

Внесение фосфорных удобрений в сочетании с магнелиями и известкованием на слабокислой почве повышало содержание белка с 12,2 до 13,4%, сырой клейковины – с 23,9 до 28,3, натурную массу на 7, массу 1000 зёрен на 13%.

Заключение. При внесении фосфорных и магниевых удобрений на периодически известкованной дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве, особенно высокой дозой извести (23 т/га), когда почва становится слабокислой, формируется максимальная урожайность (75,3 ц/га) озимой пшеницы сорта Московская 56 при уровне на фоне азотно-калийных удобрений сильнокислой почвы 27,8 ц/га. В связи с улучшением фосфорного питания растений на известкованной почве прибавка урожая к фону НК от применения фосфорных удобрений снижалась по сравнению с внесением их на неизвесткованной сильнокислой почве с 63 до 19%. Магнелиевые удобрения достоверно повышали урожайность на известкованной (по 11,5 и 23 т/га) почве – прибавки составили, соответственно, 8 и 10%. При совместном применении фосфорных и магниевых удобрений и известкования дозой 23 т/га повышались использование фосфора растениями с 20 до 62%, а также качество зерна: содержание белка с 12,2 до 13,4%, сырой клейковины с 23,9 до 28,3, масса 1000 зерен на 13%.

Литература

1. *Плодородие почв России: состояние и возможности* / Под ред. В.Г. Сычёва. – М.: ВНИИА, 2019. – 240 с.
2. *Научные основы производства зерна пшеницы* / Под ред. В.Ф. Федоренко, А.А. Завалина, Н.З. Милащенко. – М.: ФГБНУ «Росинформгротех», 2018. – 396 с.
3. Милащенко Н.З., Шкуркин С.И., Чернова Л.С., Трушкин С.В. Агрохимические и агротехнические требования к системам зональных технологий производства продовольственного зерна пшеницы // *Плодородие*. – 2022. – № 4. – С. 3-5.
4. Сандухадзе Б.И., Мамедов Р.З., Афанасьев Р.А., Коваленко А.А. Факторы урожайности озимой пшеницы в условиях Нечерноземья // *Плодородие*. – 2021. – № 3. – С. 66-70.
5. Вильдфлуш И.Р. Оптимизация системы удобрения сельскохозяйственных культур при комплексном применении макро- и микроудобрений, регуляторов роста и бактериальных препаратов: рекомендации. Горки: БГСХА, 2017. – 34 с.
6. Алиев А.М., Самойлов Л.Н., Цимбалист Н.И. Эффективность комплексного применения средств химизации в Нечерноземной зоне (итоги 55 лет исследований в длительном полевом опыте) // *Агрохимия*. – 2016. – № 2. – С. 20-30.
7. Ваулина Г.И., Алиев А.М. Разработка эффективных блоков химизации в полевом севообороте на дерново-подзолистой суглинистой почве Центрального района Нечерноземной зоны Российской Федерации. Вып.2. – М.: ВНИИА, 2012. – С. 68-87.
8. Аристархов А.Н. Оптимизация полиэлементного состава в агроэкосистемах России. Эколого-агрохимическая оценка состояния дефицита, резервов, способов и средств его устранения // Под ред. Сычева В.Г. – М.: ВНИИА, 2019. – С. 201-245.
9. Небольсин А.Н., Небольсина З.П. Теоретические основы известкования почв. – С.-Пб.: ЛНИИСХ, 2009. – С. 90-118.
10. Шильников И.А., Сычев В.Г., Зеленов Н.А., Аканова Н.И., Федотова Л.С. Известкование как фактор урожайности и почвенного плодородия. – М.: ВНИИ агрохимии, 2008. – 340 с.

