

Оригинальная статья / Original article

УДК: 633.18, 631.811

DOI: 10.18470/1992-1098-2025-4-14



Эколого-агрохимическая эффективность лигногумата в агроценозе риса (*Oryza sativa* L.)

Асхад Х. Шеуджен^{1,2}, Оксана А. Гуторова^{1,3}, Хазрет Д. Хурум¹, Юнус Н. Ашинов³, Альбина Ю. Захарова¹¹Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия²Федеральный научный центр риса, Краснодар, Россия³Майкопский государственный технологический университет, Майкоп, Республика Адыгея, Россия

Контактное лицо

Асхад А. Шеуджен, доктор биологических наук, профессор, академик РАН, кафедра агрохимии, Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина; 350044 Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13. Тел. +79284003863

Email ashad.sheudzhen@mail.ruORCID <https://orcid.org/0000-0001-5116-197X>

Формат цитирования

Шеуджен А.Х., Гуторова О.А., Хурум Х.Д., Ашинов Ю.Н., Захарова А.Ю. Эколого-агрохимическая эффективность лигногумата в агроценозе риса (*Oryza sativa* L.) // Юг России: экология, развитие. 2025. Т.20, N 4. С. 148-154. DOI: 10.18470/1992-1098-2025-4-14

Получена 2 июня 2025 г.

Прошла рецензирование 16 сентября 2025 г.

Принята 25 октября 2025 г.

Резюме

Целью данной работы является оценка эколого-агрохимической эффективности обработки растений риса лигногуматом.

Полевой опыт располагался на рисовой оросительной системе левобережья Кубани (Республика Адыгея). Схема опыта включала контроль (без удобрений), внесение удобрений $N_{120}P_{80}K_{60}$ (фон) и варианты с обработкой растений риса водным раствором лигногумата на фоне $N_{120}P_{80}K_{60}$. Изучались нормы препарата 125, 250, 500, 750 и 1000 мл/га. Эколого-агрохимическая эффективность лигногумата в рисовом агроценозе оценивалась по потреблению элементов питания растениями в период их роста и развития, выносу питательных веществ урожаем и коэффициентам их использования рисом из внесенных удобрений.

Обработка посевов риса лигногуматом увеличивала по отношению к фону $N_{120}P_{80}K_{60}$ среднесуточное потребление растениями азота на 9,0–22,2 %, фосфора – 11,9–23,9 и калия – 9,9–23,2 %, вынос их урожаем – 3,1–13,1 %; 6,1–14,8 и 3,9–13,9 % и коэффициенты использования из удобрений – 2,7–11,5 %, 3,8–9,3 и 7,8–27,7 % соответственно.

Эколого-агрохимическая эффективность лигногумата сильнее проявляется при обработке растений риса из расчета 750 мл препарата на гектар посева. При этой норме повышается среднесуточное поглощение рисом азота, фосфора и калия на 22,2 %, 23,9, 23,2 %, их вынос урожаем на 13,1 %, 14,8 и 13,9 % и использование элементов растениями из удобрений на 11,5 %, 9,3 и 27,7 % соответственно.

Ключевые слова

Рис (*Oryza sativa* L.), агроценоз, лигногумат, обработка растений, потребление элементов питания, хозяйственный вынос, коэффициенты использования из удобрений.

Ecological and agrochemical efficiency of lignohumate in rice agroecosystem (*Oryza sativa* L.)

Askhad H. Sheudzhen^{1,2}, Oksana A. Gutorova^{1,3}, Khazret D. Khurum¹, Yunus N. Ashinov³ and Albina Yu. Zakharova¹

¹I.T. Trubilin Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

²Federal Rice Research Center, Krasnodar, Russia

³Maikop State Technological University, Maykop, Republic of Adygea, Russia

Principal contact

Askhad H. Sheudzhen, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Department of Agrochemistry, I.T. Trubilin Kuban State Agrarian University; 13 Kalinina St, Krasnodar, Russia 350044.

