МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Федеральный исследовательский центр
«Пущинский научный центр биологических исследований Российской академии наук»
(ФИЦ ПНЦБИ РАН)

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук
– обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН
(ИФХиБПП РАН)

142290, г. Пущино Московской обл., ул. Институтская, д.2, корпус 2
Тел./факс (4967) 73-18-96/33-05-95; e-mail: soil@issp.serpukhov.su; soil@pbcras.ru
http://www.issp.psn.ru

14.06.2022 №_____

На № _____

УТВЕРЖДАЮ
Директор Института
физико-химических и биологических
проблем почвоведения
Российской академии наук,
чл.-корр. РАН

_____
А.О. Алексеев

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Института физико-химических и биологических
проблем почвоведения Российской академии наук – обособленного подразделения
ФИЦ ПНЦБИ РАН
о диссертационной работе Ивановой Екатерины Александровны
«Формирование и разложение древесного опада в сосновых лесах на северном пределе распространения при аэротехногенном загрязнении»,
представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук
по специальности 06.03.02 – Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. При изучении лесных насаждений основное внимание, традиционно, уделяется продукционной составляющей их биогенного цикла, что объясняется ориентацией лесного хозяйства на получение древесины и других природных ресурсов лесов. Процессы деструкции органического вещества в разных типах леса и в зависимости от внешних воздействий изучены в меньшей степени. Но именно эти процессы определяют многие экосистемные функции и экосистемные услуги лесов, включая почвенное плодородие, долговременный сток углерода в лесных почвах и биоразнообразие лесов. В этой связи, не вызывает сомнений актуальность

диссертационной работы Е.А. Ивановой, посвященной изучению процессов формирования и разложения древесного опада в сосновых (*Pinus sylvestris*) лесах на северном пределе их распространения в условиях длительного техногенного воздействия, связанного с загрязнением воздушной среды кислотообразующими соединениями и тяжелыми металлами.

Научная новизна диссертационного исследования Е.А. Ивановой в сравнении с другими работами по схожей тематике определяется использованием в диссертации данных длительного мониторинга фракционного состава поверхностного опада древесного яруса, проводившегося ежегодно, начиная с 1995 г., на 3-х площадках постоянных наблюдений, расположенных в лесной зоне Мурманской области по градиенту аэротехногенного загрязнения от фоновых условий до техногенного редколесья. Автором получен новый фактический материал, который отражает особенности многолетней и внутригодовой динамики поступления фракций поверхностного опада и его химического состава в сосновых лесах на северном пределе их распространения с учетом мозаичности лесного полога и в зависимости от степени деградации древостоев.

Достоверность результатов, полученных Е.А. Ивановой, обеспечена применением методики сбора поверхностного опада, используемой в рамках международной программы ICP-Forests. Для обработки полученных экспериментальных данных автором использованы статистические методы, соответствующие поставленным задачам и специфике анализируемого материала. Интерпретация полученных Е.А. Ивановой результатов основана на всестороннем теоретическом анализе литературных данных по теме диссертационного исследования.

Практическая значимость результатов для науки и производства. Полученные Е.А. Ивановой данные о массах и фракционном составе опада древесного яруса и пространственном варьировании этих показателей в лесных биогеоценозах могут быть использованы в оценках углеродного баланса сосновых лесов Мурманской области. Данные о трансформации потоков органического вещества и элементов с опадом древесного яруса в результате аэротехногенного воздействия выбросов кислотообразующих соединений и тяжелых металлов могут найти практическое использование в лесном хозяйстве при планировании и анализе эффективности мероприятий по созданию лесных культур на территориях, расположенных в зонах воздействия атмосферных выбросов промышленных предприятий. Результаты диссертационного исследования имеют практическую значимость для развития и методического обеспечения системы мониторинга лесов в условиях комбинированного действия природных и антропогенных факторов.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа Е.А. Ивановой изложена на 114 страницах машинописного текста, состоит из введения, 5 глав и 9 выводов. Текст диссертации включает 23 иллюстрации и 18 таблиц. Список цитируемой литературы состоит из 235 источников, включая 101 в международных изданиях.

ОЦЕНКА РАБОТЫ ПО ГЛАВАМ

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

В главе (объем 22 стр., 1 табл. 1 рис.) подробно обсуждаются представленные в отечественной и зарубежной литературе теоретические и методические аспекты изучения процессов и механизмов формирования поверхностного опада древостоев в разных типах леса. Проанализированы природные и техногенные факторы, определяющие массу и фракционный состав опада древесного яруса. Рассмотрены особенности химического состава свежего древесного опада в фоновых условиях и при

аэротехногенном загрязнении. Затронуты вопросы, связанные с анализом условий разложения поверхностного растительного опада в зависимости от характера лесопользования, качества фитомассы, состава и активности почвенной биоты, температуры и влажности почв. Следует отметить большой объем использованных диссертантом литературных источников, хороший стиль и логичную структуру изложения материала данной главы.

