

Отзыв научного руководителя

о работе Пуликовой Елизаветы Петровны по кандидатской диссертации «Микробная трансформация азота в техногенно нарушенных почвах черноземной зоны юга России», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальностям 1.5.19. Почвоведение (биологические науки) и 1.5.15. Экология (биологические науки)

В 2021 г. Пуликова Елизавета Петровна с отличием окончила магистратуру Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского. В этом же году Елизавета Петровна поступила в аспирантуру Южного Федерального университета по специальности почвоведение, где обучается по настоящее время.

В 2019 г. после окончания бакалавриата Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского Пуликова Е.П. была принята на работу в Академию биологии и биотехнологии им. Д.И.Ивановского ЮФУ в должности лаборанта-исследователя лаборатории новых биопрепаратов. В 2021 году после окончания магистратуры она была принята на работу в Академию биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского ЮФУ в должности младшего научного сотрудника. Пуликова являлась исполнителем грантов «Фиторемедиационный потенциал растений в условиях техногенного загрязнения почв», «Биореставрация загрязненных почвенных экосистем» в лаборатории «Здоровье почв», в настоящий момент является исполнителем гранта Приоритета 2030 лаборатории «Биоинженерия ризосферы».

Пуликова Е.П. ежегодно принимает активное участие в научных конференциях различного уровня и конкурсах. В 2025 году стала победителем конкурса стипендия Президента РФ для аспирантов и адъюнктов.

Елизавета Петровна регулярно участвует в повышении квалификации, так в 2023 году было получено дополнительное профессиональное образование «Методы оценки биологической активности почв и таксономического разнообразия в объектах окружающей среды» на базе факультета Почвоведения МГУ. Полученные в ходе обучения знания и навыки Пуликова Е.П. успешно применяет теперь при работе на газовом хроматографе в рамках гранта совместного с китайскими коллегами ««Эффективность и механизмы биodeградации ПАУ и связывания углерода в загрязненных почвах с использованием иммобилизованной синергической микробиоты»».

За время обучения в аспирантуре Елизавета Петровна собрала обширный фактический материал о процессах цикла азота в урбаноземах, почвах особо охраняемых природных территорий, техногенно нарушенных почвах углеотвалов и хемоземах бывших шламонакопителей, который стал основой для ее кандидатской диссертации.

Актуальность изучения цикла азота в почва связана с тем, что азот является ключевым элементом биогеохимических циклов и техногенное загрязнение тяжёлыми металлами, полициклическими ароматическими углеводородами нарушает баланс азотного цикла, усиливая эмиссию закиси азота (N_2O) и потерю его минеральных форм. Изучение механизмов адаптации микробных сообществ нитрификаторов, подвергшихся длительному экстремальному загрязнению, позволит восстановить активность даже самых чувствительных к загрязнению микроорганизмов – автотрофных нитрификаторов или заменить их более устойчивой альтернативной группой – гетеротрофными нитрификаторами.

При выполнении работы Пуликовой Е.П. были проанализированы микробиологические свойства техногенно нарушенных почва углеотвалов, чернозема обыкновенного, лугово-черноземных почв и хемоземов бывшего шламонакопителя, а именно было исследована активность процессов аммонификации, нитрификации и денитрификации, численности микроорганизмов, содержание неорганических форм азота. При выполнении работы Елизавета Петровна освоила методы обработки метагеномных данных, таким образом был исследован состав микробиома в 32 почвенных образцах. В своей работе Пуликова рассматривает механизмы адаптации микроорганизмов, ответственных за трансформацию цикла азота, в загрязненных ТМ и ПАУ почвах. Ею было проанализировано более 500 собранных геномов и изучены гены, ответственные за трансформацию азота, а также гены, обуславливающие устойчивость к ТМ и ПАУ. Был получен биопрепарат эффективно разлагающий ПАУ в техногенно нарушенных почвах.

Личный вклад Пуликовой Е.П. в проведенное исследование состоит в том, что диссертационная работа состоит из оригинальных данных, полученных ей лично в ходе лабораторных исследований.

Научная и практическая новизна диссертационной работы Пуликовой Елизаветы Петровны состоит в том, что был изучен адаптационный потенциал сообщества нитрифицирующих микроорганизмов в экстремально загрязненных

почвах. Отмечено доминирование аммоний-окисляющих архей в незагрязненных почвах и почвах углеотвалов и комаммокс бактерий, гетеротрофных нитрификаторов в почвах бывшего шламонакопителя. Рассмотрены новые механизмы детоксикации микроорганизмами токсичных соединений – гидроксилamina и окиси азота, образующиеся в процессе нитрификации в загрязненных почвах. Предложен новый принцип, согласно которому деградация ПАУ усиливается за счёт образования нитрифицирующими микроорганизмами акцептора электрона – нитрата. Получен микробный консорциум из автотрофных нитрификаторов и денитрификатора, применение которого позволяет эффективно восстанавливать загрязненные ПАУ почвы за счет деградации фенантрена и пирена.

