

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 004.005.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ЭКОЛОГИИ  
РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ  
АКАДЕМИИ НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ  
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 20.02.2024 №1

О присуждении Жуйковой Елене Викторовне, имеющей гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата биологических наук.

Диссертация «Состав и экологические особенности филогенетических линий *Fomes fomentarius* (L.) Fr. в Северной Азии» по специальностям 1.5.15. Экология (биологические науки) и 1.5.18. Микология (биологические науки) принята к защите 25.10.2023 г. (протокол заседания №8), диссертационным советом Д 004.005.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук, адрес организации: 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, дом 202, приказ о создании диссертационного совета № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Жуйкова Елена Викторовна, 23 июля 1991 года рождения, в 2014 году окончила Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», в 2022 году окончила обучение в аспирантуре в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте экологии растений и животных УрО РАН, работает инженером-исследователем в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте экологии растений и животных УрО РАН и по совместительству инженером в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении

высшего образования «Уральском федеральном университете имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

Диссертация выполнена в лаборатории биоразнообразия растительного мира и микобиоты Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института экологии растений и животных УрО РАН.

Научный руководитель – доктор биологических наук, профессор Мухин Виктор Андреевич, главный научный сотрудник лаборатории биоразнообразия растительного мира и микобиоты Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института экологии растений и животных УрО РАН.

Официальные оппоненты:

Переведенцева Лидия Григорьевна – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры ботаники и генетики растений Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,

Красуцкий Борис Викторович – доктор биологических наук, профессор, старший научный сотрудник лаборатории лесовосстановления, защиты леса и лесопользования Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ботанического сада Уральского отделения Российской академии наук дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук» в своем положительном отзыве, подписанном кандидатом биологических наук, старшим научным сотрудником отдела флоры и растительности Севера с научным гербарием Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН Паламарчук Мариной Анатольевной, кандидатом биологических наук, научным сотрудником того же отдела Косолаповым Денисом Александровичем, а также кандидатом биологических наук, руководителем

центра коллективного пользования «Молекулярная биология» Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН Шадриным Дмитрием Михайловичем и утвержденном директором Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук» доктором биологических наук, член-корреспондентом РАН Дёгтевой Светланой Владимировной, указала, что диссертационная работа представляет собой самостоятельное законченное научное исследование. Цель и задачи, поставленные автором, выполнены в полном объеме. Полученные автором результаты обладают научной новизной, базируются на оригинальных данных, обработанных с использованием современных методов, хорошо апробированы и опубликованы, в том числе в журналах из списка ВАК.

Работа Е.В. Жуйковой 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 ее автор, Жуйкова Елена Викторовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальностям 1.5.15. Экология (биологические науки) и 1.5.18. Микология (биологические науки).

Соискатель имеет 25 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 11 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано три работы. В работах, выполненных в соавторстве, Е.В. Жуйкова принимала непосредственное участие в сборе и обработке материала, анализе данных, обсуждении полученных результатов и написании текста. Общий объем публикаций составляет 4,58 условных печатных листов. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Mukhin, V.A. Genetic variability of the medicinal tinder bracket polypore, *Fomes fomentarius* (Agaricomycetes), from the Asian Part of Russia / V.A.

Mukhin, **E.V. Zhuykova**, S.M. Badalyan // Int. J. Med. Mushrooms. – 2018. – Vol. 20, №. 6. – P. 561–568.

2. Badalyan, S.M. The phylogenetic analysis of Armenian collections of medicinal tinder polypore *Fomes fomentarius* (Agaricomycetes, Polyporaceae) / S.M. Badalyan, **E.V. Zhuykova**, V.A. Mukhin // Ital. J. of Mycology. – 2022. – Vol. 51, №. 1. – P. 23–33.

