

Отзыв

официального оппонента доктора биологических наук Елены Николаевны Пасынковой на диссертационную работу Волковой Марины Алексеевны на тему: «Эффективность модифицированного карбамида при возделывании яровой пшеницы и его трансформация в почве», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по научной специальности 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений.

Одной из наиболее важных задач, стоящих перед сельскохозяйственным производством нашей страны в настоящее время, является достижение целевых показателей Доктрины продовольственной безопасности. При этом, важнейшим условием её выполнения является научно-обоснованное расширение существующего ассортимента всех видов удобрений, а также препаратов комплексного действия с включением как макро-, так и микроэлементов, используемых для максимальной адаптации растений к стрессовым факторам, что особенно важно в условиях изменяющегося климата. При этом особенно остро стоит вопрос повышения эффективности азотных удобрений, так как азот практически на всех почвах находится в первом минимуме и необходим для формирования современных уровней урожаев с максимальным накоплением белка в зерне злаковых культур.

Актуальность темы. В настоящее время известно, что сравнительно большая доля вносимого в почву азота удобрений подвергается биологической трансформации с последующей миграцией в виде газообразных потерь или нитратной формы, которая на почвах с промывным типом водного режима (в частности, подзолистых и дерново-подзолистых почв Нечерноземья России) может быть вымыта за пределы корнеобитаемого слоя. При этом на подзолистых и дерново-подзолистых почвах совокупные непроизводительные потери азота удобрений в результате процессов аммонификации, нитрификации и денитрификации в среднем составляют 30-50%. В связи с изложенным выше, на таких почвах крайне важно контролировать уровень и степень подвижности внесенного азота удобре-

ний, поэтому разработка и изучение эффективности новых форм азотсодержащих минеральных удобрений повышенной эффективности с замедленным и регулируемым высвобождением элементов питания, в частности, капсулированной мочевины, является в настоящее время, несомненно актуальной. Именно решению перечисленных выше проблем и посвящена представленная работа.

Научная новизна результатов. Впервые в условиях дерново-подзолистых почв центральной части Нечерноземья России проведены исследования по оценке влияния капсулированного монокальцийфосфатом, а также стабилизированного ингибиторами нитрификации и уреазы карбамида на формирование урожая и качества зерна яровой пшеницы в условиях вегетационных и мелкоделяночных полевых опытов. Установлено, что новая капсулированная форма карбамида с покрытием на основе монокальцийфосфата по сравнению с традиционным карбамидом существенно увеличивает урожай зерна яровой пшеницы как при проведении вегетационных, так и полевых опытов на 6-7% и на 8-14%, соответственно. Показано, что покрытие гранул на основе монокальцийфосфата повышает коэффициент использования азота на 14-17%, а стабилизаторы азота – на 13-19% по сравнению с обычной мочевиной. Установлено, что капсулированный карбамид с толщиной покрытия 50 мкм в агрономическом и экономическом отношении является максимально эффективной формой азотного удобрения. В условиях модельных лабораторных опытов на дерново-подзолистой и каштановой почвах изучена динамика трансформации азота модифицированных форм карбамида. Показано, что стабилизированные формы наиболее эффективно замедляют процессы трансформации амидного азота мочевины. Установлено, что на дерново-подзолистой почве покрытие мочевины монокальцийфосфатом снижает интенсивность аммонификации на 13-75% в течение первых трех суток, нитрификации – на 17-62% с 14-х по 35-е сутки и денитрификации – на 15-48% в течение 35 суток соответственно.

Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты вегетационных и полевых опытов, а также модельно-лабораторных исследований могут быть в дальнейшем использованы для разработки новых форм азотсодержащих

минеральных удобрений с повышенной эффективностью и с замедленным и регулируемым высвобождением элементов минерального питания.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Научные положения, выносимые на защиту, практически полностью соответствуют поставленной цели и основаны на выводах по результатам вегетационных, полевых и лабораторных исследований. Статистическая обработка полученных экспериментальных данных проведена в соответствии с общепринятыми методами, используемыми в агрохимических исследованиях, что подтверждает достоверность полученных закономерностей. Результаты вегетационных, лабораторных и полевых опытов, проводимых автором в период проведения исследований с яровой пшеницей сорта Любава, доложены и обсуждены на Всероссийских и Международных научных конференциях, конкурсах и в публикациях в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК. Соискатель принимал личное участие в планировании, закладке, проведении вегетационных, полевых и лабораторных опытов. Им проведен аналитический обзор научной литературы, статистическая обработка результатов, их интерпретация, формулирование выводов. Публикации по теме диссертации подготовлены при участии научного руководителя исключительно в части обсуждения и редактирования. Результаты и выводы, представленные в диссертации, согласуются с современными представлениями, принятыми по данному направлению исследований.