INFLUENCE OF PHOSPHORUS AND MAGNESIUM FERTILIZERS ON YIELD AND GRAIN QUALITY OF WINTER WHEAT

S.P. Bijan, Ph.D. n., N.A. Kirpichnikov, Doctor of Agricultural Sciences N., V.V. Triebelhorn.
FGBNU "VNIIAgrokhimii" Moscow, st. Pryanishnikova 31 a, e-mail: kzuek@yandex.ru

In a field experiment, a comparative study of the influence of the acidity of soddy-podzolic heavy loamy soil on the efficiency of using phosphorus and magnesium fertilizers in winter wheat crops of the Moskovskaya 56 variety was carried out. On strongly acidic soil, the yield from the use of phosphorus fertilizers increased by 63% at a level of 27.8 c/ha against the background of nitrogen-potassium fertilizers; the application of magnesium fertilizers in this case did not lead to a further increase. On moderately acidic soil, phosphorus fertilizers increased the yield by 33% compared to the background of nitrogen-potassium fertilizers at a level of 46.0 c/ha; the use of magnesium fertilizers provided an additional significant increase of 4.9 c/ha. The effect of using phosphorus fertilizers on slightly acidic soil was 19% at a level of 58.1 c/ha, the increase from magnesium fertilizers was 6.1 c/ha. When applying phosphorus fertilizers together with magnesium fertilizers, a maximum yield of 75.3 c/ha was achieved. The plants in this case used 3 times more phosphorus than plants grown in highly acidic soil. At the same time, the protein content in grain increased by almost 1%, raw gluten by 3%, and natural weight from 750 to 770 g/l.

Key words: acidity of soddy-podzolic soil, winter wheat, phosphorus and magnesium fertilizers, phosphorus use, grain quality.

УДК 641.841.7

DOI: 10.25680/S19948603.2024.136.04

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РАСТЕНИЙ РИСА ПРИ ВНЕСЕНИИ КАРБАМИДА УТЕС

А.Х. Шеуджен, ак. РАН, Т.Н. Бондарева, к.с.-х.н., М.А. Перепелин,
ФГБНУ «Федеральный научный центр риса»,
П.Н. Харченко, ак. РАН, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт сельскохозяйственной биотехнологии»
пос. Белозерный, 3, г. Краснодар, 350921, Российская Федерация,
e-mail: taxim.perepelin@yandex.ru
Тимирязевская ул. д. 42, г. Москва, 127550, Российская Федерация

Рассматривается влияние модифицированного ингибитором уреазы NBPT [N-(n-бутил) тиофосфорный триамид] карбамида (карбамид УТЕС) на фотосинтетическую деятельность рисового агроценоза. Установлено, что замена в системе удобрения риса обычного карбамида на карбамид УТЕС повышает фотосинтетическую активность растений риса. Наиболее благоприятные условия для фотосинтетических процессов складываются при внесении карбамида УТЕС в два приема: до посева и в фазе всходы, а также в фазы всходы и кущение.

Ключевые слова: карбамид, карбамид УТЕС, азотные удобрения, фотосинтез, фотосинтетическая активность.

Растения ежегодно выделяют в атмосферу около 120 млрд. т кислорода. Благодаря фотосинтезу осуществляется круговорот веществ и элементов в природе. Фотосинтез лежит в основе формирования урожая [3, 5].

Фотосинтез, как и любой физиологический процесс, зависит от условий окружающей среды – интенсивности и спектрального состава света, температуры, воздуха и почвы, водообеспеченности, концентрации кислорода и диоксида углерода в воздухе, условий минерального питания [2, 7]. Минеральные вещества оказывают воздействие как на световые, так и на темновые реакции фотосинтеза. Азот входит в состав хлорофилла, АТФ, РДФ-карбоксилазы и других ферментов, влияет на размер и структуру хлоропластов. В образовании хлорофилла участвуют также магний и железо. В состав компонентов ЭТЦ (железосерных белков, ферредоксина, цитохромов, феофитина) входят железо и медь; в состав АТФ, коферментов дегидрогеназ (НАД, НАДФ, ФАД) – фосфор. Магний, марганец и хлор являются активаторами фотоллиза воды. Калий влияет на функционирование замыкающих клеток устьиц, синтез и транспорт углеводов [4, 6].

