

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 УЧЁНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 14.11.2023 г. №3

О присуждении Рафиковой Олесе Сергеевне, имеющей гражданство Российской Федерации, учёной степени кандидата биологических наук.

Диссертация «Аллелопатическая активность листьев *Acer negundo* L. и почв из сообществ с его доминированием» по специальности 1.5.15. Экология (биологические науки) принята к защите 04.08.2023 г. (протокол заседания №5), 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 Рафикова Олеся Сергеевна, «18» октября 1993 года рождения, в 2018 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 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института экологии растений и животных УрО РАН, работает младшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте экологии растений и животных УрО РАН.

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, Веселкин Денис Васильевич, заведующий лабораторией биоразнообразия растительного мира и микобиоты Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института экологии растений и животных УрО РАН.

Официальные оппоненты:

Виноградова Юлия Константиновна – доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории природной флоры Федерального государственного бюджетного учреждения науки Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук,

Панасенко Николай Николаевич – доктор биологических наук, доцент, доцент кафедры биологии естественно-географического факультета Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук» в своём положительном отзыве, подписанном кандидатом биологических наук, заведующим лабораторией экологической физиологии растений Далькэ Игорем Владимировичем, доктором биологических наук, ведущим научным сотрудником той же лаборатории Масловой Светланой Петровной, кандидатом биологических наук, директором Института биологии Чадиным Иваном Федоровичем и утвержденном директором Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук» член-корреспондентом РАН, доктором биологических наук Дёгтевой Светланой Владимировной, указала, что диссертация выполнена на современном научном уровне, характеризуется четкостью изложения, обоснованием вынесенных на защиту положений и полученных выводов. Представленные результаты обладают новизной, имеют теоретическое значение для развития биологии и экологии инвазий, опубликованные соискателем научные работы отражают результаты и выводы диссертационной работы. Диссертационная работа содержит

совокупность выносимых на защиту новых научных результатов и положений, свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

Работа О.С. Рафиковой 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, Рафикова Олеся Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15. Экология (биологические науки).

Соискатель имеет 17 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 16 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 6 работ. В работах, выполненных в соавторстве, О.С. Рафикова принимала непосредственное участие в сборе и обработке материала, анализе данных, обсуждении полученных результатов и написании текста. Общий объем публикаций составляет 124 страницы. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Веселкин, Д. В. Почва из зарослей инвазивного *Acer negundo* неблагоприятна для образования микоризы у аборигенных трав / Д. В. Веселкин, **О. С. Рафикова**, Е. Д. Екшибаров // Журнал общей биологии. — 2019. — Т. 80. — №3. — С. 214.

2. Веселкин, Д. В. Затенение и перехват света в зарослях инвазионных видов *Acer negundo* и *Sorbaria sorbifolia* / Д. В. Веселкин, Д. И. Дубровин, **О. С. Рафикова**, Ю. А. Липихина, Н. В. Золотарева, Е. Н. Подгаевская, Л. А. Пустовалова, А. В. Яковлева // Российский журнал биологических инвазий. — 2021. — № 4. — С. 30.

3. Веселкин, Д. В. Влияние водных вытяжек из листьев клена ясенелистного и листьев местных видов деревьев на раннее развитие растений / Д. В. Веселкин, **О. С. Рафикова** // Экология. — 2022. — № 2. — С. 1.

4. **Rafikova, O. S.** Leaf water extracts from invasive *Acer negundo* do not inhibit seed germination more than leaf extracts from native species / O. S.

Rafikova, D. V. Veselkin // Management of Biological Invasions. — 2022. — V. 13. — №. 4. — P. 705.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от канд. биол. наук Бетехтиной А.А., д-ра биол. наук Арефьева С.П., канд. с.-х. наук Цандековой О.Л., канд. биол. наук Ивановой Л.А., канд. биол. наук Иванова Л.А., д-ра биол. наук Аненхонова О.А., канд. биол. наук Куянцевой Н.Б., канд. с.-х. наук Тишкиной Е.А., д-ра биол. наук Мартыненко В.Б.