Структура работы. Диссертация Волковой М.А. изложена на 170 страницах компьютерного текста и состоит из введения, трех глав (обзор литературы, объекты и методы исследования, экспериментальная часть), заключения и списка литературы, включающего 292 наименования, в т.ч. 128 – иностранных авторов. Работа содержит 34 таблицы и 15 рисунков.

Анализ содержания работы. Во введении обоснована актуальность проблемы, обсуждается степень разработанности темы, сформулирована цель и задачи исследования, рассматривается и обсуждается научная новизна, теоретическая и практическая значимость проведенных исследований, методы исследований, до-

стоверность экспериментальных данных, приведены основные защищаемые положения и указана апробация работы.

В обзоре научной литературы рассмотрены основные вопросы хозяйственного значения яровой пшеницы и роль азотного питания растений в формировании ее урожая и качества при возделывании в почвенно-климатических условиях центральной части Нечерноземья России. Рассмотрены проблемы потерь азота из почвы и традиционных форм азотных удобрений, содержание соединений азота в почве, превращение и потери азота из почвы и удобрений, а также основные аспекты производства и применения удобрений пролонгированного действия как перспективного способа снижения потерь азота и повышения эффективности азотных удобрений. Рассмотрен механизм действия, модификации и эффективность удобрений с замедленным и контролируемым высвобождением элементов питания, а также стабилизированных азотных удобрений и выделены основные недостатки удобрений пролонгированного действия, ограничивающие их применение в условиях реального сельскохозяйственного производства.

Во второй главе диссертации представлены условия, материалы и методы исследований. При проведении исследований были использованы стандартная и модифицированные формы карбамида (стандартная форма карбамида (вариант сравнения) с содержанием N – 46%; капсулированный монокальцийфосфатом карбамид с толщиной покрытия 50 мкм (разработчик и производитель АО «НИУИФ») с содержанием N – 38% и P₂O₅ – 10%; капсулированный монокальцийфосфатом карбамид с толщиной покрытия 100 мкм (разработчик и производитель АО «НИУИФ») с содержанием N – 31%, P₂O₅ – 18%; карбамид с ингибитором уреазы Limus (производитель BASF) с содержанием N – 46%; карбамид с ингибитором нитрификации Vibelsol 7 (производитель BASF) с содержанием N – 46%; карбамид с ингибитором уреазы Limus и ингибитором нитрификации Vibelsol, содержание N – 46%. При этом содержание фосфора выравнивалось добавлением двуводного монокальцийфосфата и было одинаковым во всех вариантах опытов.

Во второй главе также представлена агрохимическая характеристика почв,

используемых при проведении исследований, а также данные по гидротермическим условиям вегетационных периодов во время проведения полевых опытов. Сделан вывод о том, что не во все годы проведения полевых опытов гидротермические условия, складывающиеся в период весенне-летней вегетации, были благоприятными для роста и развития растений изучаемого сорта яровой пшеницы.

В третьей (экспериментальной) главе, состоящей из четырех разделов представлены и обсуждаются полученные соискателем экспериментальные данные по влиянию различных форм карбамида пролонгированного действия на урожайность и качество зерна яровой пшеницы, динамике потребления азота растениями в зависимости от формы карбамида, формирование урожая при использовании разных форм карбамида, вынос элементов питания урожаем пшеницы и коэффициенты использования азота удобрений, а также показатели технологических качеств зерна в зависимости от формы карбамида пролонгированного действия.

Исследования, проведенные в вегетационных и полевых опытах показывают, что модифицированные формы карбамида, в частности, капсулированные с покрытием на основе монокальцийфосфата, обеспечивают сравнительно высокую доступность азота для растений пшеницы в периоды его максимального поглощения, а также более продолжительное потребление азота, что способствует более интенсивному накоплению биомассы к фазе колошения-цветения и оказывает положительное влияние на формирование урожая и качество продукции. Кроме изложенного выше, изученные формы карбамида пролонгированного действия обеспечивают сбалансированное азотное питание в течение всего периода вегетации, которое, в свою очередь, способствуют максимальному накоплению надземной биомассы (особенно по массе соломы), одновременно показывая высокий и пропорциональный прирост хозяйственно ценной части урожая – зерна.

В 2023-2024 гг. для верификации данных, полученных в вегетационных опытах, были проведены мелкоделяночные полевые опыты, что позволило оценить агрономическую эффективность модифицированных форм карбамида в условиях

реально складывающихся гидротермических условиях при возделывании яровой пшеницы, то есть с учетом более полного комплексного прямого действия и взаимодействия почвенно-климатических факторов.

Вегетационные и полевые опыты показали, что применение капсулированных форм карбамида с покрытием на основе монокальцийфосфата, независимо от складывающихся гидротермических условий в период вегетации, обеспечивает не только оптимизацию питания растений яровой пшеницы, но и существенно улучшение основные показатели структуры урожая и способствует стабильному повышению сбора соломы и урожайности зерна яровой пшеницы по сравнению с традиционной формой карбамида, что является прямым доказательством перспективности данной технологии модификации карбамида. Необходимо отметить, что стабилизированные формы карбамида как при проведении вегетационных, так и полевых опытов показали неоднозначные результаты. Показано, что эффективность данных форм азотных удобрений существенно зависит от гидротермического режима, складывающегося в период весенне-летнего периода вегетации. Однако, в благоприятные по гидротермическим условиям периоды вегетации изученные формы карбамида показали сравнительно высокую эффективность.

Исследования показали, что формы карбамида пролонгированного действия оказывают комплексное положительное влияние, выражающееся (как было показано выше) не только в достоверном увеличении урожайности, но и в повышении эффективности использования внесенного азота растениями яровой пшеницы. По сравнению с традиционным карбамидом, применение пролонгированных форм обеспечивает повышение коэффициента использования азота в среднем на 8-19%. Существенное повышение коэффициента использования азота удобрений имеет важное экономическое и экологическое значение, так как позволяет значительно снизить непродуктивные потери азота (газообразные, вымывание нитратного азота, денитрификация и т.д.). Показано, что капсулированный карбамид с покрытием на основе монокальцийфосфата представляет собой более агроэкологически эффективным в повышении эффективности азотных удобрений по сравнению с

формами, стабилизированными ингибиторами.

Установлено, что наиболее стабильные и высокие результаты по совокупности показателей технологических качеств (содержание сырого белка и клейковины, масса 1000 зерен) при проведении вегетационных и полевых опытов продемонстрировал вариант с капсулированным карбамидом с покрытием на основе монокальцийфосфата толщиной 50 мкм. Более высокая эффективность данной формы объясняется оптимальным режимом азотного питания, обеспечивающим растения яровой пшеницы азотом как в вегетативный, так и в репродуктивный период, что благоприятствует не только формированию более высокого уровня урожайности зерна и соломы, но и более интенсивному синтезу запасных белков.

Проведение экономической оценки показало, что капсулированный карбамид с покрытием на основе монокальцийфосфата толщиной 50 мкм является наиболее экономически выгодной формой карбамида, хотя в данном случае наблюдается рост прямых затрат. Однако данная модификация стабильно обеспечивает сравнительно высокую прибавку урожая зерна, что приводит к получению высокого чистого дохода, наименьшей себестоимости продукции и, как следствие, повышению рентабельности и максимальной окупаемости внесенного азота, что делает данную форму азотного удобрения не только агрономически эффективной, но и коммерчески привлекательной для внедрения в производственных условиях в технологии возделывания яровой пшеницы.

Изучение динамики превращения амидного азота различных форм карбамида пролонгированного действия на почвах разного генезиса (дерново-подзолистая и каштановая) позволило выделить наиболее эффективные варианты по степени замедления процессов минерализации. Показано, что все исследуемые модифицированные формы карбамида эффективно снижают темпы трансформации азота в почве по сравнению с обычной формой карбамида. При этом каждая из пролонгированных форм имеет свои особенности кинетики высвобождения азота, что может определять целесообразность их применения в зависимости от биологических особенностей возделываемых культур.

Изучение эффективности капсулированных форм карбамида на каштановой почве показало неоднозначные результаты. Форма карбамида с покрытием 100 мкм не замедляла, а интенсифицировала процессы превращения азота, что, вероятно, связано с локальным подкислением почвенного раствора вследствие гидролиза монокальцийфосфата и созданием более благоприятных условий для микрофлоры. Форма мочевины с более тонким покрытием (50 мкм) обеспечила более продолжительное сохранение аммонийного азота в почве. Наиболее высокую эффективность на каштановых почвах показали ингибиторы. Ингибиторы уреазы и нитрификации замедляли как аммонификацию, так и нитрификацию на протяжении всего периода наблюдений, что подтверждается минимальным накоплением нитратов и сохранением аммонийной формы азота. Полученные данные свидетельствуют о том, что эффективность различных модификаций карбамида существенно зависит от типа почвы. Так, если на дерново-подзолистой почве капсулированные формы показали хороший пролонгирующий эффект, то на каштановой почве их применение требует дополнительного детального изучения.

Изучение процесса денитрификации, как известно, представляющего собой восстановление нитратов и нитритов до оксидов и молекулярной формы азота и являющегося одним из основных причин непродуктивных потерь азота из почвы и эмиссии закиси азота (N_2O) позволило прийти к заключению о том, что размеры эмиссии N_2O зависят как от формы применяемого удобрения, так и от типа почвы. На дерново-подзолистой почве максимум выделения N_2O зафиксирован на 3-и сутки эксперимента, при этом покрытие гранул на основе монокальцийфосфата снижает интенсивность денитрификации в течение 35 суток на 15-48% по сравнению с обычной мочевиной. На каштановой почве наиболее интенсивное выделение закиси азота наблюдалось в течение 7-ми суток, а капсулирование карбамида снижало эмиссию N_2O на 7-60%. Ингибиторы уреазы и нитрификации наиболее сильно подавляли процесс денитрификации вне зависимости от типа почвы.

В «Заключении» представлены обобщающие результаты вегетационных, полевых и лабораторных экспериментов в форме логически построенных выво-

дов, что практически полностью согласуется с поставленной целью, задачами и положениями, выносимыми на защиту. Следует отметить и довольно значительный объем вегетационных, полевых и лабораторных экспериментов, а также аналитических работ, проведенных соискателем. При этом результаты исследований подтверждаются и достаточно полно отражены в 10 научных публикациях, 4 из которых опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Автореферат полностью отражает содержание диссертации. В целом диссертация Волковой М.А. по объему, научной новизне, теоретической и практической значимости является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены основные научно-обоснованные результаты исследований, которые показывают довольно высокую эрудированность и профессионализм соискателя.

Однако, несмотря на отмеченные выше многие положительные стороны проведенных исследований, диссертация не лишена некоторых недостатков, которые, однако, не снижают общей ценности диссертационного исследования и носят в основном рекомендательный характер:

- анализ гидротермических условий в период проведения исследований в полевых условиях необходимо проводить не по декадам и месяцам, а по межфазным периодам, так как сроки посева, даты прохождения основных фаз и наступление полной спелости зерна у злаковых культур по годам не совпадают;

- насколько объективно переводить урожайность зерна пшеницы из г/м^2 (С. 92, табл. 16) в ц/га (С. 109, табл. 26) и на этой основе проводить оценку экономической эффективности применения различных форм карбамида без учета переводных коэффициентов урожайности зерна, полученной на экспериментальной делянке определенной площади, на урожайность в производственных посевах?

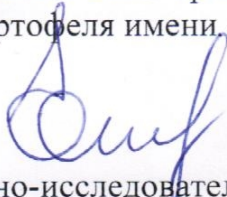
- отсутствуют рекомендации аграрному производству по применению изученных форм азотных удобрений для использования их в технологии возделывания яровой пшеницы на дерново-подзолистых почвах центра Нечерноземья России.

Заключение по диссертационной работе. Диссертация Волковой Марины

Алексеевны на тему: «Эффективность модифицированного карбамида при возделывании яровой пшеницы и его трансформация в почве», является законченной научно-практической работой, в которой содержится решение научных задач, имеющих существенное значение в области земледелия и растениеводства. В целом, диссертационная работа по актуальности, научной новизне и практической значимости полностью соответствует требованиям п. 9, 10, 11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, **Волкова Марина Алексеевна**, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата биологических наук по специальности 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений.

Официальный оппонент:

Доктор биологических наук (06.01.04 – агрохимия),
директор, заведующая отделом,
главный научный сотрудник отдела
селекции и семеноводства зерновых,
зернобобовых культур, многолетних трав и
рапса Ленинградского НИИСХ «Белогорка» -
филиала ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»



Пасынкова Елена Николаевна
11 августа 2026 г.

Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка» - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха» (Ленинградский НИИСХ «Белогорка» - филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»)

Адрес: 188338, Ленинградская область, Гатчинский район, д. Белогорка, ул. Институтская д. 1; тел/факс 8 (81371) 91-251, e-mail: lenniish@mail.ru, <http://lniish.ru/>

Подпись Пасынковой Елены Николаевны удостоверяю:

Ведущий специалист отдела кадров
Ленинградского НИИСХ «Белогорка» -
филиала ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»



Колпакова Татьяна Николаевна