

**ОТЗЫВ официального оппонента  
на диссертацию на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук  
Данилогорской Анастасии Александровны  
на тему: «Таксономическая структура и функциональное разнообразие  
сообществ микроскопических грибов в почвах при разных  
температурах»  
по специальности 1.5.11. Микробиология**

**Актуальность**

С каждым новым выпускаемым докладом международной группы экспертов по изменению климата становится всё очевиднее, что глобальная приземная температура воздуха растёт, а уточняющиеся прогнозы её дальнейшего прироста к концу 21 века постоянно сопровождаются увеличением частоты и длительности экстремально высоких температур, так называемых волн жары. Текущее и предсказываемое изменение климата, безусловно, влияет на биосферу, а следовательно, и на почвы. Оценить, насколько климатические изменения влияют или повлияют в будущем на участие почвенных микробиомов в обеспечении функции почвы как регулятора газового баланса атмосферы, чрезвычайно трудно. Одна из причин этому в сложности обобщения разнообразных регистрируемых реакций почвенных микробных сообществ на повышение температуры между экосистемами и отдельными локациями, а также пробелы в экспериментальных мониторинговых данных во многих регионах.

Грибы играют ведущую роль в разложении органического вещества, являясь мутуалистами или патогенами, многие виды вызывают болезни растений, влияют на скорость минерализации почв и накопление углерода и, следовательно, являются важными регуляторами почвенного углеродного баланса. Поэтому в настоящий момент повышенный интерес вызывают вопросы взаимосвязи изменения климата, в том числе и повышения температуры и динамики почвенных грибных сообществ. При этом вопрос влияния температуры на комплексы почвенных сапротрофных микромицетов является наиболее сложным и требующим значительного объёма данных, включающих всё возможное многообразие исходных условий среды

(климатические пояса, растительные сообщества, история формирования сообществ и т.п.) и длительные периоды наблюдений. Большое значение в настоящее время уделяется проблемам распространения микробных инфекций из южных в северные регионы.

В этой связи, тема работы Анастасии Александровны Данилогорской представляется актуальной, поставленные задачи исследований нацелены восполнить пробелы и решить ряд важных фундаментальных вопросов как почвенно-географического, так и функционально-микробиологического плана.

### **Научная новизна**

В работе получено много новых фактов, подчеркивающих скорость изменения в сообществах микроорганизмов природных почв и урбанозема в зависимости от температурного режима. Ценно, что для получения данных в ходе сравнительного анализа динамических показателей привлечены методы как традиционного классического микробиологического анализа структуры культивируемых микромицетных сообществ, так и гармонично дополняющие его современные подходы к оценке функционального разнообразия грибов. Впервые показаны различия в трендах, наблюдаемых в смене доминирующих комплексов видов в почвах природных и в почве городской среды. Впервые оценен состав типичных видов микромицетов в Al-Fe-гумусовом подзоле, дерново-подзолистой почве и урбанозёме в зависимости от температуры инкубации в процессе сукцессии в условиях высокой влажности. Отмечено, что повышение температуры инкубации почв способствует возрастанию числа видов, встречаемости и относительного обилия потенциально патогенных грибов из группы BSL-2 в сообществах всех исследованных почв. Особо хочется отметить новизну методического характера, выразившуюся в интересной и заслуживающей широко распространения модификации метода МСТ с применением растворенных субстратов, отказом от красителя и другими деталями, что позволило повысить надежность данных о развитии мицелия в тех или иных условиях обогащения среды питательными субстратами. Для обобщения данных привлечены современные методы статистической обработки, целый арсенал индексов разнообразия сообществ,

некоторые из них модифицированы и адаптированы для решения поставленных задач и обработки большого количества показателей.

### **Практическая значимость**

Результаты, полученные в работе А.А. Данилогорской, представляют несомненный интерес для экологической, функциональной и даже санитарной микробиологии. Часть изолированных автором штаммов микромицетов передана на хранение в Коллекцию микроскопических грибов природных и антропогенных местообитаний кафедры биологии почв МГУ (20 штаммов) и во Всероссийскую коллекцию микроорганизмов (4 штамма), что открывает доступ к ним для широкого круга исследователей. Выявленное большое видовое богатство и встречаемость потенциально патогенных микромицетов в почвах при повышенных температурах и высокой влажности указывает на необходимость мониторинга данных показателей и их возможное использование для прогнозирования степени опасности окружающей среды. Результаты модификации метода МСТ для изучения почвенных комплексов микромицетов имеют большое значение, необходимы для лабораторных наблюдений функциональной активности мицелиальных грибов в разных условиях среды.

### **Структура работы**

Диссертация А.А. Данилогорской содержит 8 глав и построена по в целом по традиционному плану: введение, обзор литературы, объекты и методы, результаты, и отдельно вынесена глава с их обсуждением, заключение, выводы и список литературы, насчитывающий 248 литературных источников, из которых 201 — работы зарубежных авторов. Также включены объемные приложения с таблицами фактического материала. Обзор литературы состоит из трёх глав. В нём обобщены сведения об изменении климатических параметров, их влиянии на температурный режим почв разных регионов и почвенное грибное сообщество. Обзор написан с использованием современных источников, дает интересные сведения и взгляды на взаимосвязь изменений температуры воздуха и почвы.