В отзывах отмечено, что диссертационная работа выполнена на современном теоретическом и методическом уровне, является самостоятельным законченным исследованием, имеет серьезное научное значение. Диссертация является завершённой научно-квалификационной работой, в которой успешно решена актуальная задача по выяснению аллелопатической активности опасного инвазионного дерева *Acer negundo*. Указано, что работа дает новые значимые аргументы для понимания механизмов и последствий распространения данного вызывающего тревогу общественности вида. По материалам диссертации сделаны доклады на научных конференциях и опубликован ряд статей в ведущих научных журналах, актуальность темы, научная новизна, теоретическое и практическое значение проделанной работы не вызывают сомнения.

В отзывах приведены следующие замечания: в качестве растений-реципиентов выбраны в основном культивируемые травы, а не лесные растения или деревья, близкие к клену, в автореферате не указаны результаты по сосне обыкновенной как единственному древесному растению-реципиенту, в виду отсутствия данных в автореферате высказаны сомнения по поводу возможного тестирования видов в смеси, а не по отдельности; из текста автореферата непонятно, проводилось ли исследование химического состава вытяжек; в качестве контроля к листовым вытяжкам и суспензиям почв использована дистиллированная вода, которая по сравнению с вытяжками могла не содержать питательных веществ и негативно действовать на прорастание. Так же в отзывах содержались вопросы: чем объясняется замедление прорастания семян на вытяжках из осенних растений-доноров в сравнении с летними листьями; как можно

объяснить значительный ингибирующий эффект вытяжек из листьев *Sorbus aucuparia* в сравнении с другими растениями-донорами?

Все отзывы имеют положительное заключение. В них указано, что диссертация соответствует требованиям пунктов 9–14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Рафикова Олеся Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15. Экология (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, что в рамках представлений об обратных связях растение-почва для объяснения инвазионного успеха *Acer negundo* более приоритетной является гипотеза о подавлении микоризного симбиоза, предложен новый комплексный подход для экспериментального изучения аллелопатической активности, основанный (1) на использовании экспериментов разного дизайна, (2) на сравнении эффектов, оказываемых инвазионным деревом *Acer negundo*, с эффектами, оказываемыми местными видами деревьев, и (3) на повторении экспериментов одного и того же дизайна; такой подход позволил надежно охарактеризовать закономерности исследованного явления,

доказано, что водные вытяжки из листьев *Acer negundo* и почв из сообществ с его доминированием характеризуются слабым аллелопатическим влиянием на раннее развитие растений-реципиентов при сравнении с дистиллированной водой и отсутствием такого аллелопатического влияния при сравнении с другими растениями-донорами; таким образом, установлено, что аллелопатическое влияние, обусловленное вымыванием веществ из листьев *Acer negundo* и веществами, содержащимися в почвах из-под *Acer*

negundo, не является компонентом приспособленности, обеспечивающим инвазионный успех этого чужеродного дерева, введено в русскоязычную научную терминологию понятие «обратная связь растение-почва» (plant-soil feedback), обозначающее комплекс процессов, при которых растения меняют биотические и абиотические свойства почв, что изменяет способность самих растений произрастать на этих почвах в будущем; это понятие широко применяется в англоязычной научной литературе, посвященной аллелопатическим исследованиям; аллелопатия и подавление микоризного симбиоза рассматриваются как частные взаимодействия в рамках представлений об обратной связи растение-почва.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: доказано, что водные вытяжки из листьев *Acer negundo* и почв из сообществ с его доминированием характеризуются слабым аллелопатическим влиянием на раннее развитие растений-реципиентов при сравнении с дистиллированной водой и отсутствием такого аллелопатического влияния при сравнении с другими растениями-донорами; в почвах из сообществ с доминированием *Acer negundo* у растения-реципиента ниже успешность формирования арбускулярной микоризы, применительно к проблематике диссертации успешно использован комплекс разных экспериментальных методов исследования аллелопатической активности растений (проращивание семян в чашках Петри, вегетационные и полевые эксперименты), изложены результаты пяти экспериментов в чашках Петри, четырех экспериментов, проведенных методом рулонных культур, двух вегетационных и двух полевых экспериментов, а также результаты анализа обилия структур арбускулярной микоризы в корнях тест-растений, выращенных на почве из-под инвазионного *Acer negundo*; раскрыты несоответствия между результатами экспериментов разного дизайна, имеющими взаимодополняющий характер, но не аналогичными друг другу; установлено, что заключения о способности *Acer negundo* к аллелопатическим воздействиям через водные вытяжки из листьев могут существенно варьировать в зависимости от того, с чем сравниваются