3. **Жуйкова, Е.В.** Разнообразие и экологические особенности филогенетических линий настоящего трутовика на Урале / Е.В. Жуйкова, В.А. Мухин // Экология. – 2022. – №. 5. – С. 355–361.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от канд. биол. наук Головиной Т.А., канд. биол. наук Паритова А.Ю., д-ра. с.-х. наук, проф. Залесова С.В., д-р биол. наук Полежаева А.Н. и канд. биол. наук Сазановой Н.А., д-р биол. наук Арефьева С.П., канд. биол. наук Крапивиной Е.А. д-р биол. наук, доц. Мучник Е.Э., канд. биол. наук Саркиной И.С., канд. биол. наук Химич Ю.Р., канд. биол. наук Волобуева С.В. В отзывах отмечено, что тема диссертационного исследования является актуальной. Работа выполнена на высоком научном уровне, хорошо структурирована, является законченным исследованием, соответствующим целям и задачам. Обоснованность выводов и защищаемых положений, представленных в диссертационной работе, обеспечивается большим объемом данных, полученных с использованием современных молекулярно-генетических методов, а также современных методов обработки и анализа данных. Диссертация хорошо апробирована, автор имеет достаточное количество публикаций, отражающих тематику диссертации, в том числе статьи в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России.

В отзывах приведены следующие замечания: обращает на себя внимание сравнительно небольшое число базидиокарпов, собранных в отдельных регионах для характеристики популяций; в автореферате не приводятся пояснения о морфологических, анатомических и физиологических различиях филогенетических линий А2 и В; в

характеристике изученных образцов нелишним было бы указать, с каких видов деревьев они были собраны; слишком категорично утверждать, что на исследованных территориях Северной Азии представлены только отмеченные диссертантом линии настоящего трутовика, корректнее заключить, что они там найдены и преобладают; четкая формулировка необходимости привлечения материалов не из Северной Азии в разделе 1.2 помогла бы более целостному восприятию результатов; чем обусловлен выбор в качестве единственного ДНК-маркера только последовательностей ITS1-5.8S-ITS2 рДНК, в то время, как в ряде аналогичных исследований, проведенных на европейских образцах *Fomes fomentarius* s. lato применялся мультилокусный анализ нуклеотидных последовательностей – ITS, LSU, *rpb1*, *rpb2*, *tef1*. Также в отзывах содержались вопросы: базидиокарпы с какой максимальной давностью сбора удалось использовать для молекулярно-генетических исследований; почему для молекулярно-генетического анализа несоразмерно много было исследовано образцов из Свердловской области по сравнению с другими административными территориями, следует ли отсюда, что данные по Уралу более чем достаточные, а обширная территория Сибири и Дальнего Востока требует доработки; какая из сублиний может поселиться на тополе на остальной территории Северной Азии; возможно ли при детальном исследовании Сибири и Дальнего Востока обнаружить там присутствие линии В?

Все отзывы имеют положительное заключение. В них указано, что диссертация соответствует требованиям пунктов 9–11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Жуйкова Елена Викторовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальностям 1.5.15. Экология (биологические науки) и 1.5.18. Микология (биологические науки).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетенцией в области диссертационного исследования, что подтверждается наличием научных работ по теме диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея о генетическом и экологическом разнообразии на популяционно-видовом уровне *Fomes fomentarius* (L.) Fr. в Северной Азии – одного из основных видов грибов-деструкторов древесного дебриса в лесах Северной Азии;

предложен оригинальный подход изучения биоразнообразия на популяционно-видовом уровне широко ареальных видов ксилотрофных грибов, основывающийся на использовании комплекса экологических, географических и молекулярно-генетических методов анализа;

доказано, что в Северной Азии вид *Fomes fomentarius* (L.) Fr. состоит из двух описываемых в Европе симпатрических криптических видов *Fomes fomentarius* sensu stricto и *F. inzengae* (Ces. & De Not.) Cooke;

введены новые понятия о сублиниях В1 и В2 как самостоятельных в географическом и генетическом отношениях вариантах филогенетической линии В.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что в Северной Азии *Fomes fomentarius* (L.) Fr. представлен двумя криптическими филогенетическими линиями (А и В) и тремя сублиниями (А1, А2, В2), обладающими выраженной географической и экологической индивидуальностью;

применительно к проблематике диссертации эффективно использован комплекс базовых методов молекулярно-генетического, экологического и географического анализа популяции настоящего трутовика с использованием современных программ статистической обработки данных;

изложены результаты, свидетельствующие о том, что филогенетическая линия А представлена двумя генетически слабо отличающимися сублиниями

