

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора сельскохозяйственных наук Леднева Андрея Викторовича на диссертационную работу Равзутдинова Амира Рашидовича: «Агрохимическая характеристика и восстановление плодородия нефтезагрязненной серой лесной почвы агроэкологическими приемами в условиях республики Татарстан», представленную на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.04 - агрохимия

Актуальность темы диссертационной работы не вызывает сомнений, так как она посвящена изучению одной из важной социально-экономической проблемы, которая создает угрозу экологической и экономической безопасности нефтедобывающих регионов – деградации земель в результате загрязнения почвенного покрова продуктами нефтедобычи. Немало таких земель и в Республике Татарстан (РТ), из недр которой добыто более 3,3 млрд. тонн нефти. Загрязнение почвы нефтью и нефтепродуктами ухудшает многие её агрохимические, агрофизические, биологические свойства и приводит к полной или частичной гибели сельскохозяйственных культур в течение многих лет. В связи с этим, возникает острая необходимость изыскания простых и эффективных приемов восстановления плодородия (рекультивации) нефтезагрязненных почв.

В настоящее время в литературе известно большое количество технологий рекультивации, однако, подавляющее количество исследований проведено на черноземных и дерново-подзолистых почвах, а так как в настоящее время нефтедобыча в РТ активно ведется в зоне распространения серых лесных почв, это делает актуальным изучение нефтезагрязненных аналогов последних.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Приведенные в диссертации экспериментальные данные получены в результате анализа и статистической обработки большого количества почвенных и растительных образцов, отобранных в двух микрополевых стационарных полевых опытах, заложенных

соответственно в 2004 и 2014 гг. на одном массиве. Почва опытного участка - серая лесная среднесуглинистая, являющаяся преобладающей почвенной разностью Предкамья Республики Татарстан. Действие нефтяного загрязнения изучалось в следующем севообороте: яровая пшеница, ячмень, яровой рапс, просо. Автор на достаточно высоком научном уровне использует различные подходы и методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций, им установлены закономерности влияния различных уровней и периода загрязнения почв нефтью на агрохимические свойства, на урожайность изучаемых культур и на основные элементы их структуры, разработана и научно обоснована технология рекультивации загрязнённых почв.

Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций. Результаты и выводы, полученные диссертантом, обоснованы и достоверны, так как опираются на большой объём статистически обработанного фактического экспериментального материала, выполненного с использованием различных химических, физико-химических и биологических методов, проанализированного общепринятыми стандартными методиками. Вынесенные на защиту положения научно обоснованы, базируются на результатах проведённых исследований, отличительной особенностью которых является полнота и комплексность проведённого исследования.

Научная новизна исследования заключается в том, что по результатам многолетних исследований выявлены особенности трансформации агрохимических свойств серой лесной почвы во времени под влиянием трех уровней нефтяного загрязнения. Показано, что основные агрохимические параметры слабозагрязненной почвы (доза нефти 10 л/м²) десятилетней давности загрязнения существенно не отличаются от незагрязненного аналога. Установлена тесная положительная линейная зависимость содержания бенз(а)пирена от количества нефтепродуктов в серой лесной почве. Обнаружена тесная корреляция урожайности сельскохозяйственных культур от уровня и давности загрязнения серой лесной почвы в течение не менее 12 лет после однократного нефтяного загрязнения. Проведено ранжирование от-

дельных приемов рекультивации по их вкладу в повышение среднегодовых прибавок урожая основной продукции в течение трех ротаций севооборота, выявлено преобладающее значение интенсивного рыхления почвы и внесения полного минерального удобрения.

Результаты проведенных исследований прошли достаточно широкую апробацию на научных форумах и в периодической печати. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на восьми научно-практических конференциях различного уровня. По теме диссертации опубликовано 14 научных работ, в том числе 4 – в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки РФ.