эффекты *Acer negundo*, – с эффектами на дистиллированной воде или с эффектами вытяжек из листьев других видов растений-доноров; изучены причинно-следственные связи между вариантом вытяжки и реакцией тест-растений с использованием разных параметров отклика: от прорастания семян до морфометрических измерений и встречаемости микоризных грибов в корнях растений-реципиентов, проведена модернизация представлений об аллелопатии как механизме инвазионного успеха *Acer negundo*; по результатам экспериментов показано, что из механизмов влияния *Acer negundo* на почву и механизмов обратных связей *Acer negundo* с почвой наиболее вероятны эффекты, сопряженные с изменением активности грибов арбускулярной микоризы или их сообществ.

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

разработан комплексный экспериментальный подход к изучению аллелопатической активности листьев и почв из сообществ, подвергшихся инвазии чужеродного вида, который внедрен в курс «Методика экологического эксперимента» для студентов Института естественных наук и математики Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина; подход основан (1) на использовании экспериментов разного дизайна с последовательным приближением моделируемых условий от лабораторных к природным, (2) на сравнении эффектов, оказываемых исследуемым растением, с эффектами, оказываемыми другими видами растений, и (3) на неоднократном повторении экспериментов одного и того же дизайна, определены перспективы практического использования результатов исследования: полученные новые сведения о биоэкологических особенностях *Acer negundo* и о механизмах его влияния на местные сообщества создают научную основу для разработки мероприятий по восстановлению (рекультивации) сообществ после вторжения в них инвазионных растений или после удаления инвазионных растений из сообществ, создана основа для разработки ассортимента видов растений, которые можно использовать при восстановлении сообществ, подвергшихся инвазии *Acer*

negundo (Rafikova, Veselkin, 2022); некоторые из использованных в работе видов растений-реципиентов (*Festuca rubra* и *Trifolium repens*) используются в газонных смесях семян, способны расти в современных антропогенных ландшафтах и потенциально способны противостоять влиянию инвазионных растений (Александров, Калашников, 2019; Клименко, Дьяченко, 2012), представлены данные об аллелопатической активности *Acer negundo* при проращивании семян растений-реципиентов в чашках Петри, рулонных культурах, вегетационных и полевых экспериментах, которые могут быть использованы для понимания механизмов инвазии этого вида и дополняют имеющиеся представления о влиянии инвазионных растений на местные растительные сообщества.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: для экспериментальных работ использовано современное оборудование: для взвешивания проростков – весы Sartorius BP 110S (точность до 0,0001 мг); для измерения освещенности – люксметр ТКА–ПКМ–42 (измеряет освещенность в видимой области спектра 380–760 нм); для измерения влажности почвы – портативный влагомером HH2 Moisturemeter (Великобритания; Delta–T Devices); для анализа микоризообразования – микроскопы Olympus CX41 и Leica DM 5000B (Германия, × 100–200), теория аллелопатической активности как одного из механизмов инвазионного успеха чужеродных растений построена на известных, проверяемых данных (Callaway, Ridenour, 2004; Call, Nilsen, 2005; Виноградова и др., 2010; Weidenhamer, Callaway, 2010; Inderjit et al., 2011; Cipollini et al., 2012; Nielsen et al., 2015; Gruntman et al., 2017) и подтверждается опубликованными экспериментальными данными в отношении главного исследованного объекта – инвазионного дерева *Acer negundo* (Ерёменко, 2012; Панасенко и др., 2018; Цандекова, Уфимцев, 2018; Александров, Калашников, 2019), идея диссертационного исследования базируется на анализе и обобщении опубликованных данных о влиянии инвазионных растений на местные сообщества через выделение аллелопатически активных веществ (Sharma et al., 2000; Tseng et al., 2003; Callaway, Ridenour, 2004; Nasir et al., 2005;