Фотосинтетические реакции протекают в органах растений, содержащих фотосинтетические пигменты. Главным специализированным органом фотосинтеза является лист. Формирование оптимальной листовой поверхности – основное условие интенсивного фотосинтеза в агроценозе и следовательно его продуктивности [2]. Лимитирующим элементом минерального питания растений риса является азот. При его недостатке растения отстают в росте, что проявляется в том числе в недостаточно развитой ассимиляционной поверхности. Учитывая высокую подвижность соединений азота в почве и значительные его потери из корнеобитаемого слоя при выращивании риса, азотные удобрения вносят дробно в три приема. Это позволяет обеспечить потребности растений в этом элементе на протяжении онтогенеза, но значительно увеличивает затраты на оптимизацию минерального питания. Использование инновационных форм удобрений, в частности модифицированных ингибитором уреазы, обеспечивает сокращение потерь азота [1]. Влияние этих удобрений и схем их применения на посевах риса на фотосинтетическую деятельность растений нуждается в уточнении.

Цель исследований - изучить влияние карбамида (карбамид UTEC), модифицированного ингибитором уреазы, на фотосинтетическую деятельность растений риса.

Методика. Исследования проводились в 2019-2022 г. на рисовой оросительной системе Адыгейского научно-технического центра риса (Тахтамукайский район, Республика Адыгея). Схема опыта включала 7 вариантов: 1) N₅₅₊₄₆₊₃₇ (традиционная схема применения азотного удобрения в три приема: до посева, в фазы всходы и кущение); 2) N₁₃₈₊₀₊₀ (внесение карбамида полной дозой до посева); 3) N_{UTECS138+0+0} (внесение карбамида UTEC полной дозой до посева); 4) N₀₊₆₉₊₆₉; 5) N_{UTECS69} (всходы) + N_{UTECS69} (кущение); 6) N_{UTECS69} (до посева) + N_{UTECS69} (всходы); 7) N_{UTECS55} (до посева) + N_{UTECS46} (всходы) + N_{UTECS37} (кущение). За контроль принят вариант №1.

Площадь ассимиляционной поверхности листьев определяли весовым методом, чистую продуктивность

фотосинтеза – по изменению прироста биомассы растений, образуемой за учетный период 1 м² листовой поверхности за 1 сут по Ничипоровичу, содержание фотосинтетических пигментов в листьях – по Годневу в модификации Шеуджена, количество пигментов рассчитывали по формулам Хольма-Веттштейна, интенсивность фотосинтеза на верхних неотделенных от растений листьях – методом Бородулиной в модификации Шеуджена. Экспериментальные данные оценены статистически методом дисперсионного анализа [9].

Результаты и их обсуждение. Максимальная ассимиляционная поверхность у растений риса достигается в фазе выметывания, так как прекращается образование новых листьев. В дальнейшем вследствие отмирания нижних листьев ассимиляционная поверхность растений сокращается.

Влияние карбамида UTEC на формирование площади листьев растений риса зависело от схемы его применения. При внесении полной дозой до посева ассимиляционная поверхность растений в фазе всходы была больше, чем у контрольных растений на 7,3 см²/растение. Однако в дальнейшем из-за дефицита азота интенсивность роста растения снижалась и по величине площади листьев они стали отставать от контрольных. Эти различия нарастали – в фазе молочно-восковой спелости зерна составляли 14,5 % (табл. 1).