A1 и A2. Сублиния A1 характерна для дальневосточной группы популяций, а сублиния A2 для евроазиатской группы популяций, ареал которой охватывает Урал, Сибирь и частично Дальний Восток;

раскрыты трофические различия грибов филогенетических линий А и В: грибы линии А преимущественно развиваются на древесных остатках *Betula*, древесные остатки *Populus* в их трофическом спектре отсутствуют; для грибов линии В, наоборот, древесные остатки *Populus* являются основным субстратом, а *Betula* в их трофическом спектре нет, что обеспечивает симпатрическое развитие грибов разных линий в районах, где их ареалы перекрываются – на Урале;

изучены географические закономерности генетической изменчивости настоящего трутовика, которые впервые дают достаточно полное представление об особенностях экологической, генетической и географической структуры и объеме мономорфных широко ареальных видов ксилотрофных грибов;

проведена модернизация существующих представлений, касающихся популяционно-видового и эколого-географического разнообразия *Fomes fomentarius* (L.) Fr. на Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны новые представления о составе и таксономическом ранге филогенетических линий настоящего трутовика *Fomes fomentarius* (L.) Fr. на Урале и в азиатской части России, их географическом распространении, экологических особенностях, сведения о которых внедрены в учебный процесс кафедры биоразнообразия и биоэкологии, в частности использованы в курсах «Альгология и микология», «Экологическая физиология грибов», читаемых студентам Института естественных наук и математики Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина; определены перспективы практического использования результатов исследования: получены новые сведения о генетической изменчивости

настоящего трутовика, составе и экологии его филогенетических групп, которые могут быть использованы в биотехнологии (в настоящее время это ограничивается неопределенностью границ вида), а также для разработки методов диагностики фитосанитарного состояния лесов с использованием молекулярно-генетических методов;

создана коллекция, включающая аннотированный гербарный материал, чистые дикариотические культуры, набор оригинальных и референсных последовательностей внутренних транскрибируемых спейсеров 1 и 2 рибосомальной ДНК, и гена 5.8S рРНК, которая может служить основой для дальнейших экологических, генетических, морфологических исследований; представлены данные, необходимые для биотехнологического использования, фитосанитарной и экологической оценки, а также для разработки методов молекулярной диагностики стволовых гнилей.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ с применением молекулярно-генетического анализа использовано современное оборудование: термоциклер C1000 Touch Amplifier (Bio-Rad Laboratories Inc., США), система документирования гелей Gel Doc XR+ (Thermo Fisher Scientific Inc., США), реактивы: наборы для экстракции ДНК NucleoSpin Plant II (Macherey-Nagel Vertrieb GmbH & Co. Kg., Германия), DNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN N.V., Германия), diaGene для выделения ДНК из растительной ткани (ООО «Диаэм», РФ), полимеразной цепной реакции 1x iQ Supermix (Bio-Rad Laboratories Inc., США), праймеры и HS-Taq ДНК полимеразы (ЗАО «Евроген Ру», РФ), для гель-электрофореза ДНК 100+ bp DNA Ladder (ЗАО «Евроген Ру», РФ) и очистки ПЦР продуктов GeneJET PCR Purification Kit (Thermo Fisher Scientific Inc., Уолтем, США), а также услуги современных зарекомендовавших себя специализированных компаний ЗАО «Евроген Ру» (г. Москва, РФ) и ООО «Синтол» (г. Москва, РФ), что обеспечивает воспроизводимость результатов исследования; все процедуры выполнены с соблюдением требований по предотвращению контаминаций и с использованием контрольных образцов;

теория об эколого-генетической гетерогенности широко ареальных морфовидов грибов и комплексном характере некоторых из них построена на проверяемых закономерностях [Bruns, 1991; Towards a unified..., 2013; Matute and Sepúveda, 2019; Improving taxonomic delimitation..., 2022] и согласуется с известными экспериментальными данными по теме диссертации [The occurrence and..., 2012; Medicinal value and..., 2016; How to resolve..., 2019; Genetic and plant..., 2020];