Dorning, Cipollini, 2006; Cipollini, Gruner, 2007; El-Keblawy, Al-Rawai, 2007; Cipollini et al., 2008; Gómez-Aparicio, Canham, 2008; Jarchow, Cook, 2009; Rudgers, Orr, 2009; Zhang, Fu, 2010; Cipollini et al., 2012; Chen et al., 2013; Csiszár et al., 2013; Глушакова и др., 2016; Панасенко, Анищенко, 2018), использованы для сравнения результаты исследований аллелопатической активности веществ листового опада и почвы из-под *Acer negundo* (Ерёменко, 2012; Панасенко и др., 2018; Цандекова, Уфимцев, 2018; Александров, Калашников, 2019; Цандекова, 2020),

установлено качественное совпадение части полученных результатов с литературными данными: (а) не все виды инвазионных растений демонстрируют повышенную способность подавлять прорастание семян по сравнению с местными видами, некоторые инвазионные виды выделяют аллелопатические соединения в той же степени, что и местные (Del Fabbro et al., 2014; Chobot et al., 2009); (б) аллелопатически активные вещества опада и почвы из-под *Acer negundo* могут положительно влиять на прорастание семян тест-растений (Цандекова, 2020); (в) инвазии чужеродных растений приводят к деградации и разрыву микоризных связей у местных видов (Timbal et al., 1990; Roberts, Anderson, 2001; Reinhart, Callaway, 2006; Stinson et al., 2006; Zhang, Guo, 2007; Barto et al., 2011; Cantor et al., 2011; Cipollini et al., 2012; Pakpour, Klironomos, 2015; Mahmoudi et al., 2019).

использованы современные методы, адекватные поставленным задачам, проанализирован большой объем полученных экспериментальных данных: всего в 2016–2022 гг. проведено пять экспериментов в чашках Петри, четыре эксперимента методом рулонных культур, два вегетационных и два полевых эксперимента; отобрано 17 смешанных проб почвы, сделано 177 замеров освещенности и 1020 измерений влажности почвы; в ходе анализа микоризообразования исследовано 190 образцов корней, просмотрено 14098 полей зрения; посеяно 32550 семян; длина корня и надземной части измерены у 9063 проростков; взвешено 255 проростков; статистический анализ проведен с использованием программного обеспечения STATISTICA 8.0 (StatSoft Inc., USA, 1984–2007); статистический анализ данных осуществляли с помощью одно- и многофакторного дисперсионного анализа

(ANOVA); однородность дисперсий контролировали с помощью критерия Левена, парные различия между вариантами оценивали с помощью критерия Тьюки; для оценки того, какие факторы сильнее влияли на показатели раннего развития растений-реципиентов, использовали информационный критерий Акаике (*AIC*),

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии во всех этапах исследования, в том числе в разработке общего плана исследования, формулировании целей и задач работы, в получении исходного материала (посев семян растений-реципиентов в ходе проведения всех экспериментов, учет всхожести, сбор и фиксация образцов растений в конце экспериментов, сбор образцов почвы, измерение освещенности и влажности почвы на экспериментальных участках) и камеральной обработке собранных образцов (взвешивание и измерение проростков, микроскопический анализ микоризообразования в образцах корней), в поиске и систематизации литературных сведений, в статистическом анализе данных, интерпретации полученных результатов, подготовке публикаций по итогам выполненной работы и представлении результатов на научных конференциях, написании диссертационной работы.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Д-р биол. наук М.Г. Головатин:

Я хотел спросить про арбускулярную микоризу. Вы смотрели только под кленом? Под рябиной не смотрели?

