

ОТЗЫВ

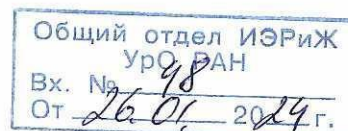
официального оппонента доктора биологических наук Переведенцевой Лидии Григорьевны на диссертационную работу Жуйковой Елены Викторовны «Состав и экологические особенности филогенетических линий *Fomes fomentarius* (L.) Fr. в Северной Азии», представленную в диссертационный совет Д 004.005.01 при Институте экологии растений и животных УрО РАН, на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальностям 1.5.15 Экология (биологические науки); 1.5.18 Микология (биологические науки)

Актуальность темы исследования. Ксилотрофные грибы – уникальные организмы, привлекающие внимание исследователей как с теоретической, так и с практической точек зрения. Учитывая биосферную значимость этих грибов в лесных экосистемах и ценность для биотехнологических процессов, в последнее время углубляются вопросы изучения отдельных распространенных видов грибов с целью выявления экологических особенностей, а также получения данных о генетической изменчивости.

Диссертационная работа Жуйковой Елены Викторовны посвящена изучению состава и экологических особенностей филогенетических линий *Fomes fomentarius* (L.) Fr., что является актуальным в настоящее время, так как несмотря на имеющиеся работы по Европе, сведений по Северной Азии, где зафиксирована значительная часть ареала этого вида, недостаточно.

Научная новизна работы обусловлена тем, что впервые на примере широко ареального вида *Fomes fomentarius* проведено изучение генетической изменчивости с использованием молекулярно-генетических методов. Использование современных методов исследования позволило автору установить, что в Северной Азии данный мономорфный вид является генетически гетерогенным и состоит из нескольких криптических филогенетических линий и сублиний. Критически осмыслив полученные данные, автор показывает, что эти филогенетические линии (и сублинии) обладают выраженной географической и экологической индивидуальностью.

Теоретическая и практическая значимость работы взаимосвязаны, так как *Fomes fomentarius*, с одной стороны, является важным деструктором древесного дебриса в лесных ценозах Урала, Сибири и Дальнего Востока, поэтому данные диссертанта могут быть использованы для разработки методов диагностики фитосанитарного состояния лесов с использованием молекулярно-генетических методов, что имеет непосредственный выход в практику. С другой стороны, данные по генетической изменчивости *Fomes*



fomentarius могут найти применение в биотехнологии.

Данные могут быть использованы в лекционных и практических курсах по экологии и микологии в вузах.

Степень достоверности и апробация работы. Степень достоверности обусловлена имеющимся и собранным материалом, использованием современных методов исследования и анализа данных. Результаты работы прошли достаточную апробацию в ходе участия диссертанта в работе научных конференций, съездов, симпозиумов. Основные положения и результаты работы были представлены на 7 всероссийских и международных конференциях, съездах. Автором опубликовано 25 работ (из них 11 работ по теме диссертации), в том числе 3 статьи в изданиях, рекомендованных Перечнем ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации и индексируемых базами WoS, Scopus.

Диссертационная работа построена по стандартной схеме, состоит из введения, 6 глав, выводов, списка цитируемой литературы и 6 приложений. Материалы изложены на 153 страницах, работа хорошо иллюстрирована 23 рисунками и 17 таблицами. Список использованной литературы включает 183 источника (из них 57 на русском и 126 на иностранных языках). Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Во введении обсуждается актуальность темы исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, определены основные положения, выносимые на защиту, показана степень достоверности и апробация результатов, сформулирована цель исследования – изучение генетического разнообразия на популяционно-видовом уровне и экологических особенностей *Fomes fomentarius* (L.) Fr. в Северной Азии. Перечислены задачи исследования.

Отмечается личный вклад автора, принимавшего участие на всех этапах проведения исследования – от планирования работы, подбора методологии и методов, сбора материала в полевых условиях, проведении молекулярно-генетических работ, интерпретации данных, подготовки и публикации статей, представления результатов на конференциях.

Первая глава диссертационной работы «Материалы и методы» содержит сведения об объекте изучения, методах и методике проведения исследования.