Замечаний по тексту главы 1 нет.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В главе (объем 12 стр., 11 рис., 2 табл.) представлен обширный фактический материал, положенный в основу диссертационного исследования. Рассмотрена общая характеристика природных условий Мурманской области как региона исследований. Проанализированы данные о специфике и динамике долговременного загрязнения воздушной среды Кольского полуострова в результате выбросов комбината «Североникель» (АО «Кольская ГМК», г. Мончегорск). Дано лесотаксационное и геоботаническое описание площадок постоянного наблюдения Института проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, на которых с 1995 по 2020 гг. проводились полевые исследования по сбору поверхностного опада древесного яруса с использованием опадоуловителей. Изложена методика полевых исследований, включая опыты *in situ* по разложению растительного материала и картирование проективного покрытия крон изучаемых сосновых древостоев. Дано краткое описание лабораторных методов определения массы и фракционного состава опада древесного яруса и анализа химического состава ассимилирующих органов сосны, ели и видов напочвенного покрова. Дано описание использованных методов статистической обработки данных.

Изложенный в главе 2 материал в полной мере позволяет оценить объем и качество проведенных исследований, корректность использованных методов и достоверность полученного Е.А. Ивановой фактического материала.

Замечания к тексту Главы 2.

1. К сожалению, в диссертации приведена лишь краткая информация о почвах Мурманской области и отсутствуют данные о морфологическом строении и характеристиках почв площадок наблюдений. По нашему мнению, информация о мощности и качестве лесных подстилок, кислотности и некоторых других характеристиках почв на участках исследования была бы полезна при интерпретации результатов эксперимента по разложению опадов, в том числе, как подтверждающая вывод 6 диссертационной работы.

2. В табл. 2.1 (названной не очень удачно «Характеристика сосновых фитоценозов на площадках постоянного наблюдения») диссертантом приводятся данные о интенсивности выпадений ионов SO_4^{2-}, Cu^{2+} и Ni^{2+}, поступающих в исследуемые биогеоценозы со снегом и с дождем. Как следует из таблицы, для фонового участка и техногенного редколесья количество поллютантов, поступающих с дождем, сопоставимо или немного превышает их поступление со снегом, тогда как для участка дефолиирующего леса показано 2-3-х кратное превышение поступления поллютантов с дождем по сравнению со снегом. Чем могут объясняться эти различия в формировании химического состава атмосферных выпадений между участками наблюдений, и учитывалось ли это при интерпретации данных главы 4?

ГЛАВА 3. МАССА И ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ ДРЕВЕСНОГО ОПАДА В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ

В главе 3 (объем 20 стр., 7 рис., 6 табл.) представлен анализ данных о массе, фракционном составе и 25-летней динамике поступления древесного опада на участках с разной интенсивностью аэротехногенного воздействия. Несмотря на снижение

выбросов загрязняющих веществ, выявлены значимые тренды увеличения количества древесного опада в дефолиирующих лесах и техногенном редколесье за рассматриваемый период. В этой же главе обсуждаются особенности поступления разных фракций опада под кроны деревьев и в межкроновые участки, что отражает пространственное варьирование качества и количества древесного опада в исследуемых фитоценозах. Как следует из полученных результатов, использование в оценках поступления опада данных только межкроновых пространств занижает показатели поступления для фоновых лесов в 1.5 раза, дефолиирующих – в 3, а техногенных дигрессий – в 2 раза. Этот факт, вне сомнения, следует учитывать в оценках баланса углерода и других элементов в лесных экосистемах.

Замечания к тексту Главы 3.

3. В таблице 3.3 «*Результаты корреляционного анализа связи массы опада хвои и общей массы древесного опада ... с антропогенными и природными факторами*» показано, что фактор «снежного покрова» по разному действует для участка дефолиирующих лесов (положительные значения коэффициентов корреляции) и участков фонового леса и техногенной дигрессии (отрицательные значения). Чем это можно объяснить?

ГЛАВА 4. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДРЕВЕСНОГО ОПАДА

Глава (объем 21 стр., 4 табл.) посвящена анализу химического состава опада сосновой хвои, формирующего в исследуемых фитоценозах основной поток элементов между древесным ярусом и почвой. Рассмотрен широкий спектр элементов, что позволило оценить сложный характер влияния аэротехногенных выбросов на трансформацию состава опадающей хвои. Помимо увеличения в опавшей хвое концентраций приоритетных поллютантов Cu, Ni и S, для лесов в зоне влияния аэротехногенных выбросов показано снижение Mn, Zn, Ca, Mg, P, что свидетельствует о нарушениях, происходящих в ассимилирующем аппарате деревьев в результате техногенных нагрузок и снижающих качество опада с позиций его биохимической трансформации почвенной биотой.

Замечания к тексту Главы 4.

4. Де факто, в главе, названной «Химический состав древесного опада», обсуждается состав одной фракции – хвои сосны. Хорошо понимая всю трудоемкость работ, связанных с отбором проб и анализом разных фракций опада, можно сожалеть об отсутствии в диссертационной работе данных по другим фракциям (которые, возможно есть у диссертанта). С учетом показанных в главе 3 различий в поступлении разных фракций опада в разные периоды года, эти данные были бы полезны для понимания того, как складывается экосистемный баланс элементов в сосновых лесах, функционирующих на северном пределе своего распространения в условиях атмосферного загрязнения. Полезными были бы и данные о химическом составе живой зеленой хвои, что позволило бы оценить сезонную транслокацию элементов, о чем упоминается в тексте диссертации при интерпретации данных.