2. Д-р биол. наук, проф. РАН С.А. Шавнин:

Вы в начале работы в лесопарках осматривали ли те места, где растут клены? Какие-то признаки аллелопатии существуют или нет? То есть состав растений вокруг клена или там темные круги и вообще ничего не растет. Можете охарактеризовать эти участки?

Если водные вытяжки из листьев не работают и если аллелопатия все-таки существует, то может быть, это связано с корневыми выделениями?

3. Д-р биол. наук, проф., акад. РАН В.Н. Большаков:

У меня к вам будет целый ряд вопросов. Я их буду задавать по мере, как говорится, ответов. Дело в том, что в конце октября газета «Вечерний Екатеринбург», вот она у меня в руках, вышла специальным выпуском, который называется «Озеленение», где довольно много говорится и о тех самых растениях, о которых нам сегодня докладывают, в частности, клене ясенелистном. Поэтому волей-неволей у меня, как у жителя Екатеринбурга и как у человека, который работает в Институте и интересуется, как здесь идут работы, естественно, возник целый ряд вопросов, почему такое большое расхождение между тем, что требуется нашему городу, и тем, что нам докладывает диссертация? Начнем с того, что в качестве одного из важнейших мероприятий указано удаление кленов из декоративных групп, в основном кленов ясенелистных. Вот это мне совершенно непонятно, потому что если клен ясенелистный у нас внедряется, то клен остролистный тоже внедряется. Отчего убирать один, а не другой? Это Вы должны объяснить, в чем дело. Какую часть среди насаждений Екатеринбурга составляет клен? Сколько надо убирать? Сколько это в процентах или хотя бы в долях? Сколько этого клена? Почему вдруг поставлен вопрос о том, что его надо, скажем, в сквере Кирова полностью убирать, еще где-то убирать, ну и так далее. В программе на 2024 год то же самое. Сколько у нас этого клена здесь, в Екатеринбурге?

Все задачи, о которых я в курсе, связанные с озеленением города, заключается в том, чтобы подобрать виды растений, виды деревьев, кустарников, которые хорошо растут в условиях города: задымления, воздействия на почву и так далее. В этом отношении клен, если не является идеальным вариантом, то выдерживает любые нагрузки. И потом, как показали Ваши результаты, никакого отрицательного влияния он не оказывает ни на почву, ни на растительность, ни на что. С ним надо бороться, как Вы предлагаете?

Этого аллелопатического влияния, как Вы нам показали и рассказали, нет. Причем самое интересное, вернее, самое не интересное, заключается в том, что Вы это изучали на растениях, ни один вид которых по плану на следующие годы для озеленения города использован не будет. В озеленении

города Екатеринбурга будут дубы, клены, рябины, лиственницы сибирские и так далее. В чем тогда практическая значимость работы? Так, как Вы сформулировали ее в своем авторитете, целый институт должен работать, чтобы хоть что-нибудь сделать. Так у Вас формулировка здесь очень интересная: «разработка в области экологической безопасности». Это то, что Вы нам доложили. Тут экологической безопасности я не вижу. То есть, в конечном результате мой вопрос сводится к тому, в чем Вы видите практическую значимость этой работы. Не в какой-то дальней перспективе. Во-первых, экологическую безопасность разрабатывают совершенно конкретно в вопросе озеленения города Екатеринбурга. Никакие другие виды влияния этого клена на растения, которые в план озеленения входят, Вы не использовали и не изучали, а изучались совсем другие формы. Вот почему такая постановка исследования?