Значимость для науки и практики полученных результатов. Теоретическая и практическая значимость работы не вызывает сомнений. Приведенные в работе данные существенно дополняют представление о влиянии нефтяного загрязнения на свойства и продуктивность серых лесных почв.

На основании проведенных исследований разработан способ восстановления плодородия нефтезагрязненной серой лесной почвы, состоящий из комплекса агрохимических и агротехнических приемов, который позволяет получить урожаи сельскохозяйственных культур, существенно не отличающиеся от урожаев на незагрязненной почве. Разработанный способ восстановления плодородия нефтезагрязненной почвы испытан на трех загрязненных участках с общей площадью 733 м² и внедрен в 2015-2016 гг. на территории ООО «Сатурн-Урал» Лениногорского муниципального района РТ.

В дополнение к имеющимся показателям агрохимических свойств почв и продуктивности сельскохозяйственных культур, используемым для оценки плодородия нефтезагрязненных почв, предложен дополнительный показатель - содержание бенз(а)пирена в почве.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. Выводы и рекомендации производству находятся в логической взаимосвязи с содержанием диссертационной работы, отражают ее основное содержание и подтверждаются экономическими расчетами.

Результаты и выводы диссертации могут быть широко использованы, так как отличаются простотой выполнения, доступностью и являются агрономически и экономически вполне оправданными, о чем свидетельствуют производственные испытания на трех загрязненных участках на территории Республики Татарстан.

Полученные соискателем научные данные о свойствах нефтезагрязненной серой лесной почвы, ответной реакции сельскохозяйственных культур на различные уровни загрязнения и эффективности агрохимических и агротехнических приемов восстановления плодородия нефтезагрязненных почв должны быть использованы для усовершенствования агроэкологических технологий ремедиации серых лесных почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Материалы диссертационной работы могут быть использованы в процессе обучения студентов и специалистов агрономического профиля.

Оценка содержания диссертации, её завершённости и замечания по оформлению работы. Диссертационная работа представлена в виде компьютерного текста общим объёмом 238 страниц, основной материал изложен на 188 страницах. Работа содержит 34 таблицы, 32 рисунка и 46 приложений. Список литературы включает 278 источника, в том числе 39 иностранных публикаций. Диссертация содержит введение, обзор литературы, 3 главы результативной части, заключение, список использованной литературы и приложения.

Во **введении** обоснована актуальность темы исследований; сформулированы цель и основные задачи собственного исследования; научная новизна и практическая значимость полученных результатов; приведены основные положения работы, выносимые на защиту; указан личный вклад соискателя и область применения полученных результатов.

Первая глава представляет собой аналитический обзор литературных источников, где рассмотрены причины и источники загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами; влияние нефти и нефтепродуктов на агрономические свойства почвы, рост и развитие растений; характер самовосстановления

нефтезагрязненных почв и возможные способы их рекультивации механическими, физико-химическими и биологическими методами.

Во **второй главе** приведены почвенно-климатические условия региона и методика проведения исследования. Объектом исследования явились серые лесные почвы Предкамья РТ, искусственно загрязненные товарной нефтью. Исследование проводилось на двух микрополевых стационарных опытах, заложенных в 2004 г. (МпО № 1) и 2014 г. (МпО № 2) на одном массиве. Почвы опытных участков до загрязнения характеризовались низким содержанием гумуса, слабокислой реакцией среды, повышенным и средним содержанием подвижных форм соответственно фосфора и калия, средней обеспеченностью подвижными формами микроэлементов (В, Мо, Мп, Сu, Zn, Со). Почвы были искусственно загрязнены дозами товарной нефти 10; 20; 40 л/м² (МпО № 1) и 12,5; 25; 50 л/м² (МпО № 2), которые примерно соответствуют слабому, среднему и сильному уровню загрязнения. Программа и методика исследования построены логически последовательно и не вызывают нареканий.

Третья глава «Результаты исследования» состоит из шести разделов.