идея диссертационного исследования базируется на анализе и обобщении опубликованных данных, согласно которым в Европе и Северной Америке настоящий трутовик является гетерогенным и состоит из нескольких филогенетических линий разного ранга [The occurrence and..., 2012; Phylogenetic and phenotypic..., 2013; Fungal strain matters..., 2015; Medicinal value and..., 2016; How to resolve..., 2019];

использованы для сравнения результаты зарубежных исследований, описывающих в Европе симпатрические криптические филогенетические линии настоящего трутовика, их экологические особенности [The occurrence and..., 2012; Phylogenetic and phenotypic..., 2013; Medicinal value and..., 2016; How to resolve..., 2019; Genetic and plant..., 2020];

установлено качественное и количественное совпадение полученных результатов с литературными данными по (а) генетической гетерогенности *Fomes fomentarius* sensu lato [The occurrence and..., 2012; Medicinal value and..., 2016; Fungal strain matters..., 2015; How to resolve..., 2019], (б) уровням нуклеотидного разнообразия, нуклеотидной дивергенции и сходства линий и сублиний [The occurrence and..., 2012; Medicinal value and..., 2016; Fungal strain matters..., 2015; How to resolve..., 2019], (в) экологическим особенностям линий и сублиний в Европе и Северной Америке [The occurrence and..., 2012; How to resolve..., 2019; Genetic and plant..., 2020; *Fomes inzengae* (Ces. & De Not.)..., 2020];

использованы современные методы, адекватные поставленным задачам, выполнен большой объем полевых и экспериментальных работ:

проанализировано 254 образца базидиокарпов настоящего трутовика, получено 18 чистых дикариотических культур, 94 оригинальные последовательности ITS1-5,8S-ITS2 рДНК, использовано в общей сложности 255 открытых баз данных; обработка данных секвенирования проведена с помощью Sequencing Analysis Software v.5.3.1 (Thermo Fisher Scientific Inc., США), FinchTV v.1.5.0 (Geopriza Inc.) и MEGA v.7 [Kumar et al., 2016], выравнивание последовательностей, подбор модели [Nei and Kumar, 2000], филогенетический анализ и построения проведены в программе MEGA v.7 [Kumar et al., 2016], матрица сходства последовательностей рассчитана в веб-сервисе Multiple Sequence Alignment EMBL-EBI [Multiple Sequence Alignment], показатели полиморфизма – в программе DnaSP v.6.12 [DnaSP 6: DNA sequence., 2017], статистический анализ был проведен с использованием программного обеспечения Statistica 8.0.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии на всех этапах исследования: в разработке общего плана исследования, формулировании целей и задач работы, в получении исходного материала (сбор полевого материала, выделение чистых культур), камеральной обработке собранных образцов (разбор и оцифровка коллекций, отбор биологических образцов, проведение молекулярно-генетических исследований: выделение ДНК, проведение полимеразной цепной реакции и горизонтального электрофореза; обработка первичных данных секвенирования), в поиске и систематизации литературных сведений и материалов из открытых баз данных, в филогенетическом и статистическом анализе данных, депонировании полученных последовательностей в базу данных GenBank NCBI, подготовке материалов для публикации в Глобальной базе данных по объектам биоразнообразия GBIF, интерпретации полученных результатов, подготовке публикаций по итогам выполненной работы и представлении результатов на научных конференциях, написании диссертационной работы, формулировании ее основных положений.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Д-р биол. наук, проф. С.А. Шавнин: У меня два вопроса. (а) Общим субстратом является в лесу отпад, то есть погибшие деревья, упавшие деревья, сучья, ветки, – то, что остается на поверхности. В его разложении, участвуют сообщества ксилотрофных грибов, включая тот вид, который Вы изучали. Можете оценить примерный вклад в разложение древесины именно того вида, которым Вы занимались? То есть ясно, что 100% в итоге древесины разлагается. Скажем, берем березняк вторичного происхождения в условиях Среднего Урала, и там работает отпад: деревья упали по разным причинам, в основном из-за гнили, ветром уронило. Они упали, после этого они включились в циклы разложения углеродные, которые в экосистеме работают. Каков вклад именно трутовика обыкновенного, которыми Вы занимались? (б) Второй вопрос связан уже с отличием субстратной специфичности линий А и В, который в Вашей работе, на мой взгляд, один из самых интересных результатов. Химия древесины. Ясно, что химию древесины березы, осины Вы не смотрели, но основные компоненты это лигнин и целлюлоза. При этом субстратная специфичность определенная, относительная субстратная специфичность есть у линии А и линии В. Ясно, что ферментные системы, которые участвуют в разложении древесины, будут отличаться, и, по-видимому, отчасти это на генетическом уровне Вам удалось зацепить, посмотреть. Есть ли какие-то данные именно о том, насколько по-разному действуют эти ферментные системы, то есть как быстро разлагается целлюлоза, как быстро – лигнин разлагается у березы и осины? (в) Разница между лигнином и целлюлозой?