Сформулируйте еще раз, уже окончательно, в чем Вы видите практическую значимость? В свете экологической безопасности и восстановлении сообществ после вторжения инвазионных видов? Применительно к Екатеринбургу, причем здесь биологическая безопасность? И при чем здесь рекультивация после вторжения инвазионных видов? Хотя предполагается культивировать клен остролистный тоже такой же инвазионный вид. Мне, как не ботанику, это непонятно.

4. Д-р биол. наук, доц. А.В. Бородин:

Возможно ли изменить формулировку самого первого предложения в выводах: «...при сравнении с дистиллированной водой снижались...», а может быть, при поливе дистиллированной водой улучшалась?

5. Д-р биол. наук Е.Л. Воробейчик:

Вопрос в том, что может быть, если поливать дистиллированной водой, улучшалось прорастание, а не снижалось? Почему была выбрана дистиллированная вода? Это ведь достаточно агрессивная среда для такого рода работ. Обычно же работают на средах определенных. Почему выбрали дистиллированную воду? Скажите, пожалуйста, Вы в течение года проводили эти работы, насколько я понимаю, или в какой-то конкретный период времени? Это вопрос стабильности свойств дистиллированной воды,

которую мы получаем из водопроводной нашими дистилляторами. Вы считаете эти свойства стабильными?

Вы используете несколько терминов: аллелопатическая активность, аллелопатическое воздействие, аллелопатический эффект, аллелопатическое влияние. Это все синонимы?

Есть какая-то информация о химической природе веществ, которые могут определять аллелопатическую активность, что это могут быть за вещества у американского клена и у других видов? Вы не предполагали сделать попытку все-таки оценить, если не состав, то хотя бы ключевые соединения из этого спектра? Оценить их количество и концентрацию в этих вытяжках.

Вы сформулировали две гипотезы, проверка которых была задачей Вашей работы, но не в заключении, не в выводах, Вы четко не сказали, они подтвердились или опровергнуты. То есть, конечно, читая шесть выводов, можно прийти к заключению, что одна гипотеза была отвергнута, а вторая гипотеза частично подтвердилась. Не хватило такого очень сжатого заключения. Вы не можете сейчас сказать, что наша гипотеза не подтвердилась. Никакого фактического воздействия на том материале, которым мы оперировали, нет. Я правильно сформулировал?

Считаете ли Вы эту тему закрытой тогда? Что в этой теме уже все Вами сказано, и этим можно дальше не заниматься, не изучать аллелопатическую активность?

6. Д-р биол. наук Л.И. Агафонов:

Скажите, пожалуйста, я понимаю, что это только один из небольшого набора Ваших видов-реципиентов. Может ли проявляться такое снижение микоризообразования на других видах? Какое объяснение этому можно дать? Это эффект положительный, отрицательный, нейтральный?

1. Ответы на вопросы д-ра биол. наук М.Г. Головатина:

Если кратко, то я отвечаю, что нет. Под рябиной мы не изучали встречаемость структур арбускулярной микоризы и корневых волосков. Но в связи с теми результатами, которые показала рябина в своей

аллелопатической активности, конечно, было бы интересно использовать ее в качестве модельного вида на контрольных участках.

2. Ответы на вопросы д-ра биол. наук, проф. РАН С.А. Шавнина:

Самой первой идеей или мыслью, которая нас подтолкнула на планирование экспериментов по изучению аллелопатической активности клена, была мертвопокровность в его зарослях. То, что мы наблюдали как при отборе участков, так и ранее, когда мы еще только планировали эксперименты, это действительно очень низкое проективное покрытие и практически полное отсутствие видов в некоторых особенно густых зарослях.

