

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора биологических наук Переведенцевой Лидии Григорьевны на диссертационную работу Дияровой Дарьи Камилевны «Углеродно-кислородный газообмен древесного дебриса при микогенном разложении», представленную в диссертационный совет Д 004.005.01 при Институте экологии растений и животных УрО РАН, на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология

В экологии леса остается много нерешённых проблем, несмотря на многочисленные исследования в этом направлении. Диссертационная работа Дияровой Дарьи Камилевны посвящена изучению сложного вопроса углеродно-кислородного газообмена в лесных экосистемах, что является актуальным в настоящее время, в период бурного развития технического прогресса, приводящего к увеличению поступления CO₂ в атмосферу. Значительная часть CO₂ возвращается в атмосферу при разложении древесных остатков группами организмов, в особенности грибами как единственными утилизаторами лигнина и лигнифицированных остатков. Значительное место в этом аспекте принадлежит группе ксилотрофных базидиальных грибов. В этом плане подход Дияровой Д.К. к изучению углеродно-кислородного газообмена дебриса при микогенном разложении отличается новизной и практической значимостью.

Научная новизна работы обусловлена тем, что впервые подробно охарактеризован углеродно-кислородный газообмен древесного дебриса при его разложении ксилотрофными базидиальными грибами (исследовались как разные виды, так и разные эколого-физиологические группы). Даны количественная оценка связи углеродно-кислородного баланса, микогенной эффективности и активности окислительной конверсии древесного углерода в CO₂ с эколого-физиологическими особенностями грибов-деструкторов, субстратными и климатическими факторами.

Теоретическая и практическая значимость работы отличаются многогранностью. С одной стороны, в работе отражаются особенности углеродно-кислородного баланса в лесных экосистемах в результате микогенного разложения дебриса в условиях меняющихся температур и влажности, что необходимо учитывать при организации системы мониторинга за потоками парниковых газов.

С другой стороны, полученные данные имеют непосредственный выход в практику,



так как могут быть учтены в биотехнологической промышленности при разработке эффективных методов защиты древесины и материалов из неё от повреждения грибами-ксилотрофами.

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

Степень достоверности и апробация работы. Результаты работы прошли достаточную апробацию в ходе участия докторанта в работе научных конференций, съездов, симпозиумов. Основные положения и результаты работы представлены на 15 всероссийских и 9 международных конференциях. Автором опубликовано 29 работ, в том числе 3 статьи в изданиях, рекомендованных Перечнем ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ.

Диссертационная работа построена по стандартной схеме, состоит из введения, 8-ми глав, выводов, списка цитируемой литературы и 4-х приложений. Материалы изложены на 166 страницах, работа хорошо иллюстрирована 29 рисунками и 29 таблицами. Список использованной литературы включает 230 источников (из них 115 на русском и 115 на иностранных языках). Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Во введении сформулирована цель исследования – изучение углеродно-кислородного газообмена древесного дебриса при разложении ксилотрофными базидиальными грибами (*Basidiomycota, Agaricomycetes*). Перечислены задачи исследования, приведены положения, выносимые на защиту, описывается актуальность, научная новизна, теоретическая и практическая значимость исследования.

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

Первая глава диссертационной работы «Объекты и методы исследования» довольно обширна. В главе приводится краткая физико-географическая характеристика Биологической станции УрФУ и окрестностей г. Кировграда, расположенных в Свердловской области, где были проведены полевые исследования по изучению

углеродно-кислородного газообмена ксилотрофных грибов. Отмечается, что работы по изучению температурного режима древесного дебриса и влияния степени его деструкции на СО₂-эмиссионную активность выполнены на исследовательском полигоне «Таёжный лог» (Новгородская область, подзона южной тайги). В главе характеризующаяся особенности климата, растительности.

Объекты исследования (древесный дебрис и дереворазрушающие грибы) кратко охарактеризованы в таблице 1, а полный список, включающий 72 вида, относящихся к 52 родам, 19 семействам, 8 порядкам, представлен в Приложении Б.

Методы исследования многообразны и сводились к подготовке образцов для газометрического анализа, измерению углеродно-кислородного газообмена, изучению температурного режима древесных остатков, зависимости газообмена древесного дебриса от влажности и температуры, изучению суточной и сезонной динамики эмиссии СО₂, изучению влагоемкости и водоудерживающей способности древесных остатков. В целом было проанализировано 700 образцов древесного дебриса и 150 образцов базидиом. Работа выполнена на большом фактическом материале, который статистически обработан, и достоверность проведенных исследований не вызывает сомнений.