2. Д-р биол. наук В.Л. Семериков: (а) Вами показано, что в Северной Америке присутствует линия А1, та же, которая присутствует на Дальнем Востоке. Что на основе этого можно сказать о том, что является исходной точкой и что является производной, то есть откуда расселялся он в Северную

Америку или наоборот в Восточную Азию? И как это можно было бы сделать: такие оценки и возраст этого события? (б) Изменчивость В1 гораздо выше, чем В2. Как это можно интерпретировать с биографической точки зрения? По-видимому, я так понимаю, В2 имеет гораздо более низкую изменчивость, он возник недавно из группировки клады В1. Можно каким-то образом оценить время этих событий, сделать тоже какие-то заключения биогеографические?

3. Д-р биол. наук Н.С. Корытин: У меня, может, такой не совсем профессиональный вопрос, но вот мне очень интересно, может быть вы попытаетесь пофантазировать, как это случилось, что эти сублинии разошлись на разные субстраты? Что было вперед? То есть не очень понятно, то ли была изначально другая какая-то сублиния, потом она разошлась на эти субстраты или как-то еще. Вы что-нибудь можете по этому поводу сказать?

4. Д-р биол. наук, проф. А.Г. Васильев: У Вас получились замечательные эволюционно-экологические выводы, связанные с расхождением двух этих линий уральских А и В по субстрату. Это действительно поразительные такие моменты, являются, наверное, сердцем Вашей работы, ключевым моментом. И насколько все-таки строго соблюдается эта субстратная привязанность у каждой линии? Есть ли какие-то у Вас количественные оценки? В смысле, исключения?

5. Д-р биол. наук, доц. Ю.Е. Михайлов: (а) Ваша работа имеет явно большое также прикладное значение. Даже если просто почитать, что этот вот вид, который Вы выделили – *Fomes inzengae* – это редкий неморальный вид. Это уже явная рекомендация даже в Красные книги этих субъектов, допустим, Южного Урала. В связи с этим вопрос: получается, что настоящим трутовиком мы сейчас можем называть только *Fomus fomentarius*. Соответственно, вот этого вида явно должно быть русское название, потому что, опять же, для внесения в красные списки оно нужно. (б) Их можно разделить только по субстрату, или все-таки у них какие-то морфологические

признаки есть? Потому что, Вы сами понимаете, практикам это нужно будет, ведь генетику они явно делать не будут.

6. Д-р биол. наук, ст. науч. сотр. В.Г. Монахов: Я немножко вернусь к практическому использованию результатов. У вас, как сказано в заключении, определены перспективы практического использования полученных результатов. Немножко расшифруйте, пожалуйста, и желательно с упором на лесное хозяйство.

7. Канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории биоразнообразия растительного мира и микобиоты Института экологии растений и животных УрО РАН И.В. Ставишенко: У Вас основной упор в разделении этих линий, если говорить о практической специализации, дело в том, что линия В1 встречается на *Populus*, чего не сказать по линии А2 и А1, то есть что *Fomes fomentarius* на осине линии А1 и А2 не встречаются. Правильно я понимаю? Но, простите меня, на Дальнем Востоке растет осина, на ней встречаются *Fomes fomentarius*. То есть у Вас просто не было таких образцов? Как Вы это объясните? Почему на Дальнем Востоке встречается на осине настоящий трутовик?