В *первом* разделе рассмотрены особенности распределения нефтепродуктов по профилю серой лесной почвы при различных уровнях её однократного загрязнения товарной нефтью. Показано, что в течение первого года после загрязнения из слоев 0-15 и 15-30 см серой лесной почвы элиминировалась соответственно 42-48 и 22-36 % исходного количества нефтепродуктов, в то время как в нижележащих слоях происходило возрастание их концентрации на 7-12 %.

Во *втором* разделе рассмотрена динамика изменения основных агрохимических свойств серой лесной почвы под действием товарной нефти. Отмечается, что под действием нефтяного загрязнения в серой лесной почве резко увеличилось содержание общего углерода, снизилась емкость катионного обмена, гидролитическая кислотность, содержание подвижных форм

азота, фосфора и калия. Глубина трансформации и темпы восстановления агрохимических свойств обуславливались уровнем и давностью загрязнения.

Под действием нефтяного загрязнения содержание подвижных форм меди и кобальта не изменилось, марганца – увеличилось, а бора, молибдена и цинка достоверно снизилось, однако обеспеченность серой лесной почвы подвижными формами испытанных микроэлементов под действием нефтяного загрязнения не перешла в другую группу обеспеченности. Установлена тесная положительная линейная зависимость ($R^2=0,845$) содержания бенз(а)пирена от количества нефтяных веществ в серой лесной почве, в связи с чем в различных горизонтах почвы, загрязненной товарной нефтью дозой 25 л/м², содержание бенз(а)пирена превышало ПДК в 10,5-19,5 раза.

В *третьем* разделе рассмотрено действие различных уровней нефтяного загрязнения на продуктивность сельскохозяйственных культур в течение трех ротации севооборота. В зависимости от доз нефти всходы испытанных сельскохозяйственных культур не появились в течение одного года (12,5 л/м²), двух лет (25 л/м²) и трех (50 л/м²) лет. Обнаружилась тесная отрицательная зависимость урожайности сельскохозяйственных культур от доз однократно внесенной товарной нефти ($R^2=0,466\div 0,886$). Установлена тесная положительная зависимость урожайности подопытных культур (яровая пшеница, яровой ячмень, яровой рапс, просо) от давности загрязнения серой лесной почвы товарной нефтью ($R^2=0,834\div 0,890$), благодаря чему в течение всего срока наблюдения (12 лет) происходило медленное и скачкообразное приближение её к уровню урожайности на незагрязненной почве. Нефтяное загрязнение в наибольшей степени уменьшало число зерен в колосе (стручке, соцветии) или число продуктивных стеблей (соцветий, стручков) на единицу площади. В наименьшей степени от старого нефтяного загрязнения снизилась масса 1000 зерен.

Четвертый раздел посвящен исследованию действия нефтяного загрязнения серой лесной почвы на валовое содержание основных макроэлементов в растениях. Загрязнение почвы нефтью заметнее отразилось в хими-

ческом составе вегетативной, нежели генеративной части урожая обеих испытанных культур (яровой рапс, просо). Под действием нефтяного загрязнения содержание азота и фосфора в растениях снижалось, а калия – повышалось. Изменения были более значимыми при более высокой дозе нефти и затухали по мере старения нефтяного загрязнения.

В пятом разделе изложены результаты оценки эффективности агрохимических и агротехнических приемов восстановления плодородия серой лесной почвы, загрязненной средней дозой нефти (20 л/м²). В течение трёх ротации севооборота в качестве восстановительных плодородие нефтезагрязненной почвы приемов изучены: внесение органических и минеральных удобрений, известкование, инокуляция почвы биопрепаратом Байкал ЭМ-1 и послойное рыхление почвы.

