

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию Гальцовой Анастасии Дмитриевны на тему:
«Агрохимическая и экологическая оценка применения комплекса
минеральных удобрений и растений-ремедиантов при рекультивации
нефтезагрязненных почв», представленную к защите на соискание
ученой степени кандидата биологических наук по специальности
4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

Актуальность темы исследования. Нефть и нефтепродукты на данный момент являются одними из самых распространенных и опасных загрязнителей окружающей среды, в том числе почвенного покрова. Опасность нефти и нефтепродуктов обусловлена их высокой токсичностью, длительным воздействием на экосистему, нарушением ее естественного баланса и угрозой для здоровья живых существ. Поэтому предотвращение утечек и своевременная ликвидация последствий нефтяного загрязнения являются важными задачами охраны окружающей природной среды.

В настоящее время ведется активный поиск различных технологий восстановления природных функций загрязненных нефтью почвенных экосистем. Используемые на практике методы ликвидации последствий нефтезагрязнения требуют значительных энергетических затрат и не всегда являются безопасными для окружающей среды, в связи с чем весьма актуальны изыскание и разработка высокоэффективных, экологически безопасных и малозатратных приемов реабилитации нефтезагрязненных почв.

Одним из ключевых факторов в рекультивации нефтезагрязненных почв является оптимизация почвенных условий для эффективной работы углеводородоокисляющих микроорганизмов и фиторемедиантов агрохимическими средствами. Поэтому применение минеральных удобрений - обязательное условие для успешной рекультивации, эффективность которого в значительной мере обуславливается научно обоснованным выбором видов, форм и доз удобрений. Особенно актуален в этом отношении подбор оптимальных форм минеральных азотных удобрений.

Цель данного исследования состояла в изыскании приемов улучшения агрохимических свойств нефтезагрязненных почв посредством применения различных форм азотных удобрений для повышения эффективности растений-фиторемедиантов и автохтонных микроорганизмов, способных разрушать нефтепродукты.

Научная новизна работы заключается в комплексной оценке агрохимических и биологических параметров нефтезагрязненных почв, кардинально отличающихся уровнем исходного естественного плодородия. Впервые установлено, что эффективность деструкции нефти в почвах определяется биологическими свойствами последних, которые в свою очередь в большей степени зависят от буферности почв.

Впервые для подбора наиболее эффективных форм минеральных азотных удобрений, вносимых в сочетании с фосфорно-калийными, были успешно использованы 15 показателей, охватывающих агрохимические и

биологические характеристики почвы, её ферментативные свойства, скорость разложения нефтепродуктов, а также продуктивность и химический состав растений-ремедиантов. В рассмотренный комплекс показателей входили агрохимические показатели почв, включающие в себя кислотность почвы, содержание нитратного и аммонийного азота, подвижных форм фосфора и калия. Биологические свойства почвы были охарактеризованы количественно, посредством измерения числа ДНК бактерий и архей в почве.

Теоретическая и практическая значимость. Полученная соискателем новая научная информация расширяет представления об особенностях воздействия уровней нефтяного загрязнения и минеральных удобрений на элементы плодородия различных типов почв.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что они являются научной базой для разработки научно обоснованных регламентов биоремедиации нефтезагрязненных почв, где с особой тщательностью необходимо учитывать весь комплекс агрохимических и биологических свойств почв. В практическом плане наиболее важным представляется вывод автора об эффективности отдельных форм азотных удобрений в качестве реабилитационного средства на различных типах нефтезагрязненных почв.

Степень обоснованности положений и научных выводов, выносимых на защиту. Основные положения и выводы диссертационной работы выработаны по результатам вегетационных и лабораторных экспериментов с комплексным применением современных методов агрохимической химии и микробиологии. Полученные результаты экспериментов математически обработаны с использованием дисперсионного, корреляционно-регрессионного анализов и метода главных компонент.

Степень достоверности и апробация результатов работы. Достоверность полученных данных не вызывает сомнения. Выводы и положения, выносимые на защиту, основаны на большом объеме выполненных исследований с использованием как классических, так и современных методов анализа. Основные результаты опубликованы в авторитетных профильных изданиях и представлены в тезисах профильных международных научных конференций.

Структура и основное содержание диссертационной работы. Диссертационная работа изложена на 157 страницах, включает 59 таблиц и проиллюстрирована 43 рисунками. Структура диссертации традиционна и включает введение, 3 главы (глава 1 - обзор литературы, глава 2 с описанием объектов и методов исследования, глава 3 - изложение полученных результатов с их обсуждением), а также заключение, выводы, список использованной литературы.