8. Д-р биол. наук А.Г. Ширяев: На регулярно проходящих конгрессах мировых исследователей микоризы *Fomes fomentarius* фигурирует постоянно как гриб, формирующий микоризу. Вот я почему-то в этом докладе не услышал этот момент, хотя это очень важный момент, оказывается, в экологии любого вида гриба. Вы так-то учитывали подобные вещи? Может, это как-то повлияло на расхождение Вашей линии?

Соискатель Жуйкова Е.В. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию:

1. Ответы на вопросы д-ра биол. наук, проф. С.А. Шавнина: (а) Мне известны данные по западной части Восточной Сибири, по лесным экосистемам: *Fomes fomentarius* разлагает от 40 до 45% древесных остатков берез. (б) Мне пришло две идеи по поводу Вашего вопроса. Во-первых, я бы хотела заметить, что до того, как настоящий трутовик стал изучаться

молекулярно-генетическими методами, он, безусловно, изучался другими, например, изоферментным анализом, который был направлен на изучение как раз ферментов, соответственно, разложения древесины. И, как я помню, европейские коллеги обнаружили, что действительно эта разница есть, она существенна. Однако тогда ничего не было известно по поводу филогенетических линий, и мы можем только предполагать, что в их образцах они присутствовали, поэтому они видели эту разницу. С другой стороны, таких исследований именно по отношению к древесине берез и, скажем, тополей или осины в настоящее время еще не проводилось. Европейские коллеги изучают разницу в скорости и в качестве разложения древесины на ведущем субстрате в Европе – это бук, существует два исследования по этому поводу. Одно из них говорит о том, что какой-то особой разницы между сублиниями A2 и B2 зарегистрированного не было, ни по скорости, ни по качеству разложения древесных остатков *Fagus*. А вот совсем недавно вышедшее исследование, буквально в ноябре 2023 года, как раз показывало эту разницу. Что интересно, образцы первого и второго исследований были собраны в Центральной Европе, но разница оказалась во втором исследовании статистически значимой, то есть такие неоднозначные результаты. (в) Разница между тем, как качественно и количественно представители, точнее дикариотический мицелий разных сублиний разлагает древесные остатки бука.

2. Ответы на вопросы д-ра биол. наук В.Л. Семерикова: Оба вопроса, по нашему мнению, относятся к филогеографии. Для рассуждений в этой области необходимо, по нашему мнению, большее количество данных из Азии, где как раз концентрация сублиний максимальная, где, вероятно, происходили некие события, результаты которых мы сейчас наблюдаем, регистрируя различные географические особенности и субстраты. На данный момент таких данных крайне мало, и рассуждать на эту тему, по нашему мнению, рано. Нужно накопить еще бóльшее количество данных из этого

региона для того, чтобы приступить к глобальному рассуждению по этим вопросам. Это, безусловно, очень важный момент, перспективный.

3. Ответы на вопросы д-ра биол. наук Н.С. Корицина: Я могу сказать по этому поводу только то, что в данный момент мы видим картину видообразования, которое на разных уровнях, да: линии и сублинии, — находятся на разном этапе. Предполагать, что было раньше я могу только на основании того, что, например, к североамериканскому виду *Fomes fasciatus*, который был взят в качестве внешней группы, линия В, например, ближе, чем линия А по уровню нуклеотидного сходства, нуклеотидной дивергенции. Но предполагать, каким образом появилось дальнейшее разделение линии и субстрата, я затрудняюсь на данный момент.

4. Ответы на вопросы д-ра биол. наук, проф. А.Г. Васильева: Что касается исследованных территорий Урала, прилегающих к ним территорий, то пространство, где распространены обе сублинии: и А2, и В2. И поэтому в этом регионе мы сосредоточили внимание именно на этом расхождении по субстратам, и именно из-за этих факторов стало возможно провести статистическую оценку. Четырехпольная таблица состояла фактически из цифры и нуля. Нами не было зарегистрировано ни одного представителя, соответственно, противоположного, то есть четкая привязка, как я сейчас помню, 25, 0, 0, 12 относительно *Betula* и *Populus* сублинии А2 и В2. Кроме этого, мы подкрепили данные поиском и анализом существующих, уже загруженных в открытые базы данных последовательностей и из 255 проанализированных последовательностей, только часть, безусловно, но большая часть, попрошу заметить, принадлежала либо к линии А2, либо к линии В2, и собирая подробные аннотации этих последовательности, мы также не обнаружили не одной, которая выбивалась бы из установленной тенденции.