Максимальные прибавки урожая испытанных культур были получены при комплексном применении интенсивной механической обработки почвы, химической мелиорации, полного минерального удобрения и биопрепарата Байкал ЭМ-1 («Известь +Рыхление+ NPK+ Байкал»). Этой комбинации несколько уступал вариант рекультивации «Известь+Рыхление+NPK». Третью позицию по величине прибавок урожая основной продукции занял вариант рекультивации «Известь+Рыхление+Биогумус», то есть влияние минерального удобрения на урожайность сельскохозяйственных культур было более существенным, чем биогумуса. Испытанные приемы рекультивации по их значимости в повышение среднегодовых прибавок урожая расположились в следующий возрастающий ряд: известкование <инокуляция почвы биопрепаратом Байкал ЭМ-1<рыхление почвы <внесение биогумуса <внесение полного минерального удобрения. Соискатель установил, что роль отдельных приемов рекультивации существенным образом изменяется во времени: если до середины второй ротации севооборота на урожайность культур наибольшее положительное влияние оказывало интенсивное рыхление почвы, то в дальнейшем - внесение минеральных удобрений и биогумуса.

Биопрепарат Микрозим (tm) Петро Трит, содержащий активные штаммы углеводородокисляющих микроорганизмов, достоверно увеличил урожайность проса только на слабозагрязненной почве и прибавка урожая зерна (16 г/м²) оказалась более чем в 3 раза ниже прибавки, полученной от совместного применения рыхления и минеральных удобрений. Таким образом, заявленная производителем биопрепарата высокая эффективность в условиях данного эксперимента не обнаружилась, как на фоне интенсивного рыхления почвы, так и на фоне рыхления и удобрения.

В *шестом* разделе автор привел расчеты прямых экономических потерь от загрязнения почв различными дозами нефти и экономической эффективности испытанных приемов восстановления плодородия нефтезагрязненной серой лесной почвы. Экономически наиболее выгодным оказалось восстановление плодородия нефтезагрязненной серой лесной почвы внесением полного минерального удобрения в сочетании с рыхлением почвы и известкованием. Замена полного минерального удобрения биогумусом или биопрепаратом Байкал ЭМ-1 приводила к существенному ухудшению показателей экономической эффективности. Судя по актам внедрения результатов научно-исследовательской работы, результаты полевых экспериментов подтвердились производственными испытаниями.

В **заключении** диссертации даны основные выводы и рекомендации производству, которые находятся в логической взаимосвязи с содержанием диссертации, отражают ее основное содержание и подтверждаются экономическими расчетами. Выводы и рекомендации характеризуются четкостью, практичностью и могут быть использованы в производственных условиях на серых лесных почвах Республики Татарстан.

Диссертация являет собой законченный научный труд. Представленные в диссертации экспериментальные данные получены лично автором, на основании которых и сформулированы научные положения, выдвинутые на защиту, сделаны научные выводы и рекомендации производству. Диссертация

оформлена аккуратно и грамотно, разделы и подразделы логично дополняют друг друга, содержат ответы на поставленные задачи.

Несмотря на имеющиеся многочисленные достоинства работы, в ней обнаружены отдельные недостатки.

1. В обзоре литературы и списке литературы отсутствуют нормативно-правовые акты, регламентирующие проведение рекультивации земель: Постановление Правительства РФ от 10 июля 2018 г. № 800 «О проведении рекультивации и консервации земель»; ГОСТ Р 57446-2017 «Наилучшие доступные технологии рекультивации нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия» и другие.

2. В перечне методик проведения химических анализов отсутствует ссылка на ГОСТ или ПНД Ф методики определения нефтепродуктов в загрязнённой почве, именно от неё зависит процент их извлечения из почвы.

3. Схема микрополевого опыта № 2 фактически представляет из себя 2-х факторный опыт: фактор 1 – дозы нефти (0; 12,5; 25; 50 л/га); фактор 2 – способы рекультивации (без воздействия, рыхление, известкование, внесение минеральных удобрений, биопрепарата). Однако, для полноценной схемы 2-х факторного опыта не хватает несколько вариантов (например, нефть 50 л/м² + рыхление, нефть 50 л/м² + биопрепарат и др.).