Конечно, в рамках проведенных экспериментов мы можем утверждать, что аллелопатическая активность вытяжек из листьев клена и почв, из сообществ с доминированием клена, не является доминирующим компонентом в его инвазионном успехе. Но, однако, при этом нельзя также исключать и аллелопатические выделения из его подземных органов, таких как корни. Также могу добавить в отношении методики, что на аллелопатическую активность исследуются не только суспензии почв, не только листья, как сухие, так и свежие – проводятся исследования всего растительного материала, который можно получить с растения. Это кора, ветки, корни и корневые выделения.

3. Ответы на вопросы д-ра биол. наук, проф., акад. РАН В.Н. Большакова:

Я бы хотела начать свой ответ с того, что, отвечая на этот вопрос, я опираюсь на монографию нашего уважаемого оппонента Виноградовой Юлии Константиновны, которая так и называется «Клен ясенелистный». Согласно ее рекомендациям и проведенному обширному обзору литературных данных на практике рекомендуется полностью избавляться от клена, ясенелистного, который есть в зеленых насаждениях в пределах города.

Я хочу немного, может быть, ограничить применимость данных выводов, потому что по результатам проведенных экспериментов мы можем заключить только об отсутствии и не более сильном по сравнению с другими

местными видами аллелопатическом влиянии веществ, вымываемых из листьев и почв, из сообществ с доминированием клена.

Я бы хотела немного прокомментировать замечание насчет того, что виды, которые мы использовали в экспериментах, не имеют отношения к озеленению. На самом деле довольно часто наши тест-растения используются как компоненты газонных смесей, даже в готовых упаковках они зачастую идут вместе. Поэтому можно сказать, что мы можем рекомендовать их как более или менее устойчивые к воздействию клена и которые можно применять в озеленении городских парков.

Я бы хотела прокомментировать именно этот момент, который касается того, что, казалось бы, в результате диссертационных исследований нами не обнаружено никакого влияния. Аллелопатическое влияние, по крайней мере, не сильнее, чем влияние местных видов. На самом деле, аллелопатическое влияние, особенно конкретных частей растения, не является единственным компонентом, который используют инвазионные виды в процессе проникновения в местные сообщества. Здесь также можно отметить один из наших результатов по угнетению микоризообразования у местных видов. Кроме того, можно также упомянуть нашу работу с коллегами, которая показала затемнение и перехват света в сообществах с доминированием клена. Также среди механизмов, которые наиболее часто упоминаются как ответственные за инвазионный успех чужеродных видов, можно отметить их высокую конкуренцию за ресурсы. Поэтому я бы не сказала, что наш отрицательный результат говорит о том, что клен ясенелистный безопасный и рекомендованный к озеленению вид. Я согласна с Юлией Константиновной в том, что рекомендуется его постепенно, разными методами исключать из озеленения городских участков.

4. Ответы д-ру биол. наук, доц. А.В. Бородину:

Этот вывод призван подчеркнуть то, что параметры были снижены, если мы сравниваем клен и дистиллированную воду. А если мы сравниваем клен и вытяжки из местных растений, то мы такого ингибирующего эффекта не находим.

5. Ответы д-ру биол. наук Е.Л. Воробейчику:

Я хочу отметить, что при планировании всех экспериментов, которые вошли в диссертационные исследования, нами использовались международные протоколы и рекомендации по проведению аллелопатических исследований. Также мы опирались на опыт как российских, так и зарубежных коллег. И большинство, если не сказать все исследования, которые мне известны, именно такого дизайна (сравнения листовых выдержек) построены на дистиллированной воде. И также она используется при приготовлении самих вытяжек. Так что могу сказать, что мы ориентировались на российский и международный опыт.

Мы старались проводить все наши эксперименты в период июнь-июль. Если это были эксперименты с осенними листьями, то это был сентябрь, потому что эксперименты с осенними листьями, само собой, привязаны к необходимости получить растительный материал, который бы мы использовали в экспериментах. А остальные эксперименты по выращиванию были привязаны к тому, что мы хотели уложиться в период лета, то есть поймать более благоприятный период для прорастания семян.

