

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. директора Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса», кандидат сельскохозяйственных наук



О.А. Разин

«02» октября 2023 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации – ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р.Вильямса» на диссертационную работу Алёшина Матвея Алексеевича на тему «Регулирование азотного питания зерновых бобовых и злаковых культур в агроценозах Предуралья», представленную к защите в диссертационный совет 24.1.006.01 при ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова» на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

Актуальность темы. В современных условиях развития сельского хозяйства России, при широком использовании адаптивно-ландшафтных систем земледелия и необходимостью наращивания объёмов применения минеральных удобрений, неизменно растет интерес к дополнительным источникам элементов питания растений, особенно азотного. Недостаток азота минеральных удобрений и необходимость увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур при стремлении снизить энергетические затраты на производство продукции растениеводства требуют комплексного применения минерального и биологического азота. В этой связи весьма актуальны исследования позволяющие обеспечить увеличение объёмов производства зерна зерновых бобовых и злаковых культур, благодаря интенсификации технологий их возделывания в одновидовых и смешанных агроценозах, включающих обоснованное применение азотных удобрений и биопрепаратов с учётом погодных условий и влияния комплекса агрохимических свойств почвы.

Научная новизна состоит в определении эффективности приёмов, способствующих формированию симбиотически активных клубеньков на корнях зернобобовых культур, повышению их азотфиксирующей способности и биологической продуктивности в агроценозах. На основании полученных данных установлен объём свежего органического вещества, общего и биологического азота, который накапливается в почве при проведении уборки агроценозов гороха посевного и вики озимой на зерносеяж и зерно. Представлены результаты комплексной оценки, показывающие эффективность действия биологического азота при последующем возделывании в севообороте зерновых культур (овса, ячменя и пшеницы). Произведены расчёты баланса азота, объёмы прямой и косвенной эмиссии N-N<sub>2</sub>O из дерново-подзолистой почвы, количество секвестрируемого C-CO<sub>2</sub> зерновыми злаковыми и бобовыми культурами в одновидовых и смешанных агроценозах при разных уровнях азотного питания. Дополнительно установлены агрохимические и биологические параметры почвы и микробиома, формирующегося на поверхности послеуборочных растительных остатков, что существенно расширяет представление относительно протекания процесса их деструкции.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость работы заключается в научном обосновании биологических и физиологических особенностей развития, функционирования симбиотического ризобияльного аппарата на корнях зернобобовых культур, поступлением в почву дополнительного объёма углерода и

биологического азота в составе ПКО, делает обоснованным расчёт баланса азота и разработку системы применения азотных удобрений в севообороте. Расширены и детализированы представления о направленности и активности процессов превращения азота, поведения микробного пула дерново-подзолистой почвы при разложении пожнивных остатков зерновых злаковых и бобовых культур. Это существенно дополняет современный уровень знаний о начале деструктивных процессов, происходящих с растительными остатками, а также служит качественным основанием для построения более полной модели развития микробного сообщества в процессе их разложения в почве.

Практическая значимость работы. Результаты расчётов, проведённых на основании полученных экспериментальных данных по стоку и эмиссии парниковых газов ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ), могут быть использованы при проведении национального кадастра антропогенных выбросов из источников, связанных с сельскохозяйственным производством. Итоги лабораторных экспериментов позволяют качественно дополнить современную модель развития микробного сообщества на поверхности растительных остатков зерновых культур в рамках деструктивных процессов происходящими с ними в почве.

Результаты исследований могут быть использованы в учебном процессе, при разработке и освоении в производстве современных биологизированных агротехнологий возделывания зернобобовых культур (гороха посевного, вики озимой), внедрении органической системы земледелия на дерново-подзолистой почве региона.