4. В опытах 1 и 2 изучали различные дозы загрязнения нефтью. В опыте 1: 10; 20; 40 л/м², а в опыте 2: 12,5; 25; 50 л/м², что несколько затрудняет их сравнение между собой.

5. В диссертации не приведена динамика изменений содержания нитратного и аммонийного азота в опытах, а именно они, в большинстве случаев, определяют скорость разложения нефти в загрязнённой почве (более существенно, чем щелочногидролизуемый азот).

6. На стр. 72 не корректно указано, что на повышение содержания общего углерода в почве «возможно» оказывает влияние загрязнение её нефтью. Это общеизвестный и давно доказанный факт!

7. Стр. 75. Не совсем понятно утверждение: «Старое нефтяное загрязнение на содержание общего азота почвы статистически достоверного влияния не оказало, в связи с чем соотношение азота к углероду расширилось от 1: 13,0 (незагрязненная почва) до 1: 17,5 (сильнозагрязненная почва)».

8. Не достаточно полно описано изменение кислотности загрязнённой почвы в течение 10 лет наблюдений, хотя на рис. 14 наблюдается очень специфическое изменение показателя pH_{KCl} в процессе её самовосстановления.

9. В табл. 13 и в рис. 17 более правильно указывать содержание нефтепродуктов, а не содержание нефтяных веществ.

10. В диссертации не приведено содержание бенз(а)пирена в растениеводческой продукции и в почве вариантов с рекультивацией, хотя именно этот показатель автором предлагается использовать в качестве контрольного, то есть по нему определять эффективность рекультивационных работ.

11. Расчёт экономической эффективности разработанной технологии рекультивации загрязнённых почв является одной из самых важных, но очень спорных проблем. Именно из неё вытекает обоснование выбранных конкретных агроприёмов и стоимость самого проведения рекультивации. Необходимо помнить, что рекультивация загрязнённых почв в первые 2-3 года не нацелена на получение товарной растениеводческой продукции (так как она является загрязнённой и должна быть утилизирована), но она позволяет резко сократить период рекультивации и, следовательно, период выплаты штрафных санкций землепользователю за загрязнённый участок. Эти моменты не полностью нашли отражение в табл. 33 и 34. Кроме того, в табл. 34 в себестоимость работ не полностью вошли затраты на известкование.

12. Большое количество графиков и таблиц разрывают текстовую часть, что затрудняет их анализ.

Отмеченные недостатки не снижают высокого качества исследования и не влияют на описанные выше главные теоретические и практические результаты диссертации, которые обладают научной новизной, практически значимы и демонстрируют вклад автора в изучение данной проблемы.

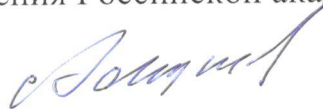
Заключение. Диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне. В работе приведены научные результаты, внедрение которых вносит значительный вклад в решение важных экологических задач, представляет собой научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Новые результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для науки. Работа написана доходчиво, грамотно и аккуратно оформлена. Выводы и рекомендации обоснованы.

Автореферат по содержанию и структуре соответствует диссертации.

Диссертационная работа отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Равзутдинов Амир Рашидович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности – 06.01.04 – агрохимия.

Доктор сельскохозяйственных наук (06.01.03 «Агропочвоведение, агрофизика»), руководитель Удмуртского научно-исследовательского института сельского хозяйства – структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Удмуртский Федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук»

Леднёв Андрей Викторович



427007 Удмуртская Республика, Завьяловский район,
с. Первомайский, ул. Ленина 1, тел. (4312) 629-698;
e-mail: ugniish@yandex.ru

11.11.2019 г.

Подпись Леднёва А.В. подтверждаю:
директор УдмФИЦ УрО РАН, д-р физ.-мат. наук



М.Ю. Альес