Объект исследования. В главе приводится морфолого-анатомическая характеристика объекта исследования *Fomes fomentarius*. Показано, что этот гриб является одним из основных деструкторов древесного дебриса в лиственных лесах в умеренных широтах Евразии.

Биоматериалы для молекулярно-генетического анализа. Для исследования были

взяты базидиомы трутовика в количестве 254 штук. Из них 134 базидиомы были собраны диссертантом лично. Коллекция хранится в Институте экологии растений и животных УрО РАН. Для проведения анализа было взято 94 базидиомы, из числа которых 50 штук произрастали на территории Урала (Пермский край – 3, Свердловская обл. – 32, Челябинская обл. – 7, Оренбургская обл. – 4, Республика Башкортостан – 4), 17 – из Сибири и с Дальнего Востока (Республика Алтай – 4, Красноярский край – 2, Иркутская область – 2, Республика Бурятия – 1, Республика Саха – 1, Приморский край – 5, Сахалинская область – 2). Кроме того, были использованы базидиомы из Крыма (5), Республики Коми (6), Костанайской области Республики Казахстан (9) и Японии (7).

Молекулярно-генетический анализ. Основная часть работ была выполнена в лаборатории молекулярной генетики растений и грибов Института естественных наук и математики Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (г. Екатеринбург), а часть работ осуществлена в лаборатории систематики и географии грибов Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (г. Санкт-Петербург). Анализ сделан по стандартным методикам, построены филогенетические деревья, проведена их статистическая оценка. Рассчитаны показатели генетического полиморфизма.

Проведена оценка географического распространения и статистический анализ субстратной приуроченности.

В целом, работа выполнена на большом фактическом материале, который статистически обработан, и достоверность проведенных исследований не вызывает сомнений.

Вторая глава «Филогенетический состав настоящего трутовика на Урале» начинается характеристикой Уральской физико-географической страны и зонального подразделения растительного покрова. Автором верно подмечено, что массовые виды обычно не собираются микологами, а только отмечается их присутствие на какой-то территории. Поэтому распространенные виды редко оказываются в коллекциях музеев и гербариев. Автор анализирует данные литературы о степени изученности *Fomes fomentarius* на Урале и справедливо делает вывод, что изучение *Fomes fomentarius* на Урале не имеет системного характера, хотя сведения об этом виде известны с XIX века.

Далее обсуждаются такие вопросы, как генетический полиморфизм, филогенетические линии, криптический характер филогенетических линий. Из базидиом *Fomes fomentarius* s. l. было выделено 59 последовательностей внутренних транскрибируемых спейсеров рибосомальной ДНК и гена 5.8S рибосомальной РНК.

Филогенетический анализ показал генетическую неоднородность данного вида. Сопоставляя собственные результаты и данные литературы, автор приходит к выводу, что на Урале *Fomes fomentarius* представлен теми же, что и в Европе, филогенетическими линиями: А и В. Преобладающей является линия А2, или *Fomes fomentarius* s. str. (65%), а на долю линии В (*Fomes inzengae*) приходится 35%, но визуально они практически не отличаются друг от друга, хотя некоторые различия имеются.

Третья глава «Филогенетический состав настоящего трутовика в азиатской части России». Сначала приводится обзор работ о находках настоящего трутовика в азиатской части России и показано его широкое распространение во всех физико-географических регионах. Глава включает несколько разделов в соответствии с поставленной целью и обозначенными задачами исследования. Автором изучен генетический полиморфизм *Fomes fomentarius* в Сибири и на Дальнем Востоке. Филогенетический анализ 17 последовательностей внутренних транскрибируемых спейсеров рДНК и 5.8S рРНК, выделенных из плодовых тел грибов, собранных в Сибири и на Дальнем Востоке, показал их генетическую неоднородность, хотя различия незначительны. Интересным моментом в этом разделе является то, что в Сибири и на Дальнем Востоке *Fomes fomentarius* представлен одной филогенетической линией А, но двумя криптическими сублиниями: А1 и А2 (на Урале две линии – А и В). Морфологических отличий между базидиомами грибов сублиний не обнаружено, что подтверждается данными литературы.