Степень обоснованности и достоверности выводов и заключений диссертационной работы. Степень обоснованности исследований и достоверности выводов и заключений диссертационной работы основана на детальном изучении научной литературы по теме исследований, экспериментальных данных полевых и лабораторных опытов и их статистическом анализе. Полевые и лабораторные исследования выполнены с использованием общепринятых методик по закладке и проведению опытов, анализу полученных данных, что позволило объективно обосновать основные выводы и заключения диссертационной работы.

Диссертация изложена на 478 страницах машинописного текста, состоит из введения, 9 глав, заключения и 75 приложений, содержит 109 таблиц и 20 рисунков. Список использованной литературы включает 883 наименования, в т.ч. 310 зарубежных авторов.

Обоснованность результатов, полученных соискателем учёной степени в рамках выполнения научных исследований по заявленной теме на кафедре агрохимии ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет им. Д.Н. Прянишникова» и лаборатории минерального и биологического азота и оценки эффективности применения удобрений ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова», определяется соответствием научных выводов итогам экспериментальной части диссертационной работы. Основные результаты исследований опубликованы в 57 печатных работах, включенных в базу данных на платформе РИНЦ, в том числе 16 статей – в изданиях из Перечня ВАК Минобрнауки РФ. Материалы исследований по диссертационной работе были представлены в рамках научного сообщения «Кормопроизводство: состояние, проблемы и пути их решения» на заседании бюро Отделения сельскохозяйственных наук РАН и 28 научных мероприятиях различного уровня.

Представленная диссертационная работа содержит все необходимые разделы.

Во введении приводится обоснование актуальности темы и направления исследований, сформулированы цель и задачи исследования, раскрыта научная новизна и практическая значимость диссертационной работы.

В первой главе дан обзор литературы и уделено внимание влиянию минеральных азотных удобрений на продуктивность зернобобовых культур и их азотфиксирующую физиологическую активность в разных по составу агроценозах. Показана необходимость понимания сущности процесса симбиотической азотфиксации и возможности его регулирования в рамках внедрения современных биологизированных агротехнологий, что предопределяет проведение исследований по данной тематике.

Во второй главе приводится описание почвенно-климатических условий региона проведения исследований (Пермский край), агрохимическая характеристика профиля и

пахотного слоя почвы опытных участков. Подробно описана методика закладки и проведения вегетационного и крупноделяночных полевых опытов в период с 2012 по 2019 гг., соответственно в рамках УНЦ «Липогорье» и опытного поля Пермского ГАТУ. Все проведённые исследования сопровождались лабораторными агрохимическими анализами почвы и растений. На основании аналитических данных определена питательная ценность урожая, пригодность получаемого зерносенажа и зерна для скармливания сельскохозяйственным животным и птице, последующей переработке в крупу.

Методически грамотное построение схемы опытов позволило соискателю: определить выход пожнивно-корневых остатков и поступающего с ними в почву свежего органического вещества, общего и фиксированного N; произвести расчёт дополнительного объёма C-CO<sub>2</sub>, потребляемого зернобобовыми культурами и эмиссии N-N<sub>2</sub>O в их одновидовых и смешанных агроценозах, установить баланс N в почве и эффективность его использования из удобрений; комплексную оценку действия накопленного в почве и пожнивных остатках зернобобовых культур биологического N. Статистическая обработка полученных данных проведена посредством дисперсионного анализа.

Полученный экспериментальный материал сопровождается результатами лабораторных модельных экспериментов, где были определены агрохимические и микробиологические параметры почвы при трансформации форм C и N, которая наблюдается при разложении соломы зерновых культур. Эти данные позволили детализировать и объективно качественно дополнили уровень знаний о микробных процессах при разложении в почве растительных остатков сельскохозяйственных культур.

В главах третьей и четвертой автором представлены результаты исследований по оценке влияния азотного удобрения на урожайность (глава 3), биохимический состав и технологические показатели качества урожая (глава 4) зерновых бобовых и злаковых культур в одновидовых и смешанных агроценозах. Зафиксировано наличие у гороха посевного сортовой отзывчивости на инокуляцию семян симбиотическими ризобактериями, которая выражена, в том числе, посредством морфологических особенностей строения фотосинтетического и симбиотического аппарата на корнях растений. Показано, что на слабо- и среднекультуренной дерново-подзолистой почве наблюдается разная реакция гороха на использование азотного удобрения, в первом случае ингибирующая, а во втором индуцирующая симбиотическую активность ризобий.