Tel. +79284003863

Email ashad.sheudzhen@mail.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5116-197X>

How to cite this article

Sheudzhen A.H., Gutorova O.A., Khurum Kh.D., Ashinov Yu.N., Zakharova A.Yu. Ecological and agrochemical efficiency of lignohumate in rice agroecosystem (*Oryza sativa* L.). *South of Russia: ecology, development*. 2025; 20(4):148-154. (In Russ.) DOI: 10.18470/1992-1098-2025-4-14

Received 2 June 2025

Revised 16 September 2025

Accepted 25 October 2025

Abstract

The aim of this work was to evaluate the ecological and agrochemical efficiency of treating rice plants with lignohumate.

The field experiment was located in the rice irrigation system of the left bank of the Kuban (Republic of Adygea). The experimental design included control (without fertilizers), application of $N_{120}P_{80}K_{60}$ fertilizers (background) and variant treatments of rice plants with an aqueous solution of lignohumate against a background of $N_{120}P_{80}K_{60}$. Rates of preparation of 125, 250, 500, 750 and 1000 ml/ha were studied. The ecological and agrochemical efficiency of lignohumate in the rice agroecosystem was assessed by measuring the consumption of nutrients by plants during their growth and development, the removal of nutrients by the crop and the coefficients of their use by rice from the applied fertilizers.

Treatment of rice agroecosystem with lignohumate increased: the average daily (on average throughout the growing season) consumption of nitrogen, phosphorus and potassium by rice by 9.0–22.2 %, 11.9–23.9 and 9.9–23.2 %; removal of nutrients by the crop by 3.1–13.1 %; 6.1–14.8 and 3.9–13.9 %, and the coefficients of their use by plants from fertilizers by 2.7–11.5 %, 3.8–9.3 and 7.8–27.7 %, respectively, in relation to the $N_{120}P_{80}K_{60}$ background.

The ecological and agrochemical efficiency of lignohumate is more pronounced when treating rice plants at the rate of 750 ml of the preparation per hectare of sowing. At this rate, the average daily absorption of nitrogen, phosphorus and potassium by rice increases by 22.2 %, 23.9, 23.2 %, their removal by the crop by 13.1 %, 14.8 and 13.9 % and the use of elements by plants from fertilizers by 11.5 %, 9.3 and 27.7 %, respectively.

Key Words

Rice (*Oryza sativa* L.), agroecosystem, lignohumate, plant treatment, consumption of nutrients, economic removal, utilization factors from fertilizers.

ВВЕДЕНИЕ

Рис – распространенная зерновая культура, возделываемая более чем в ста странах мира на площади 170 млн га. Эта культура занимает первое место в мире по продуктивности и второе – по площади посева и валовому сбору. Ежегодный объем производства риса составляет 740 млн т. Рисовая крупа служит основным продуктом у трети населения планеты, потребление которой на одного человека в разных странах неодинаковое. На основании прогноза ФАО к 2025 году востребованность в зерне риса составит 781 млн т, а ожидаемое производство 750 млн т, что не сможет в полной мере обеспечить население этим продуктом питания [1].

Проблема минерального питания растений – одна из важнейших в области агрохимии и физиологии. Элементы питания необходимы растительному организму, чтобы обеспечить ему оптимальные условия роста и развития, в том числе и для растений риса. Недостаток питательных веществ вызывает замедление их роста, нарушения в формировании вегетативных и генеративных органов, неустойчивость к неблагоприятным факторам и другие отклонения в физиологических и биохимических процессах. Дефицит элементов питания может, в целом, отразиться на продуктивности агроценоза [1–4].

Культура риса требовательна к минеральному питанию и неравномерно потребляет питательные вещества в течение всей вегетации. К фазе кущения потребность риса в элементах питания усиливается, поэтому максимальное их поступление в растения приходится на период кущения–выметывания. Для формирования 1 т зерна и соответствующей массы соломы рис затрачивает 20,8 кг азота, 12,4 кг фосфора, 21,5 кг калия, а также ряд микроэлементов. Поэтому для сбалансированности питания по всем элементам, необходимых для жизнедеятельности растений, следует в систему удобрения риса включать макро- и микроэлементы, а в отдельных случаях и ультрамикроэлементы, учитывая сортовые особенности культуры, предшественника, технологию выращивания и почвенно-климатические условия [1; 2].