Основные результаты и положения диссертации были доложены на международных и российских конференциях, международных научных школах, форумах и съездах: «Эволюция почв и развитие научных представлений в почвоведении» в 2022; «Ломоносов» в 2022 и 2024; «Инженерная экология» в 2023, «Мониторинг, охрана и восстановление почвенных экосистем в условиях антропогенной нагрузки» в 2022, 2023 и 2024; «Биохимия, физиология и биосферная роль микроорганизмов» в 2022; «Современное состояние чернозёмов» в 2023; «Матрица почвоведения» в 2023; «Эволюция биосферы, биогеохимические циклы и биогеохимические технологии: связь фундаментальных и прикладных исследований» в 2023; «Здоровье почвы – гарант устойчивого развития» в 2023; X съезд Общества почвоведов им. В.В. Докучаева в 2024.

По теме диссертационного исследования Пуликовой Е.П. было опубликовано 40 научных работ. Было опубликовано 6 работ в изданиях, входящих в базы данных международных индексов научного цитирования Scopus и Web of Science, из них 4 статьи опубликовано в журналах первого квартиля, один из которых является ведущими в области биологии почв и входит в топ 2% лучших журналов по цитируемости в области Почвоведения «Soil biology and biotechnology».

В ходе работы над диссертацией Пуликова Е.П. проявила себя как дисциплинированный и целеустремлённый исследователь. Елизавета Петровна успешно овладела методиками почвенной экологии и успешно сдала все необходимые кандидатские экзамены. Всё вышесказанное свидетельствуют о её

сформировавшейся компетентности в области почвоведения и экологии, а также о способности самостоятельно проводить научные исследования.

Научный руководитель:

доктор биологических наук

по специальностям

03.00.27 – почвоведение (биологические науки) и

03.00.16 – экология (биологические науки)

зав. кафедрой почвоведения и

оценки земельных ресурсов

Академии биологии и биотехнологии

им. Д.И. Ивановского ЮФУ,

профессор

Минкина Татьяна Михайловна

Почтовый адрес: 344090, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, проспект Стачки 194/1, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Южный федеральный университет

Телефон: +79185531632

E-mail: tminkina@mail.ru



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет»

Личную подпись Минкиной Т.М.

ЗАВЕРЕНО:

Главный специалист по управлению персоналом

М.И. Гудинская

« 7 » июля 20 25 г.

07.07 2025 г.

Отзыв научного руководителя

о работе **Пуликовой Елизаветы Петровны** по кандидатской диссертации **«Микробная трансформация азота в техногенно нарушенных почвах черноземной зоны юга России»**, представленной к защите на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальностям 1.5.19. Почвоведение (биологические науки) и 1.5.15. Экология (биологические науки)

Пуликова Елизавета Петровна поступила в Южный федеральный университет в 2015 г., окончила бакалавриат и продолжила обучение в магистратуре Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, которую с отличием окончила в 2021 году. Затем Елизавета Петровна поступила в аспирантуру Южного Федерального университета по специальности «Почвоведение», где обучается по настоящее время.

После окончания бакалавриата Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского в 2019 году, Пуликова Е.П. была принята на должность лаборанта-исследователя в СНИЛ «Лаборатория новых биопрепаратов». В 2021 году, завершив обучение в магистратуре, она продолжила работу в Академии в качестве младшего научного сотрудника лаборатории «Здоровье почв», а в настоящий момент работает в той же должности в лаборатории «Биоинженерия ризосферы».

Пуликова Е.П. еще со времени обучения в магистратуре ведет активную научную деятельность – принимала участие в большом числе конференций, участвовала в различных конкурсах, что было отмечено на самом высоком уровне – в 2025 году Елизавета Петровна получила стипендию Президента РФ для аспирантов. Кроме того, Пуликова Е.П. занимает активную жизненную позицию и принимает участие в образовательной деятельности, в частности, курирует курсовые проекты студентов 1-3 курсов бакалавриата, а также магистров.

В ходе обучения в магистратуре и аспирантуре Пуликовой Е.П. был детально изучен цикл азота в почвах, подверженных высокой антропогенной нагрузке, а именно в урбаноземах, техногенно нарушенных почвах углеотвалов и хемоземах бывших шламонакопителей. В качестве объектов сравнения ей были изучены почвы ООПТ Ростовской области, в том числе почвы основных зональных типов, а также интразональные и аazonальные типы почв. Названный материал лег в основу ее кандидатской диссертации.

Актуальность исследования, посвящённого микробной трансформации азота в техногенно нарушенных почвах, обусловлена возрастающей антропогенной нагрузкой на почвенные экосистемы и необходимостью поиска эффективных биотехнологических решений для их восстановления. Азот, как основной элемент биогеохимических циклов, особенно чувствителен к загрязнению тяжёлыми металлами и полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ), что приводит к дестабилизации микробных процессов и потере почвенного плодородия.

