

**Отзыв официального оппонента  
на диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических  
наук Антоновой Ирины Игоревны на тему  
«Почвенные микроскопические грибы национальных парков  
центрального и северного Вьетнама»  
по специальности 1.5.18. Микология**

Известно, что грибное разнообразие в регионах с тропическим климатом выше по сравнению с регионами более высоких широт, но до сих пор исследовано не в полной мере. Однако большинство исследований охватывают конкретные практические вопросы присутствия патогенов растений на сельскохозяйственных культурах, патогенов животных и человека, а также способов борьбы с ними. То есть, исследования преимущественно посвящены изучению экологии и свойств определенных групп грибов, представляющих биотехнологический интерес или, наоборот, угрозу экономическим интересам человека, его пищевым ресурсам и здоровью. Считается, что в настоящее время мы знаем лишь о 10% общего грибного разнообразия планеты, и ожидаемо, что наибольшее разнообразие вновь выявляемых видов придется на менее изученные участки планеты, в первую очередь, тропические регионы.

Работа Антоновой Ирины Игоревны представляет собой объемное, фундаментальное исследование грибного разнообразия почв и связанных с ними субстратов на территории Социалистической Республики Вьетнам, располагающейся в тропической зоне. Подобное масштабное систематическое многолетнее исследование, охватывающее широкий ряд местообитаний в национальных парках и заповедниках северной и центральной части Вьетнама, проведено впервые, хотя работы по изучению разнообразия почвенных микромицетов осуществляются уже на протяжении более 15 лет. В ходе работ автор исследовала почвенную микобиоту в 10 ООПТ Центрального и Северного регионов, составлены списки почвенных грибов для исследованных заповедников и национальных парков. В результате список почвообитающих микромицетов Вьетнама был расширен

более чем на 50% – автором впервые обнаружено еще 194 вида помимо ранее выявленных из почв Вьетнама.

Всего в ходе работ автором было проанализировано 710 образцов почв и сопряженных субстратов, выявлен 371 вид из 135 родов. Для данных местообитаний установлено абсолютное преобладание в таксономическом разнообразии почвенной микобиоты представителей отдела Ascomycota, преимущественно из классов Sordariomycetes (40,6%), Eurotiomycetes (36,6%), Dothideomycetes (8,8%). А также из почв и сопряженных субстратов выявлены представители отделов Basidiomycota, Mortierellomycota, Mucoromycota.

В ходе исследования автор выявила крайне интересный и важный факт, демонстрирующий высокую мозаичность видового разнообразия тропических экосистем в целом и, в частности, комплексов почвенных микромицетов, связанных с определенными растительными ассоциациями. Автором показано, что лишь 1/6 часть выявленных видов встречается повсеместно на исследованной территории Вьетнама в почвах и разных сопряженных с почвой субстратах. И всего менее 1% – 3 вида из выявленных в ходе работы 371 видов (*Aspergillus aculeatus*, *Trichoderma harzianum*, *Pestalotiopsis* sp.) – были найдены в абсолютно всех проанализированных местообитаниях.

При анализе состава видов, входящих в «ядро доминантов», автор выделила три основные группы доминантов – встречающихся регулярно и повсеместно, встречающихся преимущественно в почвах среднегорных лесов и преобладающих в равнинных лесах. С помощью статистических приемов автор достоверно подтверждает сделанные выводы о широтно-зональном распределении почвообитающих микромицетов – автором выявлено обособление равнинного и предгорных участков лесов центральной части Вьетнама от участков горных лесов северной территории. С одной стороны, это может быть связано с комплексом климатических факторов и особенностями рельефа выбранных территорий, но с другой – автором с

помощью статистических методов анализа показано, что климатические факторы лишь частично влияют на состав грибных комплексов. Автором на примере анализа материала из 10 ООПТ, расположенных в центральной и северной части Вьетнама, установлено, что определяющим фактором при формировании почвенных грибных сообществ является тип субстрата. Значительная гетерогенность видового состава микромицетов изучаемых территорий была обусловлена, в первую очередь, специфическими особенностями исходного местообитания – непосредственно почва (поверхностный слой), растительный опад (быстро разлагающийся именно грибами) или «подвешенная почва», скапливающаяся в корзинках эпифитов. То есть, налицо вертикально-ярусная дифференциация комплексов микромицетов, их «ядра доминантов».