Текст автореферата соответствует основному содержанию диссертации.

ВВЕДЕНИЕ содержит информацию, которая раскрывает актуальность темы исследования, а также его научную и практическую значимость. В данном разделе определены цели и задачи проводимых исследований, описаны структура работы, представленность в научных публикациях и сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

Глава 1, включающая 5 подразделов, представляет собой **ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**, посвященный описанию влияния нефтяного загрязнения на физические и химические свойства, количественный и качественный состав почвенной микробиоты, ферментативную активность почв. Сделана попытка раскрыть механизмы негативного воздействия нефтезагрязнения на компоненты педосферы. Приводятся данные, демонстрирующие негативное влияние нефти и нефтепродуктов на рост и развитие растений. Один из подразделов посвящен описанию концепции супрессивности почвы, где дана достаточно подробная характеристика современных и перспективных отечественных и зарубежных методик оценки способности почвы регулировать состав и активность патогенов в почвенной среде. Автором произведено обобщение материалов ряда современных исследователей, использованных для объективной оценки состояния почвенных экосистем и результативности испытанных приемов рекультивации нефтезагрязненных почв. Дополнительно в приложении 1 дана подробная информация о многочисленных показателях, использованных разными авторами при изучении нефтезагрязненных почв, с указанием характера исследований, частоты и периодичности производимых измерений.

Глава 2 «ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ» содержит информацию об объектах исследования (торфяная олиготрофная почва и чернозем типичный, образцы которых были отобраны соответственно на территории Ханты-Мансийского автономного округа и Воронежской области), описание схем и методики закладки вегетационных и лабораторно-модельных экспериментов, характеристику использованных в опытах удобрений и фиторемедиантов. Автор обосновывает выбранные для исследования уровни нефтяного загрязнения, дозы, виды и формы минеральных удобрений. Здесь же подробно описаны методы исследования агрохимических свойств, ферментативной активности и микробиологических параметров почв. Отмечено, что микробиологические исследования проводились с использованием метода ПЦР. Отдельный подраздел посвящен описанию особенностей изучения супрессивности почв, основанном на принципе биотестирования. Автор широко использовал методы статистической обработки экспериментальных данных (дисперсионный, корреляционно-регрессионный анализ, метод главных компонент), описание которых дано в виде подраздела.

В главе 3 представлены **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**.

Материалы **раздела 3.1 «Влияние минеральных удобрений на агрохимические свойства нефтезагрязненных почв»** соответствуют первой поставленной задаче исследования - оценке характера действия нефтяного загрязнения на основополагающие агрохимические свойства почв (величина

pH солевой вытяжки, подвижные формы NPK). Отмечается, что загрязнение обоих типов почв нефтью привело к существенному снижению содержания подвижных форм азота, фосфора и калия, однако значительно не изменило реакцию почвенного раствора. Испытанные дозы полного минерального удобрения приблизили обеспеченность нефтезагрязненных почв подвижными формами NPK к таковой в незагрязненной почве.

Результаты оценки воздействия минеральных удобрений на рост и развитие растений в условиях нефтезагрязнения отражены в **разделе 3.2 «Влияние минеральных удобрений на рост и развитие трав-ремедиантов при нефтезагрязнении»** и демонстрируют успешное решение второй поставленной задачи. Показано, что максимально благоприятные условия для роста и развития растений формировались в случае внесения аммонийно-нитратной формы удобрений в олиготрофную торфяную почву и нитратной формы удобрений в чернозем типичный.

В **разделе 3.3 «Влияние минеральных удобрений на ферментативную активность почвы при нефтезагрязнении»** указаны особенности ингибирующего действия нефти на активность уреазы, каталазы и фосфатазы в двух типах почв. Отмечается, что оптимизация агрохимического фона с помощью минеральных удобрений повысила ферментативную активность, особенно в типичном черноземе.

В **разделе 3.4 «Влияние минеральных удобрений на биологические свойства при нефтезагрязнении»** оценено по количеству ДНК бактерий и архей, выступающих в качестве основных деструкторов нефтяных веществ. Выявлено увеличение количество ДНК прокариотов на 20-190 % в олиготрофной торфяной почве и на 6-93 % в черноземе типичном, достигая максимума при применении аммонийно-нитратной и нитратной форм азота соответственно.

В **разделе 3.5. «Влияние минеральных удобрений на эффективность деструкции нефти в почве»** определено по остаточному количеству нефтяных веществ к концу вегетационного периода. Наибольшее снижение содержания нефтепродуктов отмечено при применении аммонийно-нитратной формы удобрений на торфяной олиготрофной почве и при применении нитратной формы на черноземе типичном.

