*. 2017; (2–2): 89–94 (in Russian). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.56.067>
- Mukherjee P.K., Mendoza-Mendoza A., Zeilinger S., Horwitz B.A. Mycoparasitism as a mechanism of *Trichoderma*-mediated suppression of plant diseases. *Fungal Biology Reviews*. 2022; 39: 15–33. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2021.11.004>
- Abdel-Aziz M.S. et al. Ethyl acetate extract of *Streptomyces* spp. isolated from Egyptian soil for management of *Fusarium oxysporum*: The causing agent of wilt disease of tomato. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 2021; 37: 102185. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102185>
- Semerikov V.V., Chetina O.A., Balandina S.Yu., Shvarts K.G. About a variety of mould mushrooms of the technogenic changed soils. *Geographical bulletin*. 2013; (4): 79–81 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/rpxadl>
- Berseneva O.A., Salovarova V.P., Pristavka A.A. Soil microscopic fungi of major natural zone. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series: Biology. Ecology*. 2008; 1(1): 3–9 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/mniwvx>
- Nazarenko N.N., Svistova I.D. Microscopic fungi in the soils of forest ecosystems of the Voronezh State Natural Biosphere Reserve. *Theoretical and applied ecology*. 2023; (1): 133–139 (in Russian). <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2023-1-133-139>
- Serdyuk O.A. Soil microflora in spring rapeseed and false flax agrocenoses. *Oil crops*. 2024; (1): 119–124 (in Russian). <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2024-1-197-119-124>
- Belyakov A.M., Gorbunova I.F. Micromycetes of light chestnut and intrazonal soils. *Scientific agronomy journal*. 2011; (2): 22–24 (in Russian).

11. Семинченко Е.В. Продуктивность севооборотов на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья. *Аграрная наука*. 2022; (3): 57–61.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-357-3-57-61>
12. Рзаева А.Л. Грибы как часть зимогенной микрофлоры серо-коричневых (каштановых) почв. *Бюллетень науки и практики*. 2022; 8(7): 63–67.
<https://doi.org/10.33619/2414-2948/80/07>
13. Сафонов М.А. Стратегии адаптации грибных сообществ к изменениям условий среды. *Фундаментальные исследования*. 2013; (6–5): 1160–1163.
<https://www.elibrary.ru/qbeepj>
14. Афонина Н.С., Зайцева Г.А., Ряскова О.М. Содержание азота гидролизуемого в черноземе выщелоченном в течение вегетации в зависимости от влажности почвы. *Наука и образование*. 2020; 3(3): 265.
<https://www.elibrary.ru/tkxhlg>
15. Питоня А.А., Питоня В.Н., Смутнев П.А. Влияние погодных условий на урожай и качество зерна сортов озимой мягкой пшеницы в сухостепной зоне Волгоградской области. *Научно-аграрный журнал*. 2018; (1): 14–16.
<https://www.elibrary.ru/utgsif>
16. Бойко Е.С., Василько В.П. Урожайность озимой пшеницы в центральной зоне Краснодарского края в зависимости от цикличности погодных условий. *Научный журнал КубГАУ*. 2020; 163: 40–52.
<https://doi.org/10.21515/1990-4665-163-003>
17. Сердюк О.А., Трубина В.С., Горлова Л.А. Частота встречаемости болезней на горчице черной (*Brassica nigra* (L.) W.D.J. Koch) в условиях центральной зоны Краснодарского края в зависимости от метеорологических условий. *Масличные культуры*. 2020; (2): 112–120.
<https://doi.org/10.25230/2412-608X-2020-2-182-112-120>
18. Жуланова В.Н., Аюшинов Н.П. Агроэкологический мониторинг каштановых почв Центрально-Тувинской депрессии. *Вестник КрасГАУ*. 2011; (11): 53–61.
<https://www.elibrary.ru/ojirbp>
19. Салихов Т.К., Салихова Т.С., Елюбаев С.З., Муканова А.К. Численность микроорганизмов в почвах экосистем Северного Казахстана. *Биосферное хозяйство: теория и практика*. 2023; (2): 104–113.
<https://www.elibrary.ru/spcfrc>
11. Seminchenko E.V. Productivity of crop rotations on light chestnut soils of the Lower Volga Region. *Agrarian science*. 2022; (3): 57–61 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-357-3-57-61>
12. Rzaeva A.L. Fungi as an essential part of the gray-brown (chestnut) soils zymogenic microflora. *Bulletin of Science and Practice*. 2022; 8(7): 63–67 (in Russian).
<https://doi.org/10.33619/2414-2948/80/07>
13. Safonov M.A. Fungal communities adaptation strategies under the environmental changes influence. *Fundamental research*. 2013; (6–5): 1160–1163 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/qbeepj>
14. Afonina N.S., Zaitseva G.A., Ryaskova O.M. Contents of the nitrogen gidrolizuemogo in chernozem vyschelochennom during vegetacii depending on moisture of ground. *Nauka i obrazovaniye*. 2020; 3(3): 265 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/tkxhlg>
15. Pitonya A.A., Pitonya V.N., Smutnev P.A. The influence of weather conditions on yield and grain quality of winter wheat varieties in the dry steppe zone in Volgograd region. *Scientific agronomy journal*. 2018; (1): 14–16 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/utgsif>
16. Boyko E.S., Vasilko V.P. The yield of winter wheat in the central area of the krasnodar edge, depending on the cyclical nature of weather conditions. *Scientific journal of KubSAU*. 2020; 163: 40–52 (in Russian).
<https://doi.org/10.21515/1990-4665-163-003>
17. Serdyuk O.A., Trubina V.S., Gorlova L.A. Frequency of diseases on black mustard (*Brassica nigra* (L.) W.D.J. Koch) in the central zone of the Krasnodar region depending on the weather conditions. *Oil crops*. 2020; (2): 112–120 (in Russian).
<https://doi.org/10.25230/2412-608X-2020-2-182-112-120>
18. Zhulanova V.N., Ayushinov N.P. Chestnut soil agroecological monitoring in the Central Tuva depression. *Bulletin of KrasGAU*. 2011; (11): 53–61 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/ojirbp>
19. Salikhov T.K., Salikhova T.S., Elyubaev S.Z., Mukanova A.K. Number of microorganisms in soils of ecosystems of Northern Kazakhstan. *Biosfernoye khozyaystvo: teoriya i praktika*. 2023; (2): 104–113 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/spcfrc>

ОБ АВТОРАХ

Оксана Анатольевна Сердюк

кандидат сельскохозяйственных наук,
 ведущий научный сотрудник
 oserduk@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8899-2179>

Всероссийский научно-исследовательский институт
 масличных культур им. В.С. Пустовойта,
 ул. им. Филатова, 17, Краснодар, 350038, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Oksana Anatolyevna Serdyuk

Candidate of Agricultural Sciences,
 Leading Researcher
 oserduk@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8899-2179>

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute
 of Oil Crops,
 17 Filatov Str., Krasnodar, 350038, Russia