1. Ассимиляционная поверхность листьев растений риса при внесении карбамида и карбамида UTEC, см²/растение

Вариант	Фаза вегетации растений			
	всходы	кущение	выметывание	молочно-восковая спелость
N ₅₅₊₄₆₊₃₇ – контроль	22,7	80,4	171,6	70,3
N ₁₃₈₊₀₊₀	30,5	82,0	153,4	58,9
N _{UTECS138+0+0}	30,0	82,7	153,9	60,1
N ₀₊₆₉₊₆₉	17,1	78,3	168,0	64,3
N _{UTECS69} (всходы) + N _{UTECS69} (кущение)	17,0	78,5	176,1	75,8
N _{UTECS69} (до посева) + N _{UTECS69} (всходы)	23,2	81,9	173,6	74,5
N _{UTECS55} (до посева) + N _{UTECS46} (всходы) + N _{UTECS37} (кущение)	22,4	79,5	173,9	73,2
HCP _{0,95}	3,0	4,5	5,1	4,2

Не отмечено существенных различий в формировании площади листьев у растений в агроценозах при внесении карбамида UTEC в два и три приема. Уровень обеспеченности растений риса азотом, создаваемый при внесении карбамида UTEC, способствует сохранению листьев в жизнеспособном состоянии более продолжительное время. Так, в фазе молочно-восковой спелости зерна площадь листьев у растений в вариантах с внесением UTEC в два приема была на 6,0-7,8 % больше, чем с обычным карбамидом, внесенным в три приема.

В большей мере, чем площадь листьев отдельного растения, фотосинтетическую деятельность посева характеризует суммарная ассимиляционная поверхность агроценоза, оцениваемая индексом листовой поверхности (ИЛП). Анализ динамики изменения ИЛП посева при применении обычного и модифицированного ингибитором уреазы карбамида не выявил существенных различий в их влиянии. ИЛП зависел только от обеспеченности посева азотом. В фазе выметывания

наибольшей величины он достигал при дробном внесении азотного удобрения. Отмечена устойчивая тенденция к формированию большей ассимиляционной поверхности в агроценозе при внесении карбамида UTEC в два приема. ИЛП посева в этих вариантах составил 5,82-5,96 м²/м² при величине на контроле 5,71 м²/м².

Площадь листьев недостаточно полно отражает фотосинтетическую деятельность посева. Для получения объективной информации определяли фотосинтетический потенциал растений риса. Этот показатель, постепенно возрастая, достигал максимальной величины в фазе молочно-восковой спелости зерна (табл. 2). Замена традиционного карбамида карбамидом UTEC позитивно отразилась на величине фотосинтетического потенциала. Самые значительные расхождения между вариантами наблюдались в фазе всходы, что обусловлено наибольшими различиями в обеспеченности растений азотом. В фазы всходы и кушение наибольшая величина фотосинтетического потенциала растений риса отмечена в вариантах N₁₃₈₊₀₊₀ и N_{UTEC138+0+0}. Лучшая обеспеченность растений азотом в этих вариантах способствовала формированию фотосинтетического потенциала растений, соответственно, на 32,6 и 31,1 % превышающего контроль. Независимо от вида карбамида при дробном его внесении существенных различий по фотосинтетическому потенциалу растений не отмечено.

В фазе кушения различия вариантов в обеспеченности растений риса азотом и синхронно с этим по фотосинтетическому потенциалу при разных схемах применения обычного карбамида и карбамида UTEC сокращаются до 2,6-10,4 %. Наибольшим фотосинтетическим

потенциалом обладали растения вариантов с внесением азотного удобрения в один прием.

2. Фотосинтетический потенциал рисового агроценоза при внесении карбамида и карбамида UTEC, тыс. (м²·сут)/га

Вариант	Фаза вегетации растений			
	всходы	кушение	выметывание	молочно-восковая спелость зерна
N ₅₅₊₄₆₊₃₇ — контроль	63,4	497,7	1468,1	1932,7
N ₁₃₈₊₀₊₀	84,1	542,5	1362,2	1569,8
N _{UTEC138+0+0}	83,1	549,4	1384,1	1599,6
N ₀₊₆₉₊₆₉	47,8	445,8	1438,8	1861,0
N _{UTEC69(всходы) + N_{UTEC69(кушение)}}	36,6	452,4	1507,7	2088,4
N _{UTEC69(до посева) + N_{UTEC69(всходы)}}	65,0	510,8	1541,6	1912,8
N _{UTEC55(до посева) + N_{UTEC46(всходы) + N_{UTEC37(кушение)}}}	62,7	482,9	1449,2	1897,7
HCP _{0,95}	3,3	35,6	84,1	102,6

При дробном внесении карбамида UTEC, в вариантах, где предусмотрено внесение его до посева риса, фотосинтетический потенциал растений на протяжении всего онтогенеза практически не отличался от его величины у растений, произрастающих при внесении обычного карбамида в три приема (до посева, в фазы всходы и кушение).