Интересная информация представлена автором по оценке потенциального полного видового богатства почвенных микромицетов. Сделанные автором расчеты (по Chao2 и Jack2) показали, что при подобных 1-, 2-х-кратных отборах проб можно выявить более половины, а точнее, около 2/3 (плюс-минус) от предполагаемого видового разнообразия грибов. Это достаточно для понимания наполнения «ядра доминантов» грибного сообщества, понимания потенциала биогеохимической активности действующего комплекса грибов, для заключений об экологических особенностях сформированных в определенных растительных ассоциациях почвенных грибных комплексов.

Автором в ходе работ было выделено 1082 изолята. Большинство штаммов отобраны в коллекцию микроскопических грибов кафедры микологии и альгологии биологического факультета МГУ, являющейся частью депозитария живых систем «Ноев ковчег». Наиболее перспективные штаммы были депонированы во Всероссийскую коллекцию микроорганизмов (ВКМ ИБФМ РАН), и коллекции различных НИИ: «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» (ГНЦ ПМБ РАН, г. Оболенск), "Всероссийский научно-исследовательский институт

защиты растений" (ФГБУН ВИЗР), НИИ Физико-Химической биологии им. А.Н.Белозерского (кафедра химии природных соединений).

В соответствии с поставленными задачами автор диссертации проводила исследования на предмет изучения биотехнологического потенциала выявленных грибов, что имеет важное практическое значение в плане поиска штаммов грибов, проявляющих повышенную физиологическую активность как продуцентов антибиотиков и некоторых экономически важных ферментов, в частности, фермента бета-маннаназы.

При анализе антагонистической активности почти 600 штаммов (точно 592), проведенном совместно для штаммов, выявленных из почв Вьетнама и из региона средней полосы России, были выявлены наиболее активные штаммы из часто встречающихся в разных природных зонах видов грибов родов *Clonostachys*, *Purpureocillium*, *Trichoderma*, *Humicola*, *Fusarium*. Однако автором отмечено, что штаммы из почв Вьетнама наиболее перспективны для исследований как действующие более эффективно в адрес тест-организмов.

Автором также было установлено, что среди 122 штаммов микромицетов, выделенных из природных субстратов Вьетнама (на примере национального парка Бузямап) почти треть (36) штаммов продуцировали вещества, подавляющие рост двух репортерных штаммов бактерий *Escherichia coli*. Для наиболее активных 10 штаммов проведен анализ образуемых веществ. В частности, выявлено новое, не известное ранее по литературным данным активное вещество, подавляющее бактериальную трансляцию.

При проведении скрининга штаммов – продуцентов фермента бета-маннаназы, используемого для включения в рационы домашнего скота с содержанием продуктов переработки сои, рапса, подсолнечника, кукурузы, пшеничных отрубей и ряда бобовых, обладающего пребиотическим и иммуностимулирующим действием, – автором была проведена важная предварительная работа по подбору условий и сроков культивирования штаммов. Из 100 протестированных штаммов отобрано 28 штаммов-

продуцентов из родов *Aspergillus*, *Penicillium* и *Fusarium*, из них 22 с высокой и средней активностью.

Диссертационная работа Антоновой Ирины Игоревны является целостным научным трудом, имеющим фундаментальное и практическое значение как в плане изучения грибного разнообразия почв Вьетнама, а также в плане скрининга штаммов с антагонистической (антибиотической) активностью и со способностью к продукции промышленно важных ферментов-пребиотиков.

Оформление диссертации полностью соответствует предъявляемым требованиям. Текст работы изложен на 161 стр. плюс 73 стр. приложений. Текст хорошо иллюстрирован, включает 27 таблиц, 108 рисунков (фотографии, графики, диаграммы). Список использованных источников включает 143 работы (29 отечественных и 114 зарубежных источников).

Рукопись диссертации включает:

- Введение с описанием актуальности, указанием цели и задач, обозначением научной новизны, теоретической и практической значимости, личного вклада автора, информации об апробации и публикациях по теме диссертации;

- Обзор имеющейся в настоящее время научной литературы по теме исследования (Глава 1), а так же подробное и информативное описание территории Вьетнама с указанием климатических характеристик, типов почв, преобладающих растительных ассоциаций, площадей сохранившихся естественных лесов, интенсивности антропогенной нагрузки.