В пятой главе приведены результаты расчётов по накоплению свежего органического вещества, общего и биологического азота в почве в зависимости от состава формируемых агроценозов и используемых удобрений. Установлен дополнительный объём C-CO<sub>2</sub>, поступающий в почву при азотфиксации и расходуемый на фиксацию зернобобовыми культурами эквивалентного количества азота атмосферы. За счёт возделывания в составе смешанных агроценозов со злаками, наблюдалось увеличение и более полная реализация их биологического потенциала в отношении азотфиксации.

Шестая глава посвящена анализу изменений объёма продуцирования закиси азота из почвы в разных по составу агроценозах зерновых культур. Отмечено, что при запашке послеуборочных растительных остатков гороха и озимой вики, в почву дополнительно поступает биологический азот, благодаря которому последующие зерновые культуры можно возделывать без внесения или с использованием минимальной дозировки азотных удобрений. Это позволяет существенно снизить риски, связанные с дополнительной эмиссией N-N<sub>2</sub>O, а также и C-CO<sub>2</sub>, в случае использования в качестве азотного удобрения карбамида.

В седьмой главе проанализированы результаты, полученные при определении выноса урожая и эффективности использования азота зерновыми бобовыми культурами в одновидовых и смешанных посевах, позволили установить параметры для формирования бездефицитного и положительного баланса азота в почве. Доказано, что компенсация всех основных статей затрат, за счёт фиксированного симбиотическим путём азота, наблюдается только при возделывании озимой вики на зерно в одновидовом и смешанном агроценозе с её преобладанием, благодаря сохранению у этого вида бобовых культур положительного баланса между авто- и симбиотрофным азотным питанием.

В главе восьмой представлена комплексная оценка действия биологического азота, накопленного зернобобовыми культурами в разных по составу агроценозах. Благодаря проведению исследований в рамках севооборота, определено влияние гороха посевного и озимой вики на урожайность, кормовую питательную ценность и продовольственные показатели, определяющие качество зерна яровых зерновых культур (овса, ячменя, пшеницы). По каждому показателю, регламентированному соответствующим нормативным документом, проведено сравнение с действующими нормами для классов качества.

Глава девятая посвящена реакции микробного сообщества почвы на разложение соломы зерновых культур. Автором детализирован начальный этап деструкции пожнивных остатков, который, по его мнению, начинается с момента формирования на их поверхности сообщества микроорганизмов в виде микробных биоплёнок и последующего локального лизиса поверхности клеточных стенок, после утраты ими физиологической защищённости. Благодаря проведению исследований в рамках лабораторных модельных экспериментов, представлены результаты, характеризующие увеличение численности и гетерогенности микробиома почвы, что позволило соискателю дифференцировать слои почвы вокруг частиц соломы на зоны. Логичным дополнением выступает информация по содержанию и трансформации форм углерода и азота в органическом веществе почвы.

Значимость выводов и рекомендаций для науки и практики. Теоретические и практические положения диссертации дают научное обоснование для регулирования биологических параметров азотного питания зерновых бобовых и злаковых культур при рациональном использовании биологического азота, способствующее решению проблемы дефицита кормового и продовольственного белка, которая в настоящее время наблюдается в большинстве регионов РФ и Пермского края в частности.

