

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Разгулина Сергея Михайловича на тему «Цикл азота в экосистемах березовых лесов южной тайги Европейской части России», представленную на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.02.08 – экология (биология)

Леса играют огромную роль в биосфере Земли, и особенно велика их роль в жизни человека. Между тем отмечается сведение лесов, ухудшение их состояния, что осложняет условия проживания населения, особенно в режиме значительного загрязнения окружающей природной среды, возрастающем антропогенном прессе на биосферу за счет атмосферных эмиссий.

В этой связи для сохранения лесных экосистем, обеспечения их высокой продуктивности и устойчивости необходим поиск факторов, определяющих условия их функционирования, важнейшим из которых придается раскрытию малоизученных механизмов функционирования лесных экосистем и особенно оценок их количественных характеристик .

Среди факторов, влияющих на состояние лесных фитоценозов, особое место отводится азоту, который является основным биогенным элементом, в значительной степени определяющим продуктивность экосистем. И обеспеченность фитоценозов этим важнейшим элементом зависит от множества экологических факторов, в частности, почвенно-экологических, одним из которых является аэрация (воздушный режим). Периодическое нарушение режима аэрации, которое наблюдается во всех типах таежных лесов, вызывает недостаточное снабжение растений этим элементом, что затрудняет развитие подроста ели и восстановление хвойных лесов.

Из имеющейся научной литературы известно, что затраты азота на формирование годичного прироста древостоев выше возвращения элемента с опадом, т.е. баланс азота складывается не в пользу формирования годичного прироста, что сдерживает рост и развитие лесных экосистем. Однако в этих

исследованиях не учитываются процессы реутилизации азота в биогеоценозе и его затраты на продуцирование сети тонких корней. Поэтому необходимо углубление знаний биологического круговорота азота в лесных экосистемах с учетом реутилизации элемента, в том числе оценки продукции тонких корней.

Имеющиеся литературные данные азотного цикла в основном касались коренных хвойных лесов, в то время как в России уже длительное время доминируют вторичные мелколиственные леса, преимущественно представленные березняками. И многолетние мониторинговые исследования азотного цикла в этих экосистемах единичны, а имеющиеся данные носят противоречивый характер.

Также не были исследованы вклад и масштабы симбиотической азотфиксации актиноризных растений в азотный баланс лесных почв, что затрудняло решение фундаментальной задачи -- выявление основных процессов в цикле элемента, снабжающих доступным азотом лесные фитоценозы, и выявление соотношения количества доступного азота, поступающего из почвы, и количества азота, необходимого для формирования первичной продукции фотосинтеза.

В этой связи диссертационная работа Разгулина С.М., посвященная изучению азотного цикла представительных экосистем березовых лесов южной тайги Европейской части России с анализом доминирующих процессов поступления и расхода азота в разных биогеоценозах, является исключительно актуальной.

Научная новизна заключается в том, что на основе многолетних натурных динамических исследований впервые получены количественные оценки различных ветвей азотного цикла в основных типах березняков южной тайги Европейской части России и установлены главные доминирующие процессы, формирующие основные потоки азота в лесных экосистемах. Среди представленных и изученных диссидентом ветвей азотного цикла, включающим такие процессы как минерализация, азотфиксация и денитрификация, приход с атмосферными осадками, эмиссия NH₃ из почвы,

зоогенные поступления, установлено, что наиболее значимым процессом, снабжающим азотом лесные экосистемы и обеспечивающим продукционный процесс, является минерализация соединений азота. В количественном выражении она варьирует за вегетацию от 53 кг N га⁻¹ в черничнике сфагновом березняка до 153 кг N га⁻¹ в березняке –кисличнике. Межгодовая вариабельность минерализации азота (отношение максимума к минимуму) менялась от 1,1 в чернично-сфагновом типе до 1,5 в кисличнике.

Представляет научный интерес и выявленная впервые продуктивность несимбиотической азотфиксации в почве южнотаежных березняков, которая не превышает 2 кг N га⁻¹ за вегетацию, что в минимальной степени обеспечивает азотом лесные фитоценозы.

К новизне относятся и полученные автором результаты исследования симбиотрофной азотфиксации ольхи серой в зависимости от температуры воздуха, и межгодовые изменения продукционного процесса от 14 до 38 кг N га⁻¹ за вегетационный период.