По содержанию фотосинтетических пигментов в листьях растений риса карбамид UTEC не отличался от простого карбамида, оно в большей мере зависело от срока и дозы их применения (табл. 3).

3. Содержание фотосинтетических пигментов в листьях растений риса при внесении карбамида и карбамида UTEC, мг/дм²

Вариант	Фаза вегетации растений											
	всходы			кушение			выметывание			полная спелость зерна		
	хлорофилл <i>a</i>	хлорофилл <i>b</i>	каротиноиды	хлорофилл <i>a</i>	хлорофилл <i>b</i>	каротиноиды	хлорофилл <i>a</i>	хлорофилл <i>b</i>	каротиноиды	хлорофилл <i>a</i>	хлорофилл <i>b</i>	каротиноиды
N ₅₅₊₄₆₊₃₇ — контроль	2,810	0,829	0,380	2,022	0,636	0,430	1,902	0,630	0,439	1,785	0,612	0,450
N ₁₃₈₊₀₊₀	2,947	0,896	0,390	2,220	0,644	0,438	1,864	0,629	0,439	1,709	0,605	0,444
N _{UTEC138+0+0}	2,902	0,880	0,390	2,228	0,650	0,440	1,866	0,627	0,439	1,710	0,605	0,450
N ₀₊₆₉₊₆₉	2,170	0,650	0,364	2,008	0,628	0,428	1,880	0,626	0,430	1,732	0,610	0,442
N _{UTEC69(всходы) + N_{UTEC69(кушение)}}	2,178	0,656	0,361	2,030	0,628	0,429	1,920	0,631	0,432	1,798	0,614	0,448
N _{UTEC69(до посева) + N_{UTEC69(всходы)}}	2,841	0,844	0,392	2,085	0,640	0,449	1,892	0,628	0,450	1,772	0,611	0,450
N _{UTEC55(до посева) + N_{UTEC46(всходы) + N_{UTEC37(кушение)}}}	2,775	0,818	0,388	2,082	0,639	0,434	1,890	0,627	0,436	1,780	0,614	0,452
HCP _{0,95}	0,142	0,068	0,021	0,112	0,042	0,023	0,114	0,038	0,019	0,094	0,033	0,018

Интенсивность фотосинтеза в процессе роста и развития растений риса возрастает, достигая максимальных значений в фазе выметывание, затем она снижается (табл. 4). Снижение интенсивности фотосинтеза в фазе созревание зерна обусловлено уменьшением метаболической активности растений.

Интенсивность фотосинтеза, согласно классификации [8], независимо от вида карбамида и схемы его применения была высокой. В фазах всходы и кушение растений наибольшая её величина отмечена при внесении N_{UTEC138}, а в дальнейшем (фазы выметывание и созревание) — N_{UTEC69(всходы) + N_{UTEC69(кушение)}. При других схемах внесения карбамида UTEC интенсивность фотосинтеза была на одном уровне с контролем.}

Отмечена четко выраженная параллель между интенсивностью фотосинтеза и степенью использования растениями риса фотосинтетической активности

хлорофилла: наибольшее ассимиляционное число характерно для растений с высокой интенсивностью фотосинтеза.

Основным показателем накопления биомассы в посевах является чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) — количество сухой биомассы, накопленной единицей площади листьев за единицу времени. Чистая продуктивность фотосинтеза отражает эффективность работы фотосинтетического аппарата. Величина чистой продуктивности фотосинтеза в течение всей вегетации обуславливается схемой применения карбамида UTEC.