Личный вклад соискателя состоит в том, что он непосредственно принимал участие в закладке и проведении полевых и вегетационных опытов, фенологических наблюдениях и учёте урожая по срокам уборки, анализе почвенных и растительных образцов, обработке материалов исследований и их публикации. Лабораторные модельные эксперименты по разложению соломы зерновых культур, учёты и наблюдения за составом и активностью почвенного микробиома, определение биологических и агрохимических показателей почвы выполнены лично автором на базе ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ имени Д.Н. Прянишникова. Соискателем выполнены необходимые расчёты и статистическая обработка экспериментальных данных, а также подготовка работы к защите диссертации.

По данной диссертации имеются следующие замечания:

1. Тем работы «Регулирование азотного питания зерновых бобовых и злаковых культур в агроценозах Предуралья». При этом в обзоре литературы подробно проанализированы результаты научных исследований по регулированию азотного питания бобовых культур и практически отсутствуют данные по злаковым культурам. Лишь кратко охарактеризовано использование азота при совместном выращивании зернобобовых и злаковых культур.

2. В диссертации следовало привести раздел «Условные обозначения и сокращения», поскольку в тексте работе много сокращений и условных обозначений, которые автором не всегда расшифрованы.

3. В Таблицах 2.2. (с. 32), 2.3 (с. 35), 2.4 (с. 41) и других следовало дать примечание и расшифровать сокращения Нг, S, ЕКО и другие.

4. Раздел 3.1. На страницах 58-59 автор подводит краткий итог полученных результатов, сопоставив их с данными других авторов. Но затем приводит почти 4 страницы литературного обзора (С.59-63), что отвлекает от анализа результатов его собственных исследований.

5. Следовало подкрепить расчетом или экспериментальными данными утверждение «Зерно озимой вики... может быть рекомендовано для скормливания сельскохозяйственным животным и птице с целью снижения перерасхода концентратов на производство продукции животноводства и повышения белковости концентрированных кормов» (стр. 168).

6. Встречаются опечатки и стилистические погрешности (с. 46, 47, 52, 72, 255 и др.).

Однако замечания не умаляют достоинств выполненной работы. Диссертация соответствует паспорту специальности 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений, а именно пунктам 1.2, 1.7, 1.9, 2.12, 2.16.

**Заключение.** На основании вышеизложенного считаем, что диссертационная работа Алёшина Матвея Алексеевича «Регулирование азотного питания зерновых бобовых и злаковых культур в агроценозах Предуралья», представленную на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений, является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной на высоком методическом уровне, обладает научной новизной, имеет теоретическое обоснование и практические результаты.

На основании проведенных соискателем исследований решены научные задачи по обоснованию биологических параметров регулирования азотного питания зерновых бобовых и злаковых культур на дерново-подзолистых почвах Среднего Предуралья. Решены практические задачи, позволяющие дополнить методику определения вклада биологического азота бобовых культур в азотный баланс земледелия России. Внедрение полученных результатов позволит оптимизировать азотное питание зерновых и зернобобовых культур, при сохранении и последующем наращивании объёмов применения N-удобрений. Работа оформлена в соответствии с требованиями ВАК РФ. По материалам диссертации опубликованы 57 печатных работ, в том числе 16 статей – в изданиях из Перечня ВАК Минобрнауки РФ. Основные результаты исследований и выводы изложены в автореферате, содержание которого соответствует диссертации. В целом диссертационная работа отвечает требованиям положения Правительства РФ «О порядке присуждения ученых степеней» от 24.09.2013 № 842 (с изменениями на 11.09.2021), а ее автор Алёшин Матвей Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени доктора биологических наук по специальности 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений.

Отзыв заслушан и утвержден на заседании лаборатории физиологии сельскохозяйственных растений Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса» 28 сентября 2023 года, протокол № 9.

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
академик РАН, и.о. научного руководителя  
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

Владимир Михайлович Косолапов

Доктор биологических наук, доцент,  
ведущий научный сотрудник  
лаборатории физиологии  
сельскохозяйственных растений

Елена Владимировна Думачева

Подписи В.М. Косолапова и Е.В. Думачевой удостоверяю  
ученый секретарь ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», к. с.х.н.



Екатерина Георгиевна Седова