Четвертая глава «Эколого-географическая характеристика филогенетических линий». Выявленные филогенетические линии и сублинии были проанализированы при молекулярно-генетическом описании. Эколого-географическая характеристика филогенетических линий и сублиний *Fomes fomentarius* никем ранее не проводилась. Автором была поставлена задача – обобщить литературные и собственные данные и показать распространение и экологические особенности грибов разных филогенетических линий и сублиний.

Далее анализируется филогенетическая линия А и сублинии А1 и А2. Сублиния А1 – это единственная филогенетическая линия *Fomes fomentarius* в Северной Америке. Субстратный спектр этого гриба довольно разнообразен, включает 20 видов деревьев и кустарников, из которых наиболее часто отмечены: *Fagus*, *Populus*, *Alnus*.

Жуйковой Е.В. впервые выявлены грибы сублинии А1 в Северной Азии, на Дальнем Востоке (Приморский край, Сахалинская область), что подчеркивает их биогеографические связи.

Сублиния А2 характерна для *Fomes fomentarius*, обитающего в Центральной Европе (Восточная Словакия). В России грибы этой сублинии обнаружены в Европейской части (Московская область, Республика Коми). Автор отмечает, что грибы этой сублинии встречаются на Северном и Среднем Урале, чаще всего на *Betula*.

Анализ литературных данных и результатов собственных исследований филогенетической линии В проведён в той же последовательности, что и анализ филогенетической линии А. В Северной Азии обнаружена одна сублиния В2, но автор счел нужным охарактеризовать обе сублинии. Встречаются грибы сублинии В2 на Урале, основным субстратом является *Populus*, видовое название гриба *Fomes inzengae*.

Пятая глава «Таксономический статус филогенетических линий» посвящена исследованию возможности применения молекулярно-генетических методов для разграничения морфовидов базидиальных грибов, представляющих собой комплексные таксоны. В основном это обзор литературы и обсуждение дискуссионных вопросов (раздел 5.1. Молекулярно-генетические критерии разграничения видов грибов). В разделе 5.2 Статус филогенетических линий настоящего трутовика в Северной Азии обсуждается наличие трех из четырех известных филогенетических сублиний *Fomes fomentarius*, которые, как утверждает автор, обособляются в виде трех монофилетических клад на филогенетическом дереве. Так, линия А в Северной Азии представлена двумя криптическими сублиниями, которые слабо отличаются в генетическом отношении составлены видами с неперекрывающимися ареалами (*Fomes fomentarius* s. str.): А1 (Дальний Восток); А2 (Урал, Сибирь). Линия В (только сублиния В2) представлена *Fomes inzengae*, для которой Урал является восточной границей распространения.

Выводы по работе обоснованны и корректны, они полностью соответствуют поставленным задачам исследования.

Приложения:

Приложение А – Справка о внедрении результатов диссертационной работы;

Приложение Б – Сведения о лекарственных свойствах настоящего трутовика;

Приложение В – Описание датасета «*Fomes fomentarius* in the Urals and adjacent territories from the Institute of Plant and Animal Ecology herbaria»;

Приложение Г – Сведения об образцах настоящего трутовика, использованных для молекулярно-генетических исследований;

Приложение Д – Сведения о привлеченных нуклеотидных последовательностях;

Приложение Е – Филогенетический состав *Fomes fomentarius sensu lato* на Урале и в Северном Казахстане.

В Приложениях находится обширный материал (49 с.), который значительно дополняет диссертацию и подчеркивает объем проделанной работы.

В целом можно отметить, что диссертационная работа Жуйковой Елены Викторовны представляет собой полноценное законченное научное исследование, выполненное на высоком научном уровне с использованием современных методов исследования, и имеет существенное значение для биологической отрасли знаний.

Материалы диссертационной работы Жуйковой Елены Викторовны могут быть учтены при составлении плана мероприятий по диагностике фитосанитарного состояния лесов с использованием молекулярно-генетических методов, при дальнейшем изучении ареала распространения *Fomes fomentarius* s.l., а также использованы в вузах, в курсах микологии, экологии, географии грибов и общей экологии.