В сезонной динамике чистой продуктивности фотосинтеза прослеживается увеличение этого показателя от фазы всходы до полной спелости зерна, несмотря на сокращение площади листьев у растений в фазе выметывание (табл. 5). Объясняется это высокой синтезирующей активностью верхних листьев [8].

4. Интенсивность фотосинтеза и ассимиляционное число при внесении карбамида и карбамида UTEC

Вариант	Фаза вегетации растений			
	всходы	кущение	выметывание	полная спелость зерна
<i>Интенсивность фотосинтеза, мг CO₂/(дм²·ч.)</i>				
N ₅₅₊₄₆₊₃₇ – контроль	36,5	39,6	49,4	37,3
N ₁₃₈₊₀₊₀	38,8	42,3	46,9	33,8
N _{UTEC138+0+0}	39,0	42,8	46,6	34,0
N ₀₊₆₉₊₆₉	20,4	38,0	47,1	35,7
N _{UTEC69(всходы) + N_{UTEC69(кущение)}}	20,5	39,2	49,5	38,8
N _{UTEC69(до посева) + N_{UTEC69(всходы)}}	38,4	40,0	48,6	38,2
N _{UTEC55(до посева) + N_{UTEC46(всходы) + N_{UTEC37(кущение)}}}	36,5	38,8	48,9	38,1
HCP ₀₅	1,8	2,4	2,3	1,7
<i>Ассимиляционное число</i>				
N ₅₅₊₄₆₊₃₇ – контроль	10,0	15,0	19,5	15,6
N ₁₃₈₊₀₊₀	10,1	14,8	18,6	14,6
N _{UTEC138+0+0}	10,3	14,9	18,7	14,7
N ₀₊₆₉₊₆₉	7,2	14,4	18,8	15,2
N _{UTEC69(всходы) + N_{UTEC69(кущение)}}	7,2	14,8	19,4	16,1
N _{UTEC69(до посева) + N_{UTEC69(всходы)}}	10,4	14,7	19,3	16,0
N _{UTEC55(до посева) + N_{UTEC46(всходы) + N_{UTEC37(кущение)}}}	10,2	14,3	19,4	15,9

5. Чистая продуктивность фотосинтеза рисового агроценоза при внесении карбамида и карбамида UTEC, г/(м²·сут)

Вариант	Фаза вегетации растений			
	всходы	кущение	выметывание	полная спелость зерна
N ₅₅₊₄₆₊₃₇ – контроль	4,07	5,35	7,10	7,48
N ₁₃₈₊₀₊₀	3,53	5,33	7,91	8,07
N _{UTEC138+0+0}	3,59	5,38	7,80	8,51
N ₀₊₆₉₊₆₉	3,60	6,28	7,18	7,30
N _{UTEC69(всходы) + N_{UTEC69(кущение)}}	3,62	6,29	7,72	7,26
N _{UTEC69(до посева) + N_{UTEC69(всходы)}}	3,98	5,45	6,89	7,76
N _{UTEC55(до посева) + N_{UTEC46(всходы) + N_{UTEC37(кущение)}}}	3,43	5,68	7,06	7,35
HCP ₀₉₅	0,21	0,25	0,35	0,39

При одинаковых дозах и схемах внесения азотного удобрения большая чистая продуктивность фотосинтеза наблюдается при использовании карбамида UTEC. В самом начале онтогенеза растений риса чистая продуктивность фотосинтеза в агроценозе с применением обычного карбамида в три приема была выше, чем при внесении карбамида UTEC, исключая вариант N_{UTEC69(до посева)} + N_{UTEC69(всходы)}, на 11,1-15,7 %. Но уже в фазе кушения

ЧПФ в вариантах с дробным внесением карбамида UTEC превышала ее величину на контроле на 1,9-17,6 %. Только при внесении карбамида UTEC в два приема – до посева и в фазе всходы – на протяжении всего онтогенеза не отмечено достоверных отличий от контроля по величине чистой продуктивности фотосинтеза.