5. Ответы на вопросы д-ра биол. наук, доц. Ю.Е. Михайлова: (а) Два вида *Fomes fomentarius* и *Fomes inzengeae* — были вновь описаны с

протологами в статье Урсулы Пайнтнер в 2019 году, они были приняты многими коллегами, европейскими микологами, однако, частично подвергались сомнению: они до сих пор не зарегистрированы как текущие названия в, например, в Index Fungorum. Поэтому, прямо сейчас, все же положение их как двух отдельных видов, и, кроме того, границы этих видов, какие сублинии туда входят, где они распространены, – это все еще дискуссионный вопрос, особенно по отношению к России, Азии в целом, где подобные исследования крайне редки, материалы оттуда так же не многочисленны. (б) Что касается морфологических характеристик, то здесь также существует некоторая амбивалентность, потому что в статье, которую я уже упоминала, были описаны некоторые морфологические характеристики, позволяющие разделять два вида, как, например, размер базидиоспор, толщина скелетных гиф, как в базидиомах, так и в чистых дикариотических культурах, количество спор на сантиметр, – и все эти показатели значимо различались между видами. Например, литературный обзор по всему ареалу, проведенный Гаперовой с коллегами, опубликованный, если мне не изменяет память, в 2018 году, не показал никаких значимых различий. Коллеги, исследующие фактически сублинию A1 и отдельный вид *Fomes fasciatus* в Северной Америке, из всех изучаемых морфологических признаков установили, что два вида, то есть сублинию и отдельный вид, можно различить только по размеру базидиоспор, и то эти значения перекрывается. Также последние статьи показали, что морфологические признаки, описанные Пайнтнер, но уже на материалах из Центральной Европы не являются значимыми. Поэтому на данный момент происходит поиск таких морфологических признаков, и разные точки зрения существуют о возможности разделять эти виды. По нашему опыту в природе, невооруженным взглядом фактически разделить их невозможно, о чем мы пишем в тексте диссертации. Единственным примерным ориентиром может

быть субстрат, но отделенные от него плодовые тела уже очень сложно разделить.

6. Ответы на вопросы д-ра биол. наук, ст. науч. сотр. В.Г. Монахова: Основное внимание сейчас к настоящему трутовику в целом, как к комплексу видов, приковано именно из-за обилия работ по поиску биологически активных компонентов, и это подавляющее большинство статей, сотни, можно сказать, и это оттягивает на себя все внимание, когда мы говорим о практическом применении результатов. Что касается важности в лесном хозяйстве, то, нам видится, она в том, что в первую очередь фактически разные виды, как было показано, с разной скоростью могут разлагать разные субстраты, что само по себе как нуждается в дальнейшем исследовании, так и может послужить основой для каких-то практических выводов.

7. Ответы на вопросы канд. биол. наук, старшего научного сотрудника лаборатории биоразнообразия растительного мира и микобиоты Института экологии растений и животных УрО РАН И.В. Ставищенко: Действительно, мы основываем свой вывод о разных субстратных предпочтениях сублинии А2 и В2 исключительно на существующем в настоящий момент материале по Уралу и прилегающим территориям, что, безусловно, не исключает, что при более тщательном анализе, при бóльшем количестве образцов из Сибири, из Дальнего Востока, в том числе с древесины *Populus*, сублиния В2, вероятно, может быть обнаружена. Однако сейчас мы не располагаемся подобными результатами, но это было бы крайне интересно.

8. Ответы на вопросы д-ра биол. наук А.Г. Ширяева: Спасибо большое за этот комментарий. Мы обязательно учтем этот аспект в нашей работе, так как в настоящее время мы его не рассматривали.

На заседании 20.02.2024 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи, имеющей значение для развития экологии и микологии в целом и понимания генетического разнообразия на популяционно-видовом уровне широко ареальных видов трутовых грибов на