Также значимым являются результаты изучения вклада часто недооцениваемого в научной литературе подзолистого горизонта в минерализованный азот, доля которого составляет от 15 % в чернично-сфагновом типе леса до 58 % в кислично-черничном березняке .

Научный интерес для расчета баланса азота представляет профильное распределение потерь азота из почвы при эмиссии аммиака, а также способность березняка удерживать азот, поступивший с атмосферными осадками.

Эти данные являются крайне редкими в отечественной и зарубежной исследовательской практике, поэтому полученные докторантом результаты восполняют отсутствие данной информации в научной литературе.

Заслуживает внимания и разработанная и апробированная автором «деструкционная модель», отражающая изменения запаса азота в подстилке кислично-черничного березняка за вегетационный период. По результатам апробации установлено, что в результате деструкционного процесса запас

общего азота в подстилке данного фитоценоза сокращается на 38 % или 16 г Н на м² за вегетацию. Затраты полностью восстанавливаются весной следующего года.

Следует отметить, что такое детальное, глубокое рассмотрение представленных ветвей азотного цикла характеризует докторанта как высококлассного специалиста в области экологии лесных фитоценозов.

Практическая значимость очевидна и она заключается в использовании полученных результатов для целей бонитировки и зонирования лесных экосистем, а также могут являться базовыми показателями азотного режима при проектировании лесовосстановительных работ.

Разработанная диссидентом «деструкционная модель» внутривенчевенного цикла азота может быть использована при построении функциональных моделей углерода и азота, а эмиссия аммиака из почв различных экосистем— для расчетов поступления азотсодержащих газов в атмосферу.

Широкое применение в практике для оценок выноса общего азота из речных водосборов может найти регрессионная модель зависимости экспорта общего азота из речных водосборов с речным стоком от модуля водного стока с близкими физико-географическими условиями.

Исключительно большое научно-практическое значение имеют усовершенствованные и апробированные автором некоторые методы полевых и лабораторных исследований по измерению биомассы и продукции тонких корней применительно к решаемым в рамках диссертационной работы задачам, очень важных для понимания динамики внутривенчевенных циклов углерода и азота.

Материалы научных изысканий докторанта были доложены, обсуждены и одобрены в докладах IV и V съездов Докучаевского общества почвоведов (Новосибирск, 2004 ; Ростов – на Дону, 2008), материалах Международной научной конференции «Лесное почвоведение: итоги, проблемы, перспективы» (Сыктывкар, 2007), материалах Всероссийской научной конференции «Биосфераные функции почвенного покрова» (Пущино, 2010).

Ряд защищаемых положений имеет научную новизну, что отражено в автореферате и 22 научных статьях, в том числе в 18 статьях в журналах ВАК, в которых личный вклад автора составляет более 90 %. В совместных публикациях вклад автора составляет 50-70 %.

Личный вклад автора. Все исследования выполнены лично автором или при его непосредственном участии в период работы по данному направлению. Ему принадлежит постановка задачи, планирование экспериментов, сбор полевого материала, выполнение лабораторно-аналитических работ, обобщение и интерпретация полученных результатов, критический анализ литературного материала.

Структура и оформление диссертационной работы. Диссертация изложена на 293 страницах компьютерного текста и состоит из введения, 6 глав, заключения , выводов и списка принятых терминов и сокращений. Работа иллюстрирована 65 таблицами и 13 рисунками. Список использованной литературы включает 387 наименований, из которых 293- на иностранном языке.

Диссертация выполнена на высоком научно-методическом уровне с применением комплекса полевых и лабораторных методов исследования. Среди них классические биологические методы измерения азотфиксации в лесных почвах (почвенно-экологические, микробиологические, биохимические), часть которых была усовершенствована автором применительно к решаемым в рамках диссертационной работы задачам ,что позволило получить большой фактический материал.

Организация исследования. Исследования выполнялись в отделе лесной геоботаники лесного почвоведения Института лесоведения РАН. В основу работы легли результаты многолетних исследований автора в период с 1992 по 2012 г.г. в представительном для подзоны южной тайги Европейской России— Рыбинском районе Ярославской области.

Объектом исследования служили доминирующие вторичные мелколиственные леса России—экосистемы южно-таежных березняков (Б): березняк кисличник, березняк кислично-черничный и березняк чернично-сфагновый, приуроченные к основным элементам рельефа с различным водно-минеральным питанием - от автоморфных условий до гидроморфных. Основная древесная порода (в последние десятилетия) – береза поникшая, а в подросте – ель обыкновенная.