5. Последовательность таблиц 4.1 и 4.2 кажется не очень логичной, т.к. данные о фактическом содержании элементов (Табл. 4.2) следуют после результатов корреляционного анализа зависимости содержания от аэротехногенного загрязнения (Табл. 4.1).

6. В обсуждении химического состава опада хвои почему-то практически не упоминаются азот и C:N – важные индикаторы качества растительного опада с позиций его биохимической трансформации, хотя соответствующие данные приведены в таблицах 4.1 и 4.2.

ГЛАВА 5. РАЗЛОЖЕНИЕ ДРЕВЕСНОГО ОПАДА

В главе (объем 25 стр., 3 рис., 4 табл.) обсуждаются результаты полевого эксперимента по разложению растительных остатков (хвои и листвы древесного яруса и листьев кустарничков), выполненного в рамках диссертационного исследования с целью анализа влияния аэротехногенного загрязнения и качества поверхностного опада на скорость его биохимической трансформации. Помимо данных, полученных для исследуемых сосновых фитоценозов, в анализе использованы данные схожего эксперимента в еловых лесах того же региона. Полученные диссертантом результаты свидетельствуют о сложном характере влияния природных и техногенных факторов на процессы разложения растительного материала. Для опада древесных видов показано снижение показателей потери массы по мере усиления аэротехногенной нагрузки. Для опада напочвенного покрова изменения имели более сложный характер, в том числе, за счет большего варьирования химического состава фитомассы листьев у разных видов.

Замечания к тексту Главы 5.

7. При интерпретации результатов эксперимента по разложению опадов на стр. 84 автор пишет, что «*Вероятной причиной медленного разложения в подкроновых пространствах как еловых, так и сосновых лесов является менее значительная по сравнению с межкроновыми пространствами биомасса грибов в вегетационный период.... Однако в сосновых лесах осенью эти внутрибиогеоценотические различия сглаживаются или даже имеют обратный характер.*» Предполагает ли формулировка 2-го предложения, что осенью в сосновых лесах биомасса почвенной грибной микрофлоры выше под кронами сосны? Если «да», то чем объясняется подобная динамика?

Выводы диссертационной работы Е.А. Ивановой соответствуют защищаемым положениям, цели и задачам выполненного исследования.

Оформление текста диссертационной работы производит благоприятное впечатление. Имеющийся фактический материал хорошо отражен в таблицах и рисунках. Технические опечатки – единичны (в частности: на стр. 4 упоминается ссылка на работу *Lamppu, Huttonen, 2004*, но в списке литературы для этой работы указан 2003 г. издания; Стр. 7 - *Loydi et al., 2013,* в списке 2014 г.; Стр. 19 – *Berg, Meentemeyer, 2002*, в списке 2001 г.; Стр. 70 – *Ершов 2019* – в списке 2020 г.

Автореферат. Содержание автореферата в полной мере отражает основные результаты диссертационной работы. Текст автореферата содержит все необходимые сведения о диссертационной работе и иллюстративный материал. Замечаний к оформлению текста автореферата нет.

Соответствие содержания диссертации содержанию и качеству опубликованных работ. Основные результаты диссертации Е.А. Ивановой опубликованы, в том числе, в журнале «Лесоведение» - ведущем отечественном профильном журнале по тематике диссертационного исследования. Количество публикаций Е.А. Ивановой достаточно для кандидатских диссертационных работ по Положению ВАК.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Научные положения диссертации соответствуют паспорту научной специальности 06.03.02 – Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация. Результаты проведенного исследования соответствуют области исследования специальности.

Заключение

Диссертационная работа Ивановой Екатерины Александровны «Формирование и разложение древесного опада в сосновых лесах на северном пределе распространения при аэротехногенном загрязнении», представленная на соискание ученой степени кандидата биологических наук, соответствует основным критериям пп. 9-14 Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» и отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Иванова Екатерина Александровна заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата биологических наук по специальности 06.03.02 – Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация.

Отзыв ведущей организации подготовлен ведущим научным сотрудником лаборатории моделирования экосистем Отдела циклов углерода и азота ИФХиБПП РАН, доц, к.г.н. Припутиной Ириной Владимировной.

Отзыв одобрен на основе коллективного обсуждения на заседании Отдела циклов азота и углерода ИФХиБПП РАН (Протокол №2 от 10.06.2022).

Ведущий научный сотрудник, кандидат географических наук (шифр специальности – 25.00.23 Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов), доцент (специальность «геоэкология»)

_____ И.В. Припутина

Е-адрес: priputina@pbcras.ru;

Тел. 8 (4967) 73 86 33 доб. 1133 (раб.)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения
Российской академии наук - обособленное подразделение
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
«Федеральный исследовательский центр
«Пущинский научный центр биологических исследований
Российской академии наук»
Подпись И.В. Припутиной УДОСТОВЕРЯЮ
Заведующая канцелярией _____ В.В.Стерелюхина