Глава Объекты и методы (которую точнее следовало бы назвать Материалы и методы) изложены на 16 страницах. Автором даны основные характеристики

почвенных образцов, способ отбора. Детально описаны использованные в работе методы, в том числе вызывает особое удовлетворение подробное описание авторской модификации метода МСТ.

Результаты проведенного исследования изложены в трёх разделах, посвящённых анализу содержания лабильных форм углерода и азота, поскольку автор считает в ряде случаев эти факторы определяющими в сукцессионных процессах, структурным изменения и функциональному разнообразию микобиоты. Отдельно вынесен раздел с обсуждением полученных результатов, что несколько осложнило, на мой взгляд, анализ и восприятие формулировок выводов по каждому разделу.

Все поставленные задачи исследования выполнены. Получено большое количество данных, для их обобщения необходима была, и она успешно применена, целая серия расчетных индексов и дан критический анализ их пригодности и успешности применения для решения вопросов, возникающих по ходу обработки данных сравнительного исследования трех почв, при 4 температурных параметрах, в многодневной динамике (до 30 суток).

Диссертация хорошо иллюстрирована, содержит 4 таблицы, 15 рисунков. Данные обработаны статистически, дана оценка их значимости и достоверности различий.

По теме диссертации автором были опубликованы 3 статьи в журналах, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ имени М.В. Ломоносова. Положения работы и результаты исследований были представлены на международных и всероссийских конференциях.

Оценивая работу, проведённую А.А. Данилогорской, полученные результаты и выносимые на защиту положения, можно с уверенностью сказать, что автору, несомненно, удалось провести интересное научное кропотливое исследование на основе сконструированных микрокосмов и серии лабораторных экспериментов с почвенными грибными комплексами.

Работа А.А. Данилогорской является целостным самостоятельным исследованием, в котором получены интересные для фундаментальной науки

сведения, ряд находок и сформулированных положений имеет важное практическое значение. Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации.

Вопросы, требующие пояснения:

1. Мне не совсем ясно, в чем же заключается особая «специфичность» грибных комплексов в урбаноземе, которая появляется как следствие действия повышенной температуры. Не объясняется ли она лишь особенностями изначального видового состава микобиоты урбанозема, заметно отличающимся от природных почв: при 20 °С в урбаноземе в 2-3 раза больше общее число видов, в 3-6 раз больше темноокрашенных и т.д.).

*В разделе новизна работы (стр. 9): «В урбаноземе при повышенной температуре наблюдался тренд к формированию более специфических, чем в природных почвах, грибных комплексов, как по видовому составу, так и по потенциальному функциональному разнообразию».*

2. Можно ли экстраполировать положение о **большем** по сравнению с природными почвами возрастании числа потребляемых субстратов в исследованном урбаноземе при повышении температуры на другие урбаноземы, в которых будет, например, меньшее разнообразие видов?
3. Может ли кардинально измениться ситуация в выявленных закономерностях динамики функционального разнообразия сравниваемых почв, если изменить набор тестируемых субстратов в планшетах при МСТ? Можно ли получить аналогичный результат, заменив все углеводы и аминокислоты лишь на один субстрат, например, N-ацетил-D-глюкозамин?
4. В чем преимущество и насколько целесообразно на практике использовать такой биодиагностический субстрат как N-ацетил-D-глюкозамин, эффективность которого автор подчеркивает в определении влияния повышенных температур на грибные комплексы исследованных природных почв? Метод МСТ достаточно кропотлив и трудоемок. Не будет ли адекватной заменой измерение уровня хитиназной активности исследуемых грибных комплексов?

Замечаний принципиального характера к диссертации нет. Прделана очень большая кропотливая работа со множеством зависимых переменных, огромный труд вложен в описание эффектов, в обработку данных, в составление таблиц и в расчеты по множеству формул и уравнений. Оформлена диссертация аккуратно, по правилам научных трудов. Результаты в достаточной мере апробированы в докладах на научных форумах и в статьях

### **Заключение**

Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.5.11. Микробиология (по биологическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Данилогорская Анастасия Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.11. Микробиология.

Официальный оппонент:

Доктор биологических наук,  
профессор кафедры земельных ресурсов и оценки почв  
факультета почвоведения  
ФГБОУ ВО «Московский государственный  
университет имени М. В. Ломоносова»

Терехова Вера Александровна

\_\_\_\_\_  
01.12.2023

Контактные данные:

тел.: +7(495) 9300395, e-mail: [vterekhova@soil.msu.ru](mailto:vterekhova@soil.msu.ru)

Специальность, по которой официальным оппонентом  
защищена диссертация:  
03.00.24 – Микология и 03.00.16 – Экология (биол. науки)

Адрес места работы:

119234, Россия, г. Москва, ул. Ленинские горы, д. 1, стр. 12,  
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В.  
Ломоносова», факультет почвоведения, кафедра земельных ресурсов и  
оценки почв  
Тел.: +7(495) 9300395; e-mail: vterekhova @ soil.msu.ru

Подпись сотрудника кафедры земельных ресурсов и оценки почв  
факультета почвоведения  
ФГБОУ ВО «Московский государственный  
университет имени М. В. Ломоносова»  
В.А. Тереховой удостоверяю:

Ученый секретарь факультета почвоведения МГУ

Ю.А. Микулина