Обоснованность методик, достоверность полученных результатов не вызывают сомнений, что определяется корректным выбором типичных участков для полевых (натурных) экспериментов, использованием апробированных методик закладки опытов и проведением анализов и наблюдений, апробацией результатов исследований на научных съездах и Международных конференциях, применением адекватных методов математического анализа экспериментальных данных.

Все вышесказанное характеризует доктора наук как высококлассного специалиста в изучаемой области, а использование большого количества иностранной литературы (76 %) свидетельствует о достаточно высокой осведомленности автора по изучаемой проблеме в мировом масштабе.

Структура докторской диссертации соответствует требованиям ВАК РФ , которые предъявляют к работам такого уровня. Положения, выносимые доктором наук на защиту, базируются на высоком научно-методической основе. Поставленные к исследованию задачи всесторонне охвачены и экспериментально обоснованы.

Работа написана грамотным, литературным языкам, хорошо оформлена. Автореферат и опубликованные соискателем работы полностью отражают основное содержание докторской диссертации.

Во *Введении* обоснована актуальность, новизна и практическая значимость работы. Сами эксперименты хорошо спланированы, отмечается постановка большого спектра задач.

В *обзоре* литературы приводится тщательный анализ цикла азота в экосистемах бореальных лесов, включающий такие процессы как минерализация, азотфиксация и денитрификация, приход с атмосферными осадками и вынос с речным стоком, эмиссию NH_3 с поверхности почвы, зоогенные поступления .Здесь же приводится обоснование необходимости углубления знаний по биологическому круговороту азота в лесных экосистемах на основе стационарных исследований с учетом реутилизации элемента (азота), а также необходимость публикаций последнего времени по данной проблеме и оценкам продукции тонких корней.

Диссертант обоснованно рекомендует изучение доминирующих в южно-таежной подзоне Европейской части России вторичных мелколиственных лесов, преимущественно представленных березняками, что характеризует соискателя как специалиста, хорошо владеющего современными научными сведениями в изучаемой области в мировом масштабе , а использование большого количества иностранной литературы еще больше характеризует его компетенцию в области азотного цикла в лесных экосистемах.

Диссертантом выполнен очень большой объем работы. Показатели сезонной динамики выделения CO_2 представлены по результатам 134 сроков наблюдения, несимбиотическая азотфиксация и эмиссия CO_2 определялись 8-12 раз за вегетацию , симбиотрофная азотфиксаци—8-9 сроков измерения. Все полученные результаты обработаны математически.

В экспериментальной части диссертант рассматривает влияние различных экологических факторов – типов леса, состояние листового аппарата в зависимости от сезона года , температурный фактор, степень аэрируемости и глубину почвенного профиля, содержание С и N во вклад в количественном выражении в цикл азота изучаемых основных типов

березняков южной тайги --чернично-сфагновый березняк и березняк – кисличник.

В цикле азота автором выявлен доминирующий процесс, обеспечивающий продукционный процесс-- это минерализация органического вещества, интенсивность которой возрастает от низкопродуктивных насаждений к средне- и высокопродуктивным типам леса, но эффективность использования азота при этом снижается, обеспечивая наиболее экономную ассимиляцию элемента в низкопродуктивных типах леса .

Как общую закономерность диссертант отмечает чрезвычайно высокую пространственную вариабельность некоторых показателей даже за один срок измерения, исключительную вариабельность процесса азотфиксации, что бесспорно подтверждает значимость огромного количества экологических факторов в биологическом круговороте основного биогенного элемента - азота, в функционировании населяющих почву микроорганизмов, выполняющих азотфиксирующую функцию.

Основные замечания по работе сводятся к следующему:

1. В рассмотрении цикла азота в лесных экосистемах следовало бы включить вклад азота за счет функционирования в почве микроорганизмов, численность которых достигает огромных величин (десятки и сотни млн КОЕ/1 г почвы), в результате чего в БГХК вовлекается большое количество микробной биомассы (несколько т/га), а учитывая короткий период генерации (от нескольких часов до нескольких минут) и значительную часть заключенного в микробной плазме (биомассе) азота (около 12%) и тот факт, что после ее отмирания около 75% N идет на нужды растений, вклад микробного азота в азотный цикл значителен.

2 . Говоря о процессе минерализации, как основном процессе, обеспечивающим азотом продукционный процесс, следовало бы представить для исследуемых участков почвенно-экологическую характеристику , параметры которой влияют на деструкцию органических вещества (содержание гумуса, азота, pH, содержание P₂O₅, K₂O).