Сразу скажу, что контроля свойств дистиллированной воды мы не проводили. Однако все вытяжки, использованные в одном эксперименте, готовились в одно и то же время, как и отбор дистиллированной воды.

В моем докладе упомянутые термины использованы как синонимы.

Мне известно несколько публикаций, в которых были выявлены вторичные метаболиты именно из листьев клена, которые могут быть потенциально аллелопатически активны: алкалоиды, альдегиды, ароматические и гетероциклические соединения, карбоновые и жирные кислоты, кетоны, сложные эфиры, спирты, танины, терпеноиды, фитостеролы, флаваноиды и так далее. Естественно, выявление химической природы потенциально активных веществ это логичное и прямое продолжение любого аллелопатического исследования, если мы обнаруживаем какой-то эффект. Я сразу отвечу на вопрос, что в ходе наших исследований такого мы не проводили.

Действительно, наша первая гипотеза, которая касается именно аллелопатического воздействия листьев и почвы из сообществ с

доминированием клена не подтвердилась. А вторая гипотеза, которая касается снижения микоризообразования, подтверждена.

Если говорить в сравнении с местными видами, то аллелопатическое воздействие не более сильное. Но если сравнить с дистиллированной водой, то можно сказать, что есть слабое воздействие. Я думаю, нужно быть очень осторожным в интерпретации выводов и не выходить за границы применимости того, что получено в эксперименте.

Аллелопатическая активность – это очень обширная тема. Это не только смывы с листьев, летние и осенние, также и почвы из сообществ с доминированием клена. Аллелопатическая активность, как я уже говорила, может быть изучена на вообще любых частях растения. Это могут быть ветки, кора, те же самые корни. Кроме того, если мы не берем качество материала, то можно пойти дальше, изучая различные концентрации. Мы взяли концентрацию 1:10, рекомендованную большинством методичек. Можно было бы провести интересную, большую работу, которая касается того, сможем ли мы поймать наименьшую концентрацию, которую можно было бы назвать аллелопатически активной, и сможем ли мы сказать, какая из этих концентраций вообще наибольшая и как она соотносится с тем, что происходит в природе. Следующая наша работа будет касаться микоризообразования, но, наверное, сейчас не место ее комментировать.

б. Ответы д-ру биол. наук Л.И. Агафонов:

Начну с того, что в вегетационном эксперименте я работала со своим коллегой Егором Екшибаровым, клевер ползучий был использован в качестве второго вида-реципиента, которым полностью занимался Егор. Поэтому он не включен в результаты диссертационной работы. И на нем также подтверждены все те же самые выводы, снижение встречаемости микоризных структур и повышение встречаемости корневых волосков. Отвечая на вторую часть Вашего вопроса, могу только предположить, потому что конкретно выявлением причин этого мы не занимались, что возможно повышение встречаемости корневых волосков при снижении встречаемости арбускулярной микоризы выполняет функцию компенсаторного механизма. Поскольку микориза является важным

компонентом питания и жизнедеятельности растений, то эффект снижения ее встречаемости можно оценить как отрицательный.

На заседании 14.11.2023 диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи, имеющей значение для развития экологии инвазионных растений в целом и понимания аллелопатической активности листьев и почв из сообществ с доминированием инвазионных видов (на примере *Acer negundo* L.) в частности, присудить О.С. Рафиковой учёную степень кандидата биологических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 человек, из них 7 докторов наук по специальности 1.5.15. Экология (биологические науки), участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 20, против – 0, недействительных бюллетеней – 2.

Председатель диссертационного совета

д-р биол. наук, проф., чл.-корр. РАН

Смирнов Николай Георгиевич

Ученый секретарь диссертационного совета

канд. биол. наук

Золотарева Наталья Валерьевна

Дата оформления заключения 17.11.2023