Вторая глава «Углеродно-кислородный баланс газообмена древесного дебриса» включает новый аспект в изучении эмиссии СО₂ от разложения древесного дебриса, это исследование углеродно-кислородного баланса. Автором детально исследовался газообмен древесных остатков с базидиомами грибов, газообмен древесных остатков без базидиом грибов и отдельно газообмен базидиом грибов.

Третья глава «Углеродно-кислородный баланс газообмена древесного дебриса: субстратные факторы» включает несколько разделов в соответствии с поставленной целью и обозначенными задачами исследования. Поскольку для исследования были взяты ксилотрофы, приуроченные к различным субстратам как к среде обитания, то важно было проанализировать газообмен лиственных и хвойных древесных остатков с развивающимися на них базидиомами и отдельно газообмен лиственных и хвойных древесных остатков без базидиом. В качестве объектов использованы остатки лиственных (*Betula, Alnus, Padus, Populus, Salix*) и хвойных (*Pinus, Picea, Abies*) деревьев. Поскольку древесный дебрис мог быть на разных стадиях деструкции, что могло повлиять на газообмен, то были взяты образцы на разной степени деструкции.

Интересным моментом в работе является изучение газообмена древесного дебриса при снижении содержания О₂ от 20,0 до 0,01% и увеличении СО₂ с 0,7 до 18,9%. Эта

часть работы актуальна в последнее время в связи с тенденцией к увеличению содержания CO₂ в атмосфере в результате антропогенной деятельности. Работа проведена на примере исследования древесных остатков без базидиом *Fomes fomentarius* и *Piptoporus betulinus* и отделённых от субстрата базидиом *Fomes fomentarius* и *Piptoporus betulinus*.

Четвертая глава «Углеродно-кислородный баланс газообмена древесного дебриса: гидротермический фактор» представляет интерес в прогнозировании газообмена древесного дебриса в меняющихся климатических условиях: изменении температуры и влажности. Взят довольно широкий диапазон температур: от +10 до +40 °C, а относительная/абсолютная влажность – от 40/63 до 70/235%.

Углеродно-кислородный баланс газообмена древесного дебриса не относится к категории температурно-зависимых явлений. Независимость углеродно-кислородного баланса от температуры подтверждает и отсутствие у него суточной и сезонной динамики.

Пятая глава «CO₂-эмиссионная активность древесного дебриса» посвящена исследованию объема CO₂, продуцируемого древесными остатками за единицу времени в расчёте эмиссии CO₂ на единицу массы (мг CO₂/г·ч), объема (мг CO₂/дм³/ч) или площади поверхности (мг CO₂/дм²/ч) древесных остатков. Учтена эмиссионная активность древесных остатков с базидиокарпами и эмиссионная активность базидиокарпов ксилотрофных грибов, а также эмиссионная активность древесных остатков без базидиокарпов.

Шестая глава «Субстратный фактор CO₂-эмиссионной активности древесного дебриса» включает результаты изучения эмиссионной активности лиственного и хвойного дебриса, эмиссионной активности разноразмерных древесных остатков. Автором рассмотрена также эмиссионная активность при разном уровне деструкции и CO₂-эмиссионная активность и газовый фактор.

Седьмая глава «Влажность как фактор CO₂-эмиссионной активности древесного дебриса» важна для понимания эмиссионной активности дебриса, поскольку влажность является одним из важнейших факторов, что отмечалось рядом исследователей. Автором изучена влажность как лиственных, так и хвойных древесных остатков, а также выявлена положительная связь CO₂-эмиссионной активности древесного дебриса с влажностью. Исследование проведено в разных температурных режимах.

Восьмая глава «Температурный фактор СО₂-эмиссионной активности древесного дебриса» отражает исследование температурного режима древесных остатков и температурной зависимости эмиссионной активности. При этом диапазон исследований включал как суточную, так и сезонную динамики эмиссионной активности, что связано с климатическими особенностями Среднего Урала, сопровождающихся суточными и сезонными перепадами температуры.