В диссертационной работе Елизаветы Петровны Пуликовой проведён комплексный анализ микробиологических и биохимических характеристик различных типов почв — от чернозёмов до техногенно трансформированных хемоземов и эмбриоземов углеотвалов. Особое внимание уделено исследованию динамики процессов аммонификации, нитрификации и денитрификации, а также оценке численности и структуры микробных сообществ с применением современных метагеномных подходов. Автором были получены новые данные о составе микробиома, а также о генетических механизмах устойчивости микроорганизмов к загрязнению тяжёлыми металлами и ПАУ.

Важным результатом работы стало выделение и экспериментальная оценка эффективности микробных консорциумов, способных эффективно разлагать ПАУ в экстремально загрязнённых почвах. Показано, что применение консорциума автотрофных нитрификаторов и гетеротрофных денитрифицирующих бактерий *Enterobacter ludwigii* существенно ускоряет процессы деградации фенантрена и пирена за счёт образования нитрата как акцептора электронов.

Личный вклад Пуликовой Е.П. выражается в самостоятельном проведении всех этапов лабораторных исследований, обработке и интерпретации полученных данных, а также в освоении и применении современных методов анализа микробных сообществ и геномики.

Научная новизна работы заключается в выявлении ранее не описанных особенностей адаптации нитрифицирующих микроорганизмов к длительному загрязнению тяжёлыми металлами, в том числе в доминировании комаммокс-бактерий и гетеротрофных нитрификаторов в отдельных типах почв. Впервые экспериментально показана возможность повышения эффективности ремедиации загрязнённых ПАУ почв за счёт целенаправленного формирования микробных

консорциумов с заданными функциями. Особенно важны результаты полученные в части исследования гетеротрофных нитрификаторов, поскольку данная группа микроорганизмов является крайне слабо изученной как в нашей стране, так и во всем мире, и при этом широко представлена в почвенных экосистемах. Большой заслугой Е.П. Пуликовой является получение новых экспериментальных данных и привлечение интереса научной общественности к этому важному, но недооцененному процессу в рамках биогеохимического цикла азота.

Практическая значимость исследования определяется возможностью использования полученных результатов для разработки новых биопрепаратов и технологий восстановления нарушенных почв, что особенно актуально для регионов с развитой угледобывающей промышленностью.

Основные результаты и положения диссертации были доложены на международных и российских конференциях, международных научных школах, форумах и съездах: «Эволюция почв и развитие научных представлений в почвоведении» в 2022; «Ломоносов» в 2022 и 2024; «Инженерная экология» в 2023, «Мониторинг, охрана и восстановление почвенных экосистем в условиях антропогенной нагрузки» в 2022, 2023 и 2024; «Биохимия, физиология и биосферная роль микроорганизмов» в 2022; «Современное состояние чернозёмов» в 2023; «Матрица почвоведения» в 2023; «Эволюция биосферы, биогеохимические циклы и биогеохимические технологии: связь фундаментальных и прикладных исследований» в 2023; «Здоровье почвы – гарант устойчивого развития» в 2023; X съезд Общества почвоведов им. В.В. Докучаева в 2024.

По теме диссертационного исследования Пуликовой Е.П. было опубликовано 40 научных работ, 6 из которых в изданиях, входящих в базы данных международных индексов научного цитирования Scopus и Web of Science, включая 4 статьи первого квартиля.

В ходе работы над диссертацией Пуликова Е.П. проявила себя чрезвычайно целеустремленной и вовлеченной в исследовательскую деятельность. Ей свойственна аккуратность и точность в экспериментальной работе и вдумчивость в работе теоретической. В ходе обучения в аспирантуре Елизавета Петровна овладела широким спектром методик в области почвенной экологии и микробиологии. Кандидатские экзамены по иностранному языку, философии и специальностям сданы ей с оценкой отлично. Перечисленные факты

свидетельствуют о том, что Елизавета Петровна – сложившийся специалист высшей квалификации в области почвоведения и экологии, способный самостоятельно проводить научные исследования.

Научный руководитель:

кандидат биологических наук

по специальности

03.02.08 – экология (биологические науки),

доцент кафедры биохимии и микробиологии

Академии биологии и биотехнологии

им. Д.И. Ивановского ЮФУ

Горовцов Андрей Владимирович

Почтовый адрес: 344090, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, проспект Стачки 194/1, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Южный федеральный университет

Телефон: +79034631411

E-mail: gorovtsov@gmail.com



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Личную подпись

Горовцова А.В.

ЗАВЕРЕНО:

Главный специалист по управлению персоналом

Мирошник И.И.

« 7 » июля 20 25 г.

07.07. 2025 г.