В ходе анализа диссертационной работы имеется ряд замечаний:

Тема диссертации «Состав и экологические особенности филогенетических линий *Fomes fomentarius* (L.) Fr. в Северной Азии» конкретно отсылает к очень обширному региону, включающему Урал, Сибирь и Дальний Восток. Поэтому необходимо было бы точно указать, что именно относится к этим составляющим. В работе, в одних случаях указано, что исследования проводились в рамках федеральных округов, которые в Российской Федерации выделены как политико-административные единицы: «...почти весь Уральский, весь Сибирский и весь Дальневосточный федеральные округа». Но это не совпадает с географическими подразделениями. Поэтому нет ясности, например, куда относится Республика Саха (Якутия). Так, в таблицу 4.1. «Список базидиокарпов настоящего трутовика и соответствующих им сиквенсов сублинии A1 из Сибири и Дальнего Востока» включено 6 образцов с Дальнего Востока, и один – из Якутии (северо-восток Сибири). А в анализ включено 7 образцов с Дальнего Востока (далее с цифрами тоже несоответствие). В этой же таблице указано 5 образцов из Японии (куда причислить?).

То же самое – нет ясности по данным таблицы 4.3: что относится к Сибири, а что является частью Дальнего Востока? Это важно, так как тогда и анализ результатов, и выводы будут другими.

В диссертации обзор литературы не выделен в виде самостоятельной главы, а распределён по отдельным главам. Конечно, это дело автора, как удобнее расположить материал в работе, но порой сложно вычленить именно собственные данные автора и их анализ, так как собственные результаты перемежаются с данными литературы.

Особенно это касается рисунков. Так из 23 рисунков 2 рисунка характеризуют природные условия, 8 рисунков построены на собственных данных, а 13 рисунков либо взяты из других работ (обзор литературы), либо включают совместно некоторые собственные результаты.

Характеристика объекта исследования. В названиях глав указывается объект исследования – настоящий трутовик. Немного непривычно такое русское название – настоящий трутовик. Все же латинское название рода *Fomes* обычно переводится как трутовик, поэтому логичнее было бы называть трутовик настоящий.

В главе 2 (2.3 Криптический характер филогенетических линий) показаны анатомо-морфологические различия двух криптических видов *F. fomentarius* s. str. и *F. inzengae* по литературным данным (таблица 2.4). Было бы более ценным, если бы автор привёл собственные данные, которые можно было бы сравнить впоследствии с данными литературы. В целом, традиционные морфолого-анатомические признаки базидиом слабо отражены в диссертации.

Для молекулярно-генетического анализа было взято 94 базидиомы. В основном это Урал (50 образцов), из Сибири – 10 образцов, а с Дальнего Востока всего 7 образцов. Этого количества, наверно, маловато для такой обширной территории.

Всё же непонятно, зачем были взяты образцы из Крыма и других регионов?

Допущены некоторые неточности, прежде всего, в количестве образцов: указано, что взято в Свердловской области 164 образца, а в таблице 2.2. показано 162 образца.

Очень дробная рубрикация текста. Есть главы, подглавы и ещё более мелкие разделы, а таблицы привязаны к главам. Но по правилам номер таблицы должны повторять номер раздела. Например, раздел 1.1. Тогда и таблицы должны быть: Таблица 1.1.1.; Таблица 1.1.2. и так далее.

Есть повторы в нумерации таблиц. Так, две таблицы имеют один и тот же номер: таблица 4.4. с разными заголовками. Некоторые таблицы состоят всего из 2-х строчек.

Имеются некоторые малочисленные опечатки, есть недочеты в оформлении.

Высказанные замечания не умаляют достоинств фундаментальной работы, не ставят под сомнение полученные результаты и носят дискуссионный или рекомендательный характер.

На основании вышеизложенного можно резюмировать, что диссертация «Состав и экологические особенности филогенетических линий *Fomes fomentarius* (L.) Fr. В Северной Азии» соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским

диссертациям Положением о присуждении ученых степеней (пп. 9-11, 13, 14), утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 с изменениями, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 20.03.2021 г. № 426, а её автор, Жуйкова Елена Викторовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальностям 1.5.15 Экология (биологические науки); 1.5.18 Микология (биологические науки)

Доктор биологических наук, профессор; профессор кафедры ботаники и генетики растений ФГАОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»

Докторская диссертация защищена по специальности 03.00.24. Микология (биологические науки)

614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15 (корп. 1); тел. +7(342) 239-64-35; E-mail: info@psu.ru

 Переведенцева
Лидия Григорьевна