Приложение А. Справка о внедрении результатов диссертационного исследования

Приложение Б. Объекты исследования – базидиальные ксилотрофные грибы (Basidiomycota, Agaricomycetes)

Приложение В. Углеродно-кислородный газообмен древесного дебриса при его микогенном разложении

Приложение Г. Сезонная динамика СО₂-эмиссионной активности древесного дебриса при его микогенном разложении

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

В целом можно отметить, что диссертационная работа Дияровой Д.К. представляет собой полноценное законченное научное исследование, выполненное на высоком научном уровне с использованием большого фактического материала, и имеет существенное значение для биологической отрасли знаний.

Материалы диссертационной работы Дияровой Д.К. могут быть использованы в вузах, в курсах экологии, географии грибов и общей экологии.

В ходе анализа диссертационной работы имеется ряд замечаний:

В диссертации обзор литературы не выделен в виде самостоятельной главы, а распределён по отдельным главам, что имеет свои плюсы и минусы. К минусам следует отнести то, что нет целостного впечатления об изученности вопроса в мировой литературе. В главах собственные результаты перемежаются с данными литературы. В этом случае не помешало бы сделать «Резюме» по каждой главе, либо поместить «Заключение» в конце диссертации.

В качестве источников научных трудов порой выступают общеизвестные вузовские учебники.

В главе 1 «Объекты и методы исследования» очень кратко охарактеризованы природные условия районов и биотопов, откуда были взяты образцы.

Не отмечено, какими принципами руководствовался автор при подборе объектов исследования.

Список видов помещен в Приложение Б, хотя объем диссертации позволяет поместить его в текст диссертации, что было бы удобнее для его анализа.

В качестве контроля для проведения газометрического анализа целесообразно было бы взять остатки древесины, не поражённые грибами.

В главе 3 «Углеродно-кислородный баланс газообмена древесного дебриса: субстратные факторы» приводятся данные по изучению газообмена древесного дебриса и газового режима. В эксперименте были взяты как древесина без базидиом, так и отдельные базидиомы грибов, в том числе, *Piptoporus betulinus* с однолетними базидиомами. Возникает вопрос – Как долго могут оставаться базидиомы этого гриба жизнеспособными? Возможно ли проведение исследования с отмирающими базидиомами?

В главе 5 «CO₂-эмиссионная активность древесного дебриса» отмечается, что «CO₂-эмиссионная активность древесных остатков без базидиокарпов выше (0.14 ± 0.01 мг CO₂/г/ч) у древесных остатков с белой, чем с бурой (0.06 ± 0.007 мг CO₂/г/час) гнилью». Чем можно объяснить такую разницу, например, у дебриса без базидиом *Fomes fomentarius* и дебриса без базидиом *Fomitopsis pinicola*, обитающих на *Betula pendula* (Приложение В, таблица В.2)?

Допущены некоторые неточности. Имеются некоторые малочисленные опечатки, есть недочеты в оформлении. Например, в тексте и в списке литературы вместо тире часто используется дефис, десятичные дроби записаны через точку, а не через запятую, что не соответствует положениям ГОСТ Р 7.0.11–2011 «Диссертация и автореферат диссертации».

Отсылки на затекстовые ссылки в тексте диссертации поставлены в круглые, а не в квадратные скобки (см. ГОСТ Р 7.0.11–2011 со ссылкой на ГОСТ Р 7.0.5–2008, с. 6).

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 Диляровой Дарьи Камилевны «Углеродно-кислородный газообмен древесного дебриса при микогенном разложении» представляет собой законченную научно-квалификационную

работу, которая полностью соответствует критериям, установленным в пунктах 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации (№842 от 24.09.2013) (с изменениями на 1 октября 2018 г.), и требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Диярова Дарья Камилевна, несомненно, достойна присуждения учёной степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология.

Отзыв подготовлен доктором биологических наук, профессором кафедры ботаники и генетики растений Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» Лидией Григорьевной Переведенцевой (докторская диссертация защищена по специальности 03.00.24 – микология, диплом ДК № 015594 от 11 июня 1999 г.).

Д-р биол. наук, проф. кафедры ботаники и генетики растений ФГБОУВО «Пермский государственный

национальный исследовательский

Переведенцева

Лидия Григорьевна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет»
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15 (корп. 1); тел. +7(342) 239-64-35; E-mail: info@psu.ru Web-сайт: <http://www.psu.ru>

12 октября 2020 г.