- Описание материалов и методов (Глава 2), включает:

- описание конкретных исследованных ООПТ, нац.парков и заповедников, с указанием географического расположения, локальных климатических условий данных территорий, указанием типов почв и растительных ассоциаций конкретных точек локаций, времени отбора и количества проб;

- подробное описание методов анализа образцов, процедур анализа, состава питательных сред для выделения и идентификации грибов

- четкие описания используемых в работе критериев разнообразия;
- обозначение всех использованных статистических подходов и методов, типов анализа с указанием их назначения применения;
- четкие описания используемых в работе критериев разнообразия;
- четкое и понятное описание процедуры генетической идентификации выделенных штаммов;
- описание процедуры исследования антибиотической активности выделенных штаммов микромицетов по отношению к тест-культурам ряда бактерий, штаммам-агентов больничных инфекций и модифицированным штаммам *Escherichia coli*, а также дрожжевым грибам *Candida albicans*;
- подробное описание методов анализа образцов, процедура анализа, составы питательных сред для выделения и идентификации грибов
  - Описание результатов (Глава 3), включающих как результаты анализа разнообразия и структуры выявленных грибных комплексов в каждом отдельном ООПТ, в том числе с помощью статистических методов, так и сравнение комплексов из разных ООПТ Вьетнама между собой;
  - В отдельный раздел (Глава 4) вынесены результаты скрининга антагонистической и антибиотической активности штаммов, исследования активности микромицетов-продуцентов фермента бета-маннаназы;
    - Заключение по итогу исследования, выводы из работы;
    - Выводы;
    - Список использованных источников;
    - Приложения. Включают фотоизображения мест исследования, таблицу с полным перечнем выявленных видов с указанием мест изоляции, номера молекулярных последовательностей штаммов, размещенных в GenBank, фото чистых культур выделенных видов грибов диссертации и автореферата

Следует отдельно отметить, что среди многих достоинств работы Антоновой Ирины Игоревны являются не только ставшие понятными из текста ее сформировавшиеся профессиональные навыки по проведению

множественных кропотливых работ по выделению, учету, идентификации и анализу физиологической активности почвенных микроскопических грибов, но также умение использовать обширный спектр статистических анализов полученных первичных результатов и иллюстративных методов представления данных. Автор использовала разнообразные статистические подходы, компьютерные программы для интерпретации результатов. Это позволило автору сделать ряд важных экологических выводов о закономерностях распространения групп доминирующих видов в почвах Вьетнама. что дает возможность для понимания закономерностей функционирования популяций, видов и трофических групп грибов - мицелиальных микромицетов. Автором представлен наглядный иллюстративный материал в виде кривых рангового распределения обилий видов, наиболее полно отражающих альфа-разнообразие сообществ, а также диаграммы Вьенна, результаты кластерного, факторного, регрессионного анализов.

Работа (текст диссертации и автореферат) Антоновой Ирины Игоревны изложена хорошим литературным языком, читается весьма увлекательно. При написании автор корректно и понятно пояснила все нюансы и этапы проведения исследований, материал представлен логично и последовательно.

По содержанию и представлению результатов, их интерпретации никаких значимых замечаний не возникает. В ходе ознакомления с текстом диссертации и полученными результатами возник следующий вопрос:

- Показано, что практически половина штаммов (300 из протестированных 597) не проявляли антагонистическую активность против выбранных тест-культур. Можно ли сделать какие-то предположения, чем это может быть обусловлено? Может ли наличие антагонистической активности быть связано с особенностями исходного местообитания – в почве, опаде, корзинках эпифитов или «подвешенной» почве?

Диссертация Антоновой Ирины Игоревны полностью отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом

имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.5.18. Микология (по биологическим наукам), 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 Антонова И.И. заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.18. Микология.

Официальный оппонент:

Кандидат биологических наук,

ведущий научный сотрудник кафедры биологии почв

факультета почвоведения ФГБОУВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

Иванова Анна Евгеньевна

---

04.12.2024 г.

Контактные данные:

Тел. e-mail:

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:

03.00.07 - Микробиология

Адрес места работы:

119234, г. Москва, Ленинские горы, д.1, стр. 12

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Московский государственный университет имени  
М.В.Ломоносова», факультет почвоведения

Подпись сотрудника

Факультета почвоведения МГУ

Ивановой А.Е. удостоверяю: