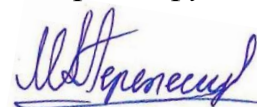


На правах рукописи



Перепелин Максим Андреевич

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАРБАМИДА УТЕС
НА ПОСЕВАХ РИСА**

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Краснодар – 2024

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина» (ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ)

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор, академик РАН
Шеуджен Асхад Хазретович

Официальные оппоненты: **Аканова Наталья Ивановна**
доктор биологических наук, профессор, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д. Н. Прянишникова», заведующая лабораторией агрохимии органических, известковых удобрений и химической мелиорации

Тишков Николай Михайлович
доктор сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта», главный научный сотрудник лаборатории агрохимии агротехнологического отдела

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет»

Защита диссертации состоится «23» мая 2024 г. в 13⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета 35.2.019.06 на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», по адресу: 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, главный корпус, аудитория 106.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета и на сайтах: ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина» – www.kubsau.ru и ВАК – <http://vak.ed.gov.ru>.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор сельскохозяйственных наук

 – Гуторова Оксана Александровна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Необходимость устойчивого роста производства риса, с одной стороны, и высокие требования растений к азотному питанию, с другой, обуславливают необходимость внесения азотных удобрений. Большие потери азота из удобрений, которые могут составлять 60 %, в том числе 10-20 % из-за улетучивания в виде аммиака, являются серьезной проблемой в рисоводстве. Большой интерес для рисоводства представляют ингибиторы уреазы, которые применяются при внесении под рис карбамида и карбамидно-аммиачной смеси (КАС). Принцип действия данного стабилизатора сводится к блокировке фермента уреазы в зоне контакта удобрения с почвенным раствором. Этот эффект длится до 15 дней, сокращая улетучивание аммиака, происходящее при гидролизе мочевины. Ингибиторы уреазы позволяют сократить потери азота на 60 % по сравнению с применением одной мочевины.

Для снижения затрат на применение минеральных удобрений производители модифицируют амидные формы азотных удобрений введением в их состав ингибитора уреазы. Одним из таких удобрений является карбамид УТЕС (ЮТЕК) ОАО «Еврохим».

Вместе с тем приходится констатировать, что стабилизированные ингибитором уреазы азотные удобрения на посевах риса – мочевины и карбамидно-аммиачная смесь еще практически не применяются, а исследования в этом направлении сравнительно малочисленны. Для широкого внедрения модифицированных ингибитором уреазы амидных форм азотных удобрений в практику рисосеяния требуется разработка регламента их применения для различных почвенно-климатических условий, соблюдение которого обеспечит получение высоких устойчивых урожаев риса и позволит уменьшить вносимые нормы азота на 25-30 %. Решение этой проблемы является весьма актуальной, перспективной задачей агрохимической науки.

Цель исследований – эколого-агрохимическая оценка и разработка регламента применения карбамида УТЕС при выращивании риса на лугово-черноземных почвах левобережья реки Кубань.

Для достижения поставленной цели поставлен следующий комплекс задач:

- изучить влияние ингибитора уреазы на динамику содержания минерального азота, подвижных форм фосфора и калия в лугово-черноземной почве под посевом риса;
- определить потери азота удобрения с фильтрационными и сбросными водами и влияние на них ингибитора уреазы;
- вскрыть влияние карбамида УТЕС на рост, развитие, минеральное питание и фотосинтетическую деятельность растений риса;

- рассчитать вынос азота, фосфора и калия урожаем риса и коэффициенты их использования растениями риса из удобрений;
- установить влияние карбамида УТЕС на продуктивность рисового агроценоза и качество зерна риса;
- дать экономическую оценку применения карбамида УТЕС на посевах риса.

Научная новизна исследований. Впервые изучено влияние карбамида УТЕС на динамику содержания минерального азота, подвижных форм фосфора и калия в лугово-черноземной почве на посевах риса в условиях левобережья реки Кубани, а также получены оригинальные экспериментальные данные о размерах потерь азота удобрения со сбросными и фильтрационными водами и показана возможность их уменьшения путем применения ингибитора уреазы. Получены новые данные по влиянию ингибитора уреазы на рост, развитие, минеральное питание, фотосинтетическую деятельность и продуктивность рисового агроценоза. Установлено положительное влияние карбамида УТЕС на количество и качество урожая зерна риса. Рассчитан хозяйственный вынос биогенных элементов урожаем риса и установлены коэффициенты их использования растениями из удобрений при применении модифицированным ингибитором уреазы карбамида.

Практическая значимость работы. Результаты исследований дают возможность повысить агроэкологическую эффективность амидных форм азотных удобрений при выращивании риса на лугово-черноземных почвах левобережья реки Кубани. Научно обоснован регламент применения карбамида УТЕС. Даны практические рекомендации по его использованию на посевах риса, позволяющие увеличивать продуктивность рисового агроценоза. Результаты исследований внедрены в производство и используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» (Шеуджен А.Х. Агрохимия: учебник. – Майкоп: «Полиграф-ЮГ», 2023. – 612 с. [С. 426-435]).

Степень достоверности и апробация результатов исследования. В результате полевых и лабораторных исследований получено большое количество оригинальных данных. Все экспериментальные данные подвергались статистической оценке, которая подтверждает их достоверность.

Ежегодно результаты исследований были рассмотрены и обсуждались на заседаниях профессорско-преподавательского состава кафедры агрохимии Кубанского ГАУ им. И.Т. Трубилина (2020-2023 гг.); доложены на конференциях различного уровня: 56-ая Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов «Современные проблемы агрохимии, агропочвоведения и агроэкологии» (г. Москва, ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»),

2022 г.), Международный саммит молодых ученых по направлениям AgroTech и FoodDesign (FoodTech) (г. Сочи, 2022 г.), Международная научно-практическая конференция «Эколого-генетические основы селекции и возделывания сельскохозяйственных культур» (г. Краснодар, ФГБНУ «ФНЦ риса», 2022 г.), «Всероссийский конкурс на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых аграрных образовательных и научных организаций России», на которой отмечена дипломом I степени.

Методология и методы исследований. Теоретическую основу и методику исследования составляют научные труды отечественных и зарубежных исследователей в области агрохимии азотных удобрений. Исследования проводили, используя лабораторные и полевые опыты. Фенологические наблюдения, биометрический анализ растений, агрохимический анализ почвы и растений, учет урожая, определение показателей качества зерна осуществляли по общепринятым для риса методикам (Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., 2015)

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Замена карбамида на карбамид UTEC в системе удобрения риса способствует снижению потерь азота с фильтрационными и сбросными водами и повышению азотного статуса почвы;

2. Закономерности роста, минерального питания и фотосинтетической активности растений риса при применении карбамида UTEC;

3. Вынос элементов питания урожаем и коэффициенты их использования растениями при применении карбамида и карбамида UTEC на рисовых агроценозах;

4. Агробиологическое обоснование приемов использования карбамида и карбамида UTEC на рисовых полях.

Публикации. По материалам исследований опубликованы монография, 5 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ, а также 2 в сборниках по материалам научных конференций.

Вклад автора. Совместно с научным руководителем сформулирована цель исследований, выбраны методы и методики их проведения. Лично проведены все полевые и лабораторные исследования, анализ полученных данных, подготовка и написание научных статей и диссертации.

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 125 страницах машинописного текста и состоит из введения, трех глав, заключения, предложений для производства, списка литературы и приложений. Работа содержит 22 таблицы, 16 рисунков, приложение – 10 таблиц и 6 рисунков. Список литературы включает 195 источников, в том числе 8 иностранных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ В РИСОВОДСТВЕ (обзор литературы)

В главе отражено состояние изученности вопроса. Обобщены данные литературных источников отечественных и зарубежных авторов по проблеме применения ингибиторов нитрификации и уреазы. Дается заключение об их использовании в рисоводстве.

2. УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в 2019-2022 гг. на рисовой оросительной системе Адыгейского научно-технического центра по рису (Тахтамукайский район Республики Адыгея).

Почва опытного участка – лугово-черноземная, со следующими агрохимическими показателями: гумус по Тюрину – 3,7 %, валовое содержание азота – 0,22 %, фосфора – 0,20 %, калия – 1,7 %; рН = 6,8; плотность пахотного слоя 1,4 г/см³.

Погодные условия в годы проведения полевых опытов были типичными для Тахтамукайского района Республики Адыгея и благоприятными для выращивания раннеспелых и среднеспелых сортов риса, что являлось предпосылкой для получения достоверных данных по изучению влияния изучаемого фактора – карбамида УТЕС.

Объекты исследований. Рис – сорт Чибий. Стебель средней длины. Метелки средней длины, изогнутость главной оси сильная. Масса 1000 зерен – 27-34 г. Обрушенное зерно среднее – длинное. Сорт среднепоздний. Устойчив к полеганию и осыпанию, среднеустойчив к пирикулярриозу.

Карбамид УТЕС (продукт компании ОАО «Еврохим») – азотное удобрение, в состав которого вводится ингибитор уреазы NBPT (N-(н-бутил) тиофосфорный триамид).

Для решения поставленных в настоящей работе задач были выполнены лабораторные и полевые опыты.

В лабораторном опыте изучались потери азота с фильтрационными и сбросными водами. Опыт включал 7 вариантов: 1. Без удобрений, 2. N₅₅, 3. N_{УТЕС55}, 4. N₆₄, 5. N_{УТЕС64}, 6. N₁₃₈, 7. N_{УТЕС138}.

В полевом опыте изучали эффективность различных норм и сроков внесения карбамида УТЕС под рис. Опыт включал в себя следующие варианты: 1. Без удобрений; 2. P₈₀K₆₀ – фон; 3. N_{55(до посева)} + N_{46(всходы)} + N_{37(кущение)} (традиционная схема применения азотного удобрения); 4. N_{138(до посева)}; 5. N_{УТЕС138(до посева)}; 6. N_{69(всходы)} + N_{69(кущение)}; 7. N_{УТЕС69(всходы)} + N_{УТЕС69(кущение)}; 8. N_{УТЕС69(до посева)} + N_{УТЕС69(всходы)}; 9. N_{УТЕС55(до посева)} + N_{УТЕС46(всходы)} + N_{37(кущение)};

10. N_{УТЕС55}(до посева) + N_{УТЕС46}(всходы) + N_{УТЕС37}(кущение). Контролем служил вариант с внесением обычного карбамида в три приема: до посева, в фазы всходы и кущение. Повторность опыта четырехкратная. Общая площадь делянки – 100 м², учетная – 60 м², расположение вариантов – рендомизированное. Удобрения вносились согласно схеме опытов. Норма высева семян 7 млн./га всхожих зерен, способ посева разбросной. Агротехника в опыте соответствовала рекомендациям ФНЦ риса.

В растениях по фазам вегетации (всходы, кущение, выметывание, полная спелость) определялись следующие показатели: высота растений; сухая масса растений (гравиметрически), площадь ассимиляционной поверхности листьев весовым методом; содержание в листьях хлорофиллов и каротиноидов определяли по Годневу в модификации Шеуджена; интенсивность фотосинтеза на верхних неотделенных от растений листьях – методом Бородулиной в модификации Шеуджена; чистая продуктивность фотосинтеза – по Ничипоровичу; содержание общего азота, фосфора и калия – в одной навеске по методике Куркаева.

Учет урожая проводили в фазе полной спелости зерна сплошным обмолотом каждой делянки с пересчетом на стандартную влажность и чистоту. Для оценки технологических и биохимических показателей качества зерна определяли: содержание белка по ГОСТу 10846-91, крахмала по ГОСТу 10845-76, зольность по ГОСТу 10847-74.

С целью установления влияния удобрений на содержание подвижных форм элементов минерального питания проводился химический анализ почвенных образцов с опытных делянок, отобранных по фазам вегетации из пахотного горизонта. Обменный аммоний определяли колориметрически в 1% вытяжке КСІ с использованием фенола; нитратный азот – дисульфофеноловой кислотой по Грандваль-Ляжу, подвижный фосфор и калий – по методике Чирикова. Полученные экспериментальные данные оценивали дисперсионным методом (Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., 2015).

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Питательный режим лугово-черноземной почвы при внесении карбамида и карбамида УТЕС

Режим азотного питания риса. Динамика содержания минерального азота в почве без внесения удобрений показывает, что если в фазы всходы и кущения растений риса в почве присутствуют нитратная и аммонийная формы, то в фазе выметывания нитраты полностью исчезают и появляются лишь в фазе полной спелости зерна, то есть после сброса воды с рисового поля как результат нитрификации.

Ингибитор уреазы NBPT в составе карбамида УТЕС замедлял трансформацию амидного азота в аммонийный и создавал благоприятные условия для сохранения азота в почве, что проявлялось в увеличении

содержания в ней аммонийного азота (рис.1). При внесении карбамида УТЕС до посева риса и в фазе всходы его содержание в почве в фазы всходы и начало кущения растений было ниже, чем при аналогичной схеме применения карбамида на 6,1 и 4,0 %, а в последующие фазы вегетации выше на 4,5 и 5,3 %. При внесении азотного удобрения в три приема содержание аммонийного азота в почве на протяжении всего вегетационного периода растений при использовании карбамида УТЕС было выше, чем карбамида на 4,3-4,9 % и 13,5-16,5 % соответственно в фазе всходы и кущение. После фазы выметывания существенных различий в обеспеченности растений риса азотом не наблюдалось.

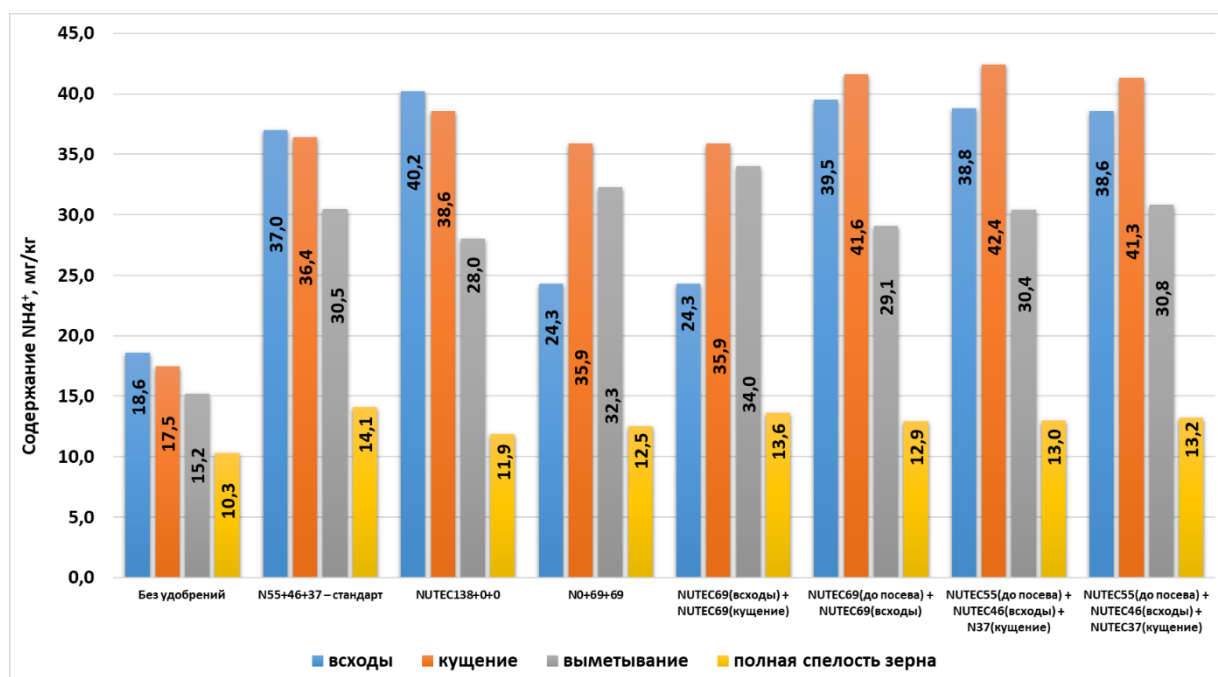


Рисунок 1 – Содержание обменно-поглощенного аммонийного азота в лугово-черноземной почве при внесении карбамида и карбамида УТЕС

Потери азота с фильтрационными и сбросными водами из почвы и удобрений. Азот из почвы и удобрений теряется в результате вымывания из пахотного слоя почвы его минеральных форм ($N-NH_4$; $N-NO_3$) и улетучивания газообразных соединений. Потери обусловлены высокой подвижностью минеральных форм азота и прежде всего нитратов, также способностью последних восстанавливаться до газообразного соединения в процессе денитрификации.

При внесении карбамида УТЕС в количестве N_{55} , N_{64} и N_{138} потери нитратного азота с фильтрационными водами на 7, 14 и 21 сутки после их внесения снижались на 0,93; 1,74; 1,76 мг/л, 0,08; 0,14; 0,85 мг/л и 4,84; 5,77; 6,49 мг/л по сравнению с соответствующими контролями (таблица 1).

Снижение потерь N-NO₃ с сбросными водами наблюдалось в первые две недели: на 7 сутки соответственно 0,37; 2,04; 2,48 мг/л и на 14 сутки – 0,28; 0,44; 0,65 мг/л, а на 21 сутки, наоборот, в сбросных водах обнаруживалось больше N-NO₃, что объясняется прекращением действия ингибитора уреазы. Наблюдаемая тенденция снижения потерь нитратного азота является следствием консервации в почве азота в амидной и аммонийной формах.

Таблица 1 – Потери азота из почвы и внесенных удобрений с фильтрационными и сбросными водами, мг/л

Вариант	N-NH ₄			N-NO ₃		
	7 сут	14 сут	21 сут	7 сут	14 сут	21 сут
Сбросные воды						
Контроль	0,40	0,33	0,11	9,04	7,12	2,88
N ₅₅	1,21	0,70	0,31	11,01	9,84	4,62
N _{УТЕС55}	0,59	0,79	1,36	10,64	9,56	9,58
N ₆₄	1,48	0,89	0,65	13,16	11,46	7,74
N _{УТЕС64}	0,62	0,91	1,53	11,02	11,02	12,28
N _{М138}	1,96	1,37	0,77	14,22	13,20	8,10
N _{УТЕС138}	0,71	1,41	1,80	11,74	12,55	14,33
Фильтрационные воды						
Контроль	0,45	0,34	0,12	10,02	8,05	3,16
N ₅₅	1,27	0,81	0,40	12,33	10,09	5,80
N _{УТЕС55}	0,66	0,90	1,48	11,40	10,01	10,64
N ₆₄	1,69	0,95	0,74	13,75	13,16	8,05
N _{УТЕС64}	0,64	0,98	1,61	12,01	13,02	13,82
N _{М138}	2,36	1,74	0,83	14,80	13,93	9,14
N _{УТЕС138}	0,80	1,83	1,99	13,04	13,08	15,63

При внесении удобрений в эквивалентных количествах потери аммонийного азота из карбамида УТЕС ниже, чем из обычного карбамида. В зависимости от нормы вносимых удобрений – N₅₅, N₆₄ и N₁₃₈, разница суммарных потерь NH₄⁺ с фильтрационными и сбросными водами составляла 0,70, 1,25, 0,80 мг/л (27,1, 37,0, 16,2 %) и 0,58, 0,96, 1,28 мг/л (25,0, 31,8, 30,5 %) соответственно.

Ингибитор нитрификации NBPT блокирует процесс аммонификации карбамида в затопленной оросительной водой почве в первые семь суток. В последующие семь суток (8-14 сут.) его действие значительно ослабевает, а в дальнейшем – и вовсе прекращается. При замене карбамида на карбамид УТЕС ежедневные потери N-NH₄ и N-NO₃ в первую неделю с фильтрационными водами снижаются на 0,087; 0,150; 0,223 мг/л и 0,133; 0,248; 0,250 мг/л, сбросными водами – на 0,088; 0,123; 0,178 мг/л и 0,053; 0,306; 0,354 мг/л соответственно при норме N₅₅, N₆₄ и N₁₃₈.

Режим фосфорного и калийного питания риса. Азотные удобрения оказали позитивное влияние на динамику содержания подвижного фосфора в почве. Замена карбамида на карбамид УТЕС не сказалась ни на характере

динамики, ни на содержании подвижного фосфора в почве. Положительный эффект от внесения азотных удобрений объясняется их растворяющим влиянием на почвенные фосфаты и обогащением почвы корневыми выделениями, также оказывающими позитивное влияние на подвижность фосфора. Ингибитор уреазы NBPT не оказывает влияния на режим фосфорного питания растений риса.

Установлено, что смена окислительно-восстановительной обстановки при затоплении рисового поля способствует возрастанию количества подвижного калия в почве. Это обеспечивается, в первую очередь, высвобождением части фиксированного калия в условиях затопления вследствие поглощения воды двух- и трехслойными минералами и расширения межпакетных пространств. Замена карбамида на карбамид УТЕС в системе удобрения риса не сказывается на динамике содержания подвижного калия в почве, а следовательно, на режиме калийного питания растений риса.

3.2 Рост и развитие растений риса при внесении карбамида и карбамида УТЕС

Замена традиционного применения карбамида в три приема (до посева, в фазе всходы и кущение) на внесение карбамида УТЕС в два приема: в фазе всходы и кущение позитивно сказалась на выживаемости растений, которая увеличилась на 1,3 %.

Высота растений. Наиболее благоприятные условия для роста растений складывались в варианте с внесением карбамида УТЕС в два приема – в фазы всходы и кущение, несмотря на то, что в фазе всходы растения были на 6,8 см ниже, чем на контроле. Но при подкормке растений риса в фазе всходы к кущению различия по высоте растений из контроля и рассматриваемого варианта сокращаются, а в фазе выметывания они уже становятся выше контроля. Растения риса из остальных вариантов с дробным внесением карбамида УТЕС по высоте существенно не различались.

Сухая масса растений. В фазе полной спелости зерна риса сухая масса растений из вариантов с дробным внесением карбамида УТЕС выше, чем на контроле и остальных вариантах. Лучший результат показал вариант с двухкратным применением карбамида УТЕС: до посева и в фазе всходы, а также в фазе всходы и кущение. Так, масса зерна растения в варианте с внесением карбамида УТЕС до посева и в фазе всходы выше, чем на контроле на 0,15 г/растение, а в варианте с внесением в фазе всходы и кущение – на 0,21 г/растение.

3.3 Фотосинтетическая деятельность растений при внесении под рис карбамида и карбамида УТЕС

Ассимиляционная поверхность листьев. Замена карбамида на карбамид УТЕС положительно сказывалась на формировании площади листьев растений риса (таблица 2). В вариантах с внесением карбамида УТЕС в два и три приема площадь ассимиляционной поверхности листьев на протяжении всего онтогенеза была такой же как у контрольных растений (стандарт) или несколько превышала их.

Таблица 2 – Площадь ассимиляционной поверхности листьев растений риса при внесении карбамида и карбамида УТЕС, см²/растение

Вариант	Фаза вегетации			
	всходы	кущение	выметывание	молочно-восковая спелость
Без удобрений	16,6	64,2	134,8	51,8
P ₈₀ K ₆₀ – фон	17,0	64,8	135,3	52,6
N ₅₅₊₄₆₊₃₇ – стандарт	22,7	80,4	171,6	70,3
N ₁₃₈₊₀₊₀	30,5	82,0	153,4	58,9
N _{УТЕС138+0+0}	30,0	82,7	153,9	60,1
N ₀₊₆₉₊₆₉	17,1	78,3	168,0	64,3
N _{УТЕС69(всходы) + N_{УТЕС69(кущение)}}	17,0	78,5	176,1	75,8
N _{УТЕС69(до посева) + N_{УТЕС69(всходы)}}	23,2	81,9	173,6	74,5
N _{УТЕС55(до посева) + N_{УТЕС46(всходы) + N_{37(кущение)}}}	22,5	79,9	174,3	73,0
N _{УТЕС55(до посева) + N_{УТЕС46(всходы) + N_{УТЕС37(кущение)}}}	22,4	79,5	173,9	73,2
НСР ₀₅	3,0	4,5	5,1	4,2

Наибольшую площадь ассимиляционной поверхности растения риса формировали в варианте с внесением карбамида УТЕС в фазе всходы и кущение. К началу фазы выметывание растения риса с этого варианта имели большую площадь ассимиляционной поверхности, чем в других вариантах. Разница с растениями из варианта с традиционной схемой применения карбамида составила 4,5 и 5,5 см²/растение соответственно.

Фотосинтетический потенциал. Наибольший фотосинтетический потенциал во все фазы вегетации отмечен у растений из варианта с внесением карбамида УТЕС в два приема: до посева и в фазе всходы (таблица 3). При такой схеме внесения удобрений величина фотосинтетического потенциала в фазе всходы, кущение и выметывание была больше, чем при трехкратном внесении карбамида (стандарт) на 1,6, 13,1 и 73,5 дм².сут/растение соответственно.

Таблица 3 – Фотосинтетический потенциал рисового агроценоза при внесении карбамида и карбамида УТЕС, тыс. м². сут./га

Вариант	Фаза вегетации растений			
	всходы	кущение	выметывание	молочно-восковая спелость зерна
Без удобрений	35,4	405,8	1096,1	1299,8
P ₈₀ K ₆₀ – фон	36,4	413,5	1109,3	1286,8
N ₅₅₊₄₆₊₃₇ – стандарт	63,4	497,7	1468,1	1932,7
N ₁₃₈₊₀₊₀	84,1	542,5	1362,2	1569,8
N _{УТЕС138+0+0}	83,1	549,4	1384,1	1599,6
N ₀₊₆₉₊₆₉	47,8	445,8	1438,8	1861,0
N _{УТЕС69(всходы) + N_{УТЕС69(кущение)}}	36,6	452,4	1507,7	2088,4
N _{УТЕС69(до посева) + N_{УТЕС69(всходы)}}	65,0	510,8	1541,6	1912,8
N _{УТЕС55(до посева) + N_{УТЕС46(всходы) + N_{37(кущение)}}}	62,8	483,7	1490,7	1858,8
N _{УТЕС55(до посева) + N_{УТЕС46(всходы) + N_{УТЕС37(кущение)}}}	62,7	482,9	1449,2	1897,7
НСП ₀₅	3,3	35,6	84,1	102,6

Пигментный статус. Содержание хлорофилла *a* в фазы всходы, кущение, выметывание и созревание изменялось в пределах 2,116-2,947; 1,800-2,228; 1,638-1,920 и 1,502-1,785 мг/дм²; хлорофилла *b* – 0,640-0,896; 0,608-0,650; 0,602-0,631 и 0,582-0,614 мг/дм²; каротиноидов – 0,348-0,390; 0,394-0,449; 0,418-0,450 и 0,428-0,453 мг/дм² соответственно. Минимальное количество пигментов содержится в листьях растений риса из варианта без удобрений. Замена карбамида на карбамид УТЕС в системе удобрения риса отрицательно не сказалась на содержании всех фотосинтетических пигментов в листьях.

В фазе всходы в листьях растений риса максимальное количество суммы хлорофиллов *a+b* отмечено на варианте N₁₃₈₊₀₊₀ (3,843 мг/дм²), кущение – N_{УТЕС138+0+0} (2,878 мг/дм²), выметывание – стандарт N₅₅₊₄₆₊₃₇ (2,532 мг/дм²), созревание – N_{УТЕС69(всходы) + N_{УТЕС69(кущение)} (2,412 мг/дм²).}

Интенсивность фотосинтеза. В фазах всходы и кущение растений наибольшая интенсивность фотосинтеза – 39,0 и 42,8 мг СО₂/дм².ч соответственно, отмечена на варианте N_{УТЕС138+0+0}, в фазах выметывание (49,5 мг СО₂/дм².ч) и созревание (38,8 мг СО₂/дм².ч) – в варианте N_{УТЕС69(всходы) + N_{УТЕС69(кущение)}. Выявлен четко выраженный параллелизм между интенсивностью фотосинтеза и степенью использования растениями риса фотосинтетической активности хлорофилла. Наибольшее ассимиляционное число было характерно именно для вариантов с высокой интенсивностью фотосинтеза.}

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ). Величина чистой продуктивности фотосинтеза в течение всей вегетации обуславливается схемой применения карбамида и карбамида УТЕС (таблица 4).

Таблица 4 – Чистая продуктивность фотосинтеза рисового агроценоза при внесении карбамида и карбамида УТЕС, г/м². сут.

Вариант	Фаза вегетации растений			
	всходы	кущение	выметывание	полная спелость зерна
	г/м ² . сут			
Без удобрений	4,82	3,35	6,15	7,43
P ₈₀ K ₆₀ – фон	4,70	3,63	6,23	7,80
N ₅₅₊₄₆₊₃₇ – стандарт	4,07	5,35	7,10	7,48
N ₁₃₈₊₀₊₀	3,53	5,33	7,91	8,07
N _{УТЕС138+0+0}	3,59	5,38	7,80	8,51
N ₀₊₆₉₊₆₉	3,60	6,28	7,18	7,30
N _{УТЕС69(всходы) + N_{УТЕС69(кущение)}}	3,62	6,29	7,72	7,26
N _{УТЕС69(до посева) + N_{УТЕС69(всходы)}}	3,98	5,45	6,89	7,76
N _{УТЕС55(до посева) + N_{УТЕС46(всходы) + N_{37(кущение)}}}	3,42	5,36	6,86	7,69
N _{УТЕС55(до посева) + N_{УТЕС46(всходы) + N_{УТЕС37(кущение)}}}	3,43	5,68	7,06	7,35
НСР ₀₅	0,21	0,25	0,35	0,39

Наибольшей величины во все фазы вегетации ЧПФ достигала у растений при двукратном внесении карбамида УТЕС: а) до посева и в фазе всходы, б) в фазе всходы и кущение. При такой схеме чистая продуктивность фотосинтеза растений в течение всего онтогенеза была на 0,10-0,62 г/м². сут. выше, чем у растений контрольного варианта.

3.4. Минеральное питание растений при внесении под рис карбамида и карбамида УТЕС

Содержание азота, фосфора и калия в растениях риса. Наибольшее содержание азота в надземных вегетативных органах растений риса приходится на фазу всходы. В последующие фазы вегетации – кущение, выметывание, созревание, оно постепенно уменьшается. Снижение связано с нарастанием биомассы и «эффектом разбавления», а в конце вегетации и с реутилизацией азота в формирующиеся генеративные органы риса.

Замена традиционного карбамида на карбамид УТЕС способствует повышению содержанию азота в растениях риса. Лучшие результаты отмечаются при внесении карбамида УТЕС в два приема – до посева и в фазе всходы – изменяется динамика содержания азота в растениях. Так, в

фазе всходы его содержится больше, чем при традиционной схеме применения азотных удобрений, на 0,08 %, а в кушение – 0,04 %. В фазе выметывание его содержание меньше на 0,02 %, а в полной спелости в вегетационных органах – на 0,01 %. Это обусловлено оттоком азота в генеративные органы, что в конечном итоге приводит к большему (+ 0,02 %) его содержанию в зерне (таблица 5).

Таблица 5 – Динамика содержания азота в растениях риса при внесении карбамида и карбамида УТЕС, % сухой массы

Вариант	Фаза вегетации растений				
	всходы	куше- ние	выме- тывание	полная спелость зерна	
				листья+ стебли	зерно
Без удобрений	2,81	2,30	1,66	0,69	1,09
P ₈₀ K ₆₀ – фон	2,84	2,32	1,69	0,70	1,11
N ₅₅₊₄₆₊₃₇ – стандарт	3,15	2,58	1,92	0,75	1,26
N ₁₃₈₊₀₊₀	3,52	2,56	1,81	0,73	1,20
N _{УТЕС138+0+0}	3,49	2,57	1,83	0,74	1,21
N ₀₊₆₉₊₆₉	2,83	2,55	1,89	0,73	1,23
N _{УТЕС69(всходы) + N_{УТЕС69(кушение)}}	2,84	2,57	1,91	0,75	1,24
N _{УТЕС69(до посева) + N_{УТЕС69(всходы)}}	3,23	2,62	1,90	0,74	1,28
N _{УТЕС55(до посева) + N_{УТЕС46(всходы) + N_{37(кушение)}}}	3,12	2,55	1,90	0,73	1,27
N _{УТЕС55(до посева) + N_{УТЕС46(всходы) + N_{УТЕС37(кушение)}}}	3,14	2,54	1,89	0,73	1,27

Помимо увеличения содержания азота в растениях замена обычного карбамида на карбамид УТЕС способствовала более энергичному потреблению фосфора и калия. Наибольшее содержание фосфора в растениях отмечено в варианте с внесением карбамида УТЕС до посева и в фазе кушение (в два приема). При такой схеме применения карбамида УТЕС на протяжении всей вегетации риса содержание фосфора в растениях было на 0,01-0,02 % выше, чем в варианте с традиционной схемой внесения обычного карбамида. При этом следует отметить, что существенных отличий по содержанию в растениях фосфора в вариантах с внесением карбамида УТЕС в три приема (N_{УТЕС55(до посева) + N_{УТЕС46(всходы) + N_{УТЕС37(кушение)}) и два (N_{УТЕС69(до посева) + N_{УТЕС69(всходы)}) не установлено.}}}

По содержанию калия в растениях риса лучший результат показал вариант с внесением карбамида УТЕС до посева и в фазе всходы. Замена трехкратного применения традиционного карбамида на двухкратное карбамида УТЕС способствовало повышению содержания калия в растениях на 0,01-0,03 %. В то же время при применении карбамида УТЕС

в два приема содержание калия в растениях риса было выше на 0,01 % по сравнению с трехкратным внесением карбамида УТЕС.

Потребление азота, фосфора и калия растениями риса. При внесении карбамид УТЕС до посева и в фазе всходы накопление азота в растениях риса существенно не отличалось от накопления при традиционной схеме внесения азотного удобрения, хотя тенденция к большему накоплению при использовании карбамида УТЕС в два приема прослеживалась на протяжении всего вегетационного периода.

Максимальное значение потребления растениями риса фосфора в фазах всходы и кушение наблюдались на вариантах с внесением азотных удобрений за один прием перед посевом – $N_{\text{УТЕС138}}$ (до посева); N_{138} (до посева), которое по сравнению с контролем возросло на 0,36 и 0,34 мг/растение в фазе всходы и на 3,59 и 3,66 мг/растение в фазе кушение соответственно. В фазе выметывание по количеству потребленного фосфора выделялись варианты $N_{\text{УТЕС138}}$ (до посева) и $N_{\text{УТЕС69(всходы)}} + N_{\text{УТЕС69(кушение)}}$, в которых приращение количества этого элемента к контролю составили соответственно 12,08 и 11,56 мг/растение. В фазе полной спелости зерна потребление фосфора было наибольшим на вариантах $N_{\text{УТЕС69(всходы)}} + N_{\text{УТЕС69(кушение)}}$ и $N_{\text{УТЕС69(до посева)}} + N_{\text{УТЕС69(всходы)}}$ – 38,97 и 38,95 мг/растение соответственно.

Применяемые на посевах риса удобрения способствовали большему потреблению калия растениями во все фазы вегетации. Наибольшим было их влияние на этот показатель в вариантах с внесением азотных удобрений за один прием до посева риса всей нормой. Это на наш взгляд связано с повышением растворимости почвенного калия под воздействием высоких норм азотных удобрений.

Интенсивность потребления азота и фосфора растениями риса была наиболее высокой в вариантах $N_{\text{УТЕС69(всходы)}} + N_{\text{УТЕС69(кушение)}}$ и $N_{\text{УТЕС69(до посева)}} + N_{\text{УТЕС69(всходы)}}$. При таких схемах применения карбамида УТЕС интенсивность потребления растениями азота превышала контроль на 0,28 и 0,19 мг/сут. Причем, различий между этими вариантами по степени их влияния на анализируемый показатель не выявлено, т.е. было равнозначным.

В отношении калия наблюдается несколько иная картина. Наиболее интенсивное его потребление растениями риса наблюдается в вариантах с внесением азотных удобрений за один прием до посева риса всей нормой: N_{138} (до посева); $N_{\text{УТЕС138}}$ (до посева). Интенсивность потребления калия растениями риса на этих вариантах превышала контрольные растения на 0,33 и 0,34 мг/растение.

Вынос урожаем риса биогенных элементов и коэффициенты их использования растениями их удобрений. Наибольшее количество указанных элементов выносятся растениями на вариантах $N_{\text{УТЕС69(всходы)}} + N_{\text{УТЕС69(кушение)}}$ и $N_{\text{УТЕС69(до посева)}} + N_{\text{УТЕС69(всходы)}}$. На этих вариантах хозяйственный вынос азота, фосфора и калия превышал вариант

без удобрений соответственно на 59,75 и 58,48 кг/га, 25,83 и 26,40 кг/га, 72,63 и 71,36 кг/га, фон (P₈₀K₆₀) – на 54,54 и 53,27 кг/га, 22,28 и 22,85 кг/га, стандарт (N₅₅₊₄₆₊₃₇) – на 7,42 и 6,15 кг/га, 4,77 и 5,34 кг/га, 8,45 и 7,18 кг/га.

Затраты азота на формирование 1 т зерна риса практически не изменяются (таблица 6). Так, на вариантах N_{UTEС69(всходы)} + N_{UTEС69(кущение)} и N_{UTEС69(до посева)} + N_{UTEС69(всходы)} этот показатель снижался по сравнению со стандартом (N₅₅₊₄₆₊₃₇) лишь на 0,20 и 0,29 кг или 1,01 и 1,46 % (таблица 6).

Таблица 6 – Затраты азота, фосфора и калия на формирование 1 т зерна и коэффициент их использования растениями риса из удобрений при внесении карбамида и карбамида UTEС

Вариант	Затраты на формирование 1 т зерна, кг			Коэффициент использования, %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без удобрений	16,70	7,60	18,71	-	-	-
P ₈₀ K ₆₀ – фон	17,05	7,98	19,52	-	-	-
N ₅₅₊₄₆₊₃₇ – стандарт	19,80	8,62	22,94	34,14	23,40	71,31
N ₁₃₈₊₀₊₀	20,32	8,88	26,33	21,60	15,26	67,03
N _{UTEС138+0+0}	20,09	8,76	25,11	30,94	21,37	78,86
N ₀₊₆₉₊₆₉	19,53	8,78	23,89	29,08	22,10	71,43
N _{UTEС69(всходы)} + N _{UTEС69(кущение)}	19,60	8,74	22,73	39,52	28,70	80,70
N _{UTEС69(до посева)} + N _{UTEС69(всходы)}	19,51	8,85	22,65	38,60	29,33	79,29
N _{UTEС55(до посева)} + N _{UTEС46(всходы)} + N _{37(кущение)}	19,56	8,68	22,67	37,47	26,96	76,93
N _{UTEС55(до посева)} + N _{UTEС46(всходы)} + N _{UTEС37(кущение)}	19,63	8,70	22,97	36,57	26,24	77,07

Замена карбамида на карбамид UTEС в системе удобрения риса положительно сказывается на степени использования растениями азота, фосфора и калия из внесенного удобрения. Так, на вариантах N_{UTEС69(всходы)} + N_{UTEС69(кущение)} и N_{UTEС69(до посева)} + N_{UTEС69(всходы)} коэффициент использования растениями азота повышался на 5,38 и 4,46 %, фосфора – 5,30 и 5,93 % и калия – на 9,39 и 7,98 %.

3.5. Урожайность и качество зерна риса при внесении карбамида и карбамида UTEС

Внесение карбамида UTEС полной нормой до посева не позволило сформировать урожай такой же как, при стандартной схеме применения азотного удобрения, но он был лишь на 0,32 т/га (1,43 %) меньше, т.е. достоверных отличий не зафиксировано. В это же время при разовом внесении обычного карбамида урожайность риса снизилась на 16,3 %, что составило 1,03 т/га (рисунок 2).

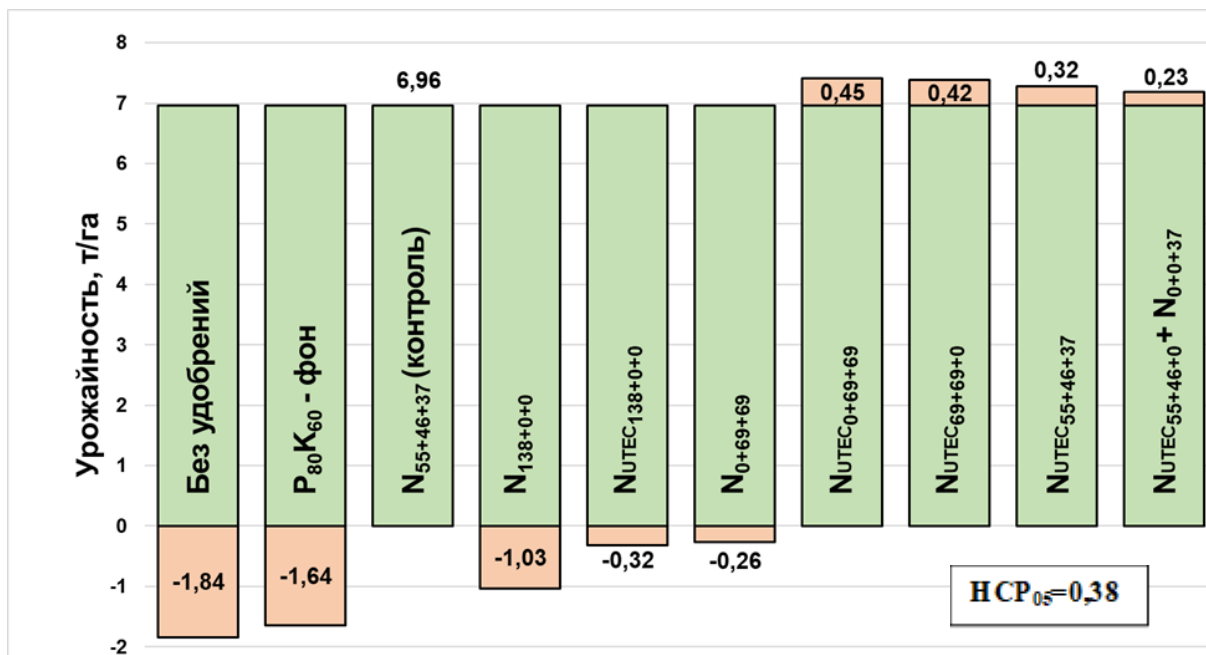


Рисунок 2 – Урожайность зерна риса при внесении карбамида и карбамида UTEC

Урожайность риса достоверно превышающая таковую при стандартной схеме внесения карбамида получена при применении карбамида UTEC в два приема – до посева и фазе всходы, а также в фазы всходы и кушение. В этих вариантах прибавка урожая составила 0,42-0,45 т/га или 6,25-6,44 %.

Замена карбамида на карбамид UTEC в системе удобрения риса существенно не отразилась на озерненности и плотности метелки, но оказало положительное влияние на массу 1000 зерен и величину отношения зерно:солома. При этом следует отметить, что наилучшие показатели структуры урожая в агроценозах риса формируются при его внесении в два приема: N_{UTEС69(всходы)} + N_{UTEС69(кушение)} и N_{UTEС69(до посева)} + N_{UTEС69(всходы)}.

Замена традиционной схемы применения простого карбамида в три приема (до посева, в фазе всходы и кушение) на различные схемы применения карбамида UTEC не вызывала снижение качества урожая.

3.6. Агрохимическая и экономическая оценка карбамида и карбамида UTEC на посевах риса

Интегральным показателем донорно-акцепторных отношений у растений зерновых культур является коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза ($K_{хоз}$ или уборочный индекс), выражающий долю зерна в общей надземной биомассе растений. Наиболее благоприятные изменения в системе донорно-акцепторных отношений произошли при внесении карбамида UTEC в два приема N_{UTEС69(всходы)} + N_{UTEС69(кушение)} и N_{UTEС69(до посева)} + N_{UTEС69(всходы)}. В этих

вариантах величина $K_{\text{хоз}}$ превысила стандарт ($N_{55+46+37}$) на 2,14 и 1,89 % соответственно.

Ингибитор уреазы способствовал повышению окупаемости 1 кг азота карбамида. При внесении карбамида УТЕС в два приема: в фазы всходы и кущение и до посева и в фазе всходы окупаемость 1 кг азота удобрения возрастала на 3,26 и 3,05 кг зерна риса или на 27,44 и 25,67 % относительно стандарта.

Результаты расчета экономической эффективности применения карбамида модифицированного ингибитором уреазы на посевах риса показывают, что в зависимости от схемы его внесения обеспечивает получение дополнительного чистого дохода от 17142 до 20620 руб./га. Окупаемость затрат возрастает на 0,01-0,06 руб./руб., рентабельность 1,14-6,14 %. Лучшей схемой его внесения обеспечивающей наибольшие экономические показатели считать $N_{\text{УТЕС69(всходы)}} + N_{\text{УТЕС69(кущение)}}$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Под влиянием ингибитора уреазы повышается эффективность карбамида в системе удобрения риса. Внесение карбамида УТЕС в три приема способствовало повышению содержания в почве аммонийного азота в фазе всходы на 4,3-4,9 %, а в кущение – критической в отношении обеспеченности азотом растений риса, на 13,5-16,5 %. Внесение его в два приема: до посева и в фазе всходы и в фазе всходы и кущение также увеличивает содержание азота в почве на 6,8 % и 14,3 % или же значения остаются на одном уровне с контрольным вариантом. Замена обычного карбамида на карбамид модифицированный ингибитором уреазы не оказывает влияния на содержание подвижных форм фосфора и калия и их динамику в почве.

2. Введение в карбамид ингибитора уреазы NBPT способствует снижению потерь аммонийного азота со сбросными и фильтрационными водами. Внесение карбамида УТЕС вместо обычного карбамида привело к снижению в первую неделю после внесения ежесуточных потерь аммонийного и нитратного азота с фильтрационными водами на 0,087-0,223 мг/л и 0,133-0,250 мг/л соответственно, а со сбросными – на 0,088-0,178 мг/л и 0,053-0,354 мг/л. Снижение потерь является следствием замедления трансформации форм азота удобрений: $N-NH_2 \rightarrow NH_4 \rightarrow NO_3$.

3. Применение карбамида УТЕС вместо обычного карбамида не оказывало существенного влияния на продолжительность вегетационного периода растений риса, однако, внесение карбамида УТЕС в два приема (в фазах всходы и кущение) оказывало позитивное влияние на выживаемость растений и их высоту. В этом варианте масса зерна на 0,21 г/растение выше, чем на контроле.

4. Внесение модифицированного ингибитором уреазы карбамида в два приема создавало благоприятные условия для фотосинтетической деятельности растений риса. Ассимиляционная поверхность в разные фазы вегетации увеличивалась на 1,5-5,5 см²/растение, при этом величина фотосинтетического потенциала повышалась на 1,6-73,5 дм².сут/растение. Чистая продуктивность фотосинтеза увеличивалась на 0,10-0,62 г/м².сут.

5. Замена традиционного карбамида на карбамид УТЕС способствует увеличению содержания в растениях риса азота, фосфора и калия. Наиболее благоприятные условия для накопления этих элементов создаются в варианте с внесением карбамида УТЕС в два приема: до посева и в фазе всходов. Так содержание азота увеличивалось на 0,01-0,08 %, фосфора – 0,01-0,02 %, калия – 0,01-0,03 %.

6. Наиболее интенсивно азот и фосфор потребляется растениями риса в вариантах с внесением карбамида УТЕС в два приема – в фазах всходы и кущение и до посева и фазе всходы. Интенсивность потребления калия выше в вариантах с разовым внесением азотных удобрений. Замена традиционного карбамида на карбамид УТЕС способствует увеличению коэффициента использования растениями риса из удобрений азота – на 2,43-5,38 %, фосфора – на 2,84-5,93 %, калия – на 3,62-9,39 %. При этом вынос азота, фосфора и калия увеличился на 3,3-5,4 %, 5,3-8,9 % и 3,1-5,2 % соответственно.

7. При внесении карбамида УТЕС полной нормой до посева, а также только в подкормки в фазы всходы и кущение урожайность риса по сравнению с традиционной схемой применения обычного карбамида снижается на 0,31 и 0,17 т/га, что несущественно. При всех других схемах его применения она выше, чем при традиционной схеме применения обычного карбамида. Наибольшая урожайность риса формируется при применении карбамида УТЕС в два приема – до посева и фазе всходы, а также в фазе всходы и кущение. В этих вариантах прибавка урожая составляет 0,42-0,45 т/га или 6,25-6,44 %. При внесении карбамида УТЕС в три приема существенно более высокой урожайности не формируется, но во все годы исследований отмечалась устойчивая тенденция к ее росту.

8. Замена карбамида на карбамид модифицированный ингибитором уреазы в системе удобрения риса при повышении урожайности не способствует снижению качества урожая, значение которого на уровне с контролем или превышает его.

9. В ходе исследований установлено, что карбамид УТЕС способствует повышению окупаемости 1 кг азота карбамида на 25,7-27,4 % и обеспечивает получение дополнительного чистого дохода в размере 17-20 тыс. рублей на 1 гектар. При этом рентабельность возрастает на 1,14-6,14 %.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для повышения урожайности риса и эффективности применения азотных удобрений на посевах риса целесообразно применять карбамид УТЕС. Вносить его необходимо в два приема: до посева и в фазе всходов или в фазе всходы и кущение. Это позволит исключить один прием внесения этого удобрения без снижения урожайности и качества зерна риса по сравнению с традиционной схемой применения карбамида (до посева, в фазы всходы и кущение). При этом сокращаются не только затраты на возделывание культуры, но и значительно уменьшаются потери азота из удобрений, т.е. уменьшается антропогенная нагрузка на окружающую среду.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Основное содержание и результаты исследования отражены в следующих публикациях:

Публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России:

1. Шеуджен А.Х. Азот и круговорот его в природе / А.Х. Шеуджен, **М.А. Перепелин** // Рисоводство. – 2021. – № 4(53). – С. 86–92. – DOI 10.33775/1684-2464-2021-53-4-86-92.

2. Шеуджен А.Х. Азотный режим лугово-черноземной почвы и продуктивность рисового агроценоза при использовании карбамида, модифицированного ингибитором уреазы / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, Х.Д. Хурум, **М.А. Перепелин** // Плодородие. – 2023. – № 1(130). – С. 9–14. – DOI 10.25680/S19948603.2023.130.02.

3. Шеуджен А.Х. Азотный статус растений и продуктивность рисового агроценоза при применении карбамида УТЕС / А.Х. Шеуджен, **М.А. Перепелин** // Рисоводство. – 2023. – № 1(58). – С. 57–63. – DOI 10.33775/1684-2464-2023-58-1-57-63.

4. Шеуджен А.Х. Фотосинтетическая деятельность растений риса при внесении карбамида УТЕС / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, **М.А. Перепелин**, П.Н. Харченко // Плодородие. – 2024. – № 1(136). – С. 16–19. – DOI: 10.25680/S19948603.2024.136.04.

5. Шеуджен А.Х. Эффективность применения на посевах риса модифицированного карбамида (®УТЕС) / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, П.Н. Хачмамук, **М.А. Перепелин** [и др.] // Рисоводство. – 2020. – № 2(47). – С. 44–53. – DOI 10.33775/1684-2464-2020-47-2-44-53.

Публикации в других научных изданиях:

1. Шеуджен А.Х. Агроэкологическая эффективность применения карбамида УТЕС на посевах риса / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, **М.А. Перепелин** // Эколого-генетические основы селекции и возделывания

сельскохозяйственных культур: материалы Международной научно-практической конференции и школы молодых ученых по эколого-генетическим основам растениеводства, Краснодар, 24–27 мая 2022 года. – Краснодар: Издательство «ЭДВИ», 2022. – С. 271–274. – DOI 10.33775/conf-2022-271-274.

2. Шеуджен А.Х. Трансформация азота в почве / А.Х. Шеуджен, **М.А. Перепелин** // Энтузиасты аграрной науки: Сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 200-летию со дня рождения Ильенкова Павла Антоновича, Краснодар, 07–08 сентября 2021 года. Том Выпуск 23. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 59–73.

Монография

Шеуджен А.Х. Проблема азота в рисоводстве / А.Х. Шеуджен, **М.А. Перепелин**. – Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2021. – 116 с.

Перепелин Максим Андреевич

Агроэкологическая эффективность карбамида УТЕС на посевах риса

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Подписано в печать ____ . ____ 2024 г. Формат 60×84 ¹/₁₆
Усл. печ. л. – 1,0. Тираж 100. Заказ № ____
Типография Кубанского государственного аграрного университета.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13