Материалы **раздела 3.6 «Оценка супрессивности нефтезагрязненной почвы»** дают важную информацию для понимания механизма негативного влияния нефтяного загрязнения на продуктивность растений и плодородие почв. Негативное воздействие нефти на всхожесть семян в модельной тест-системе *Fusarium solani* - *Triticum aestivum* L. оказалось в 2-3 сильнее, чем влияние патогена. При этом тест-культура на торфяной олиготрофной почве показала более высокую чувствительность по сравнению с черноземом типичным. На основе полученных результатов автор делает вывод о том, что действие нефтезагрязнения на почвенные экосистемы оказывается значительно более сложным и не ограничивается только действием на почвенную биоту.

Ценным результатом исследования соискателя является то, что 15 показателей, использованных для комплексной оценки состояния нефтезагрязненных почв, проанализированы с использованием метода главных компонент (*principal components analysis, PCA*). Эти материалы, приведенные в **разделе 3.7 «Анализ главных компонент»**, свидетельствуют о том, что анализ главных компонент позволил сократить размерность задачи и визуализировать данные в новом пространстве и ранжировать факторы по значимости их влияний на вариабельность полученных данных в три группы. Наибольший вклад вносили показатели, характеризующие биологический компонент: активность ферментов, численность прокариот и продуктивность фиторемедиантов.

В главе **«ЗАКЛЮЧЕНИЕ»** резюмированы результаты проведенных исследований и сформулированы основные выводы.

Замечания, вопросы и пожелания.

1. Методически более удачным было бы проведение сравнительной оценки эффективности удобрений и растений-ремедиантов для рекультивации двух типов почв (торфяная и черноземная) искусственно загрязняя их одновременно и одинаковыми дозами одной и той же нефтью. В вашем случае и физико-химические показатели нефти, и давность загрязнения [приблизительно 1 год на торфяной почве и 3 месяца – на черноземной почве] отличаются, то есть не соблюден «принцип единственного различия».

2. При использовании в качестве фитомелиорантов многолетних злаковых трав желательно исследовать их реабилитационную способность в течение не одного вегетационного периода (каждый год меняя почву), а в течение трёх лет на одной той же почве.

3. Соответствуют ли биологическим особенностям испытанных Вами многолетних трав вегетационные сосуды, вмещающие 2 кг почвы?

4. Как Вы можете объяснить то, что снижение урожайности (биомассы) на бедной, биологически малоактивной олиготрофной торфяной почве с содержанием 100 г/кг и 150 г/кг нефти, примерно такое же, как и на плодородной черноземной почве с содержанием 5 и 7 г/кг нефти?

5. Как повлияли испытанные удобрения и нефтяное загрязнение на ботанический состав урожая злаковых трав?

6. Желательно было бы рассчитать экономическую эффективность применения испытанных удобрений в качестве рекультивирующего фактора нефтезагрязненных почв исходя из урожайности трав.

7. Вместо устаревшего термина «обменный калий» желательно использовать гостовский термин «подвижный калий» или «подвижные соединения калия» (ГОСТ 26204-91, ГОСТ Р 54650-2011).

Отмеченные замечания и вопросы никоим образом не снижают высокой оценки представленной работы.

Заключение.

Диссертация Гальцовой Анастасии Дмитриевны «Агрохимическая и экологическая оценка применения комплекса минеральных удобрений и

растений-ремедиантов при рекультивации нефтезагрязненных почв» отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (по биологическим наукам), а также критериям, определенным в пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Работа оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Гальцова Анастасия Дмитриевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений.

Официальный оппонент:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
профессор кафедры агрохимии и почвоведения Института агробиотехнологий
и землепользования ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный
университет»

Гилязов Миннегали Юсупович

12.11.2024

Контактные данные: +7 (843) 567-47-09; agro-pochvo

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена
диссертация: 06.01.04 - Агрохимия, 06.01.02 - Сельскохозяйственная
мелиорация

Адрес места работы: 420011, г. Казань, ул. Ферма-2, д. 53, ФГБОУ ВО
«Казанский государственный аграрный университет», Институт
агробиотехнологий и землепользования, кафедра агрохимии и почвоведения

Подпись доктора сельскохозяйственных наук, профессора М.Ю. Гилязова
удостоверяю:

Ученый секретарь Ученого совета Казанского ГАУ

Ч.С. Хаялеева