Активизация фотосинтетической деятельности растений риса при применении карбамида UTEC выражалась в увеличении урожайности культуры. Статистически достоверная прибавка урожайности получена при внесении карбамида UTEC в два приема: N_{UTEC69(всходы) + N_{UTEC69(кущение)}} (4,5 ц/га) и N_{UTEC69(до посева) + N_{UTEC69(всходы)}} (4,2 ц/га).

Закключение. Напыление ингибитора уреазы на гранулы карбамида не оказывает негативное влияние на фотосинтетическую деятельность растений риса. Напротив, способствуя повышению азотного статуса почвы и растений [1], оно обеспечивает чистую продуктивность фотосинтеза рисового агроценоза такую же, как и при классической схеме применения карбамида, а в фазе кушение даже превышает ее на 1,9-17,6 %.

Активизация фотосинтетической деятельности растений риса при применении карбамида UTEC выражалась в увеличении урожайности риса. Статистически достоверная прибавка урожайности получена при внесении карбамида UTEC в два приема: N_{UTEC69(всходы) + N_{UTEC69(кущение)}} (4,5 ц/га) и N_{UTEC69(до посева) + N_{UTEC69(всходы)}} (4,2 ц/га).

Литература

1. 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. – С. 9-14. – DOI 10.25680/S19948603.2023.130.02.
2. Воробьев Н.В. К физиологическому обоснованию моделей сортов риса / Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник, В.С. Ковалев. – Краснодар: ВНИИриса, 2001. – 119 с.
3. Жайлыбай К.Н. Фотосинтетические и агроэкологические основы высокой урожайности риса / К.Н. Жайлыбай. – Алматы: Бастау, 2001. – 256 с.
4. Кошкин Е.И. Фотосинтез / Е.И. Кошкин, Н.В. Пильщикова // Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений. – М.: Колос, 1998. – С. 88-166.
5. Кретович В.Л. Биохимия растений / В.Л. Кретович. – М.: Высшая школа, 1986. – 503 с.
6. Моисеев, В. П. Фотосинтез / В. П. Моисеев // Ботаника и физиология растений. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2015. – С. 256-266.
7. Федюлов Ю.П. Фотосинтез и дыхание растений: учеб. пособие / Ю.П. Федюлов, Ю.В. Подушин. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 101 с.
8. Шеуджен А.Х. Агрохимия и физиология питания риса / А.Х. Шеуджен. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2005. – 1012 с.
9. Шеуджен А.Х. Методика агрохимических исследований и статистическая оценка их результатов / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева. – Майкоп: Полиграф-ЮГ, 2015. – 664 с.

PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF RICE PLANTS WHEN APPLYING UTEC UREA

Sheudzhen A.Kh., academician of Russian Academy of Science, Dr. of biology, head of department of precise technologies¹

Bondareva T.N., Ph.D. in agriculture, leading researcher of department of precise technologies¹

Perepelin M.A., junior researcher of department of precise technologies (e-mail: maxim.perepelin@yandex.ru)¹

Kharchenko P.N., academician of Russian Academy of Science, Dr. of biology, scientific advisor²

¹FSBSI «Federal Scientific Rice Centre» Belozerny, 3, Krasnodar, 350921, Russian Federation

²FSBSI «All-Russian Research Institute of Agricultural Biotechnology»

Timiryazevskaya St. 42, Moscow, 127550, Russian Federation

The article observes the impact of urea modified with NBPT (N-(n-butyl) thiophosphoric triamide) urease inhibitor (UTEC urea) on the photosynthetic activity of rice agroecosystem. It has been established that replacement of conventional urea on UTEC urea has a positive effect on photosynthetic activity of rice plants. The most favorable conditions for photosynthetic activity are ensured by applying UTEC urea in two steps: before sowing and during seedling stage, as well as during seedling and tillering stages.

Key words: urea, UTEC urea, nitrogen fertilizers, photosynthesis, photosynthetic activity.