3. Правильно ли говорить дерново-среднеподзолистая почва, если мощность гумусового горизонта всего 1 см (с.106 дисс.)

4. Не везде указан гранулометрический состав. Где-то гранулометрический состав до глубины 50-60 см, где-то информация о нем отсутствует. Принимая во внимание глубокую корневую систему у древесных пород, следует иметь информацию по данному показателю на большую глубину.

5. При определении такого чувствительного, динамичного показателя как азотфикссирующая способность, для снижения ошибки определения., что обусловлено большой вариабельностью процесса азотфиксации (табл.15-18,21-23 и др.) следует использовать большую выборку .

6. На сколько достоверны были результаты симбиотической азотфиксации, если анализировался 1 клубенек.

7. На сколько используемая методика по определению(измерению) азотфикссирующей способности у 3 клубеньков , расположенных на корнях 3-х деревьев, корректна для определения такого важнейшего процесса, зависящего от ряда экологических факторов

8. Сколько времени хранили пробы почвы до анализа в холодильнике при температуре -4 градуса (с.110).

9. Очень условными являются расчеты корневых выделений как источников углерода(с.117).

10.Чем объяснить, что клубеньки сохраняли азотфикссирующую активность при ее измерении в сезоне от 27 до 54 суток, если каждый клубенек выдерживал более 20 измерений в ацетиленовой атмосфере.

11 На сколько корректно судить об эмиссии CO₂ из почвы тонкими корнями деревьев на основании перерезывания корней (с.239)

12. С какого горизонта почвы определялась эмиссия аммиака из почвы разнотравного луга (с.229)

13. Почему активность симбиотрофной азотфиксации на 3-4 порядка выше активности несимбиотической азотфиксации в почвах березняков

14. Чем обусловлено возрастание запаса подстилки в июне (16.06 – 14.07) (табл.28, с.157)

.15 В названиях опубликованных диссертантом работах отсутствует экологическая терминология, хотя диссертант представляет работу по специальности «Экология»

В работе имеются отдельные опечатки (с.61,210,212,215,217 и др.), неточные выражения.

Следовало бы в табл.25,26 указать единицы измерения.

Следует говорить не «вес», а «масса»(с.208,212)

Где-то горизонт почвы выделяется (дается размерность) (табл.35,с.171), а где-то нет (табл.31 с.165).

Следовало бы размерность минерализации (по табл.35) выразить не только в г N/m -2 . но и в кг/га-, т.к.анализ в тексте диссертации дается в расчете на га-

Следовало бы выдерживать единую систему обозначения изучаемых параметров. Например—влажность подстилки или почвы (где-то W, где-то B. с.191,табл.44,45)

Неточное выражение количества выделившегося CO₂ .В табл.52 221±33 г С м-2 , а в тексте на с.209 222 ±33 г С

Однако указанные замечания не снижают достоинств работы и могут быть легко исправлены. Диссертационная работа Разгулина С.М. изложена логично и грамотно, хорошо иллюстрирована табличным и графическим материалом, получены оригинальные экспериментальные данные, имеющие научный интерес и важное народно-хозяйственное значение.

Заключение

Диссертационная работа Разгулина Сергея Михайловича « Цикл азота в экосистемах березовых лесов южной тайги Европейской части России» является научно-квалификационной работой, имеющей большое теоретическое

и практическое значение в решении фундаментальной задачи –формирование продуктивных лесных фитоценозов на основе количественного выражения баланса основного биогенного элемента -- азота с анализом доминирующих процессов поступления и расходования его в представительных экосистемах березовых лесов южной тайги европейской части России

Диссертационная работа Разгулина С.М. соответствует критериям п.9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями от 21 апреля 2016 г. № 335), предъявляемых к докторским диссертациям, а ее автор –Разгулин С.М. достоен присуждения ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.02.08 –экология (биология).

Прфессор кафедры экологии
ФГБОУВО «РГАУ-МСХА
имени К.А.Тимирязева»,
доктор биологических наук, профессор

Мосина Людмила
Владимировна



Подпись Мосиной Людмилы Владимировны заверяю



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования « Российский государственный аграрный

университет -- МСХА имени К.А.Тимирязева», 127550, г. Москва,
ул.Тимирязевская, д.49.

E-mail: mosina.L.V@yandex.ru, моб.тел.: 8 (916) 262-84-19