В последнее время на посевах сельскохозяйственных культур применяются гуминовые препараты [5–7], представляющие собой соли гуминовых кислот и обладающие высокой физиологической активностью [8]. В литературе отмечена их эффективность в условиях рисосеяния путем обработки семян и растений риса. Под влиянием гуматов возрастает площадь листьев растений риса, интенсивность фотосинтеза, потребление ими элементов питания из почвы и удобрений, что приводит, в конечном итоге, повышению их продуктивности [3; 7; 9–11]. Целью данной работы являлась оценка эколого-агрохимической эффективности обработки растений риса лигногуматом.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методология исследования основывалась на полевом эксперименте, заложенного на лугово-черноземной почве левобережья реки Кубань, характеризующейся $pH_{вод}$ 6,88 и содержанием органического вещества 3,2 %, общего азота 0,22 %, фосфора 0,20 %, калия 1,80 %, наличием подвижных форм фосфора 52 мг/кг и калия 225 мг/кг (по Чирикову). Место размещения полевого опыта – рисовая оросительная система Адыгейского научно-технического центра по рису (Республика Адыгея).

Общая площадь опытной делянки 120 м², учетной – 72 м², повторность вариантов – 4-х кратная, размещение

– рендомизированное. В опыте использовался сорт риса Рапан 2 с нормой высева 7 млн всхожих семян на гектар и глубиной заделки в почву 1–1,5 см. Агротехника возделывания риса в опыте соответствовала рекомендациям ФНЦ риса [2].

На фоне азотно-фосфорно-калийного внесения удобрений под рис из расчета $N_{120}P_{80}K_{60}$ проводили обработку растений водным раствором лигногумата (ЛГ) марки БМ–20 % в фазе кущения согласно схеме опыта: 1. Контроль (без удобрений); 2. $N_{120}P_{80}K_{60}$ – фон; 3. Фон + 125 мл/га ЛГ; 4. Фон + 250 мл/га ЛГ; 5. Фон + 500 мл/га ЛГ; 6. Фон + 750 мл/га ЛГ; 7. Фон + 1000 мл/га ЛГ. Расход рабочего раствора 200 л/га.

Лигногумат – препарат на основе гуминовых солей (18 %), содержит гуминовые кислоты 11 %, фульвокислоты 5 %, калий не менее 1,8 %, а также ряд микроэлементов, таких как серу, железо, марганец, медь, цинк, молибден, селен, бор и кобальт [9].

Эколого-агрохимическую эффективность обработки посевов риса лигногуматом оценивали по потреблению элементов питания растениями в период их роста и развития, выносу биогенных элементов урожаем и коэффициентам их использования растениями из внесенных удобрений [1].

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Растения риса элементы питания из почвы и удобрений потребляли в течение всего вегетационного периода. К фазе кущения азота, фосфора и калия растениями усваивалось 33–44 %, 21–27 и 29–33 %, к выметыванию – 66–79 %, 59–71 и 89–92 % и полной спелости зерна – 21–34 %, 29–41 и 8–11 % соответственно от общего их количества поглощенного за весь период их роста и развития.

В наибольшем количестве азота и фосфора потреблялось растениями риса до фазы выметывания. Причем более интенсивно поглощался азот, чем фосфор. В фазе кущения усвоение калия рисом практически не отличалось по количеству потребленного азота, а к выметыванию оно усиливалось и превышало не только потребление азота, но и фосфора (рис. 1, рис. 2).

Минеральные удобрения из расчета $N_{120}P_{80}K_{60}$, внесенные под культуру риса, увеличивали способность растений усваивать азот, фосфор и калий из почвы и удобрений на 35–38 % по отношению к контролю без их применения. Обработка растений лигногуматом, проведенная в фазу кущения, повышало потребление рисом биогенных элементов питания.

Под влиянием гуминового препарата в зависимости от интенсивности нарастания биомассы и изменения минерального статуса растений в течение их вегетации усвоение рисом азота в межфазный период всходы–кущение увеличивалось относительно фона на 3,94–13,8 мг/растение или на 12,9–13,8 %, кущение–выметывание – 4,6–9,1 мг/растение или на 14,1–20,3 %, выметывание–полная спелость зерна – 7,6–17,0 мг/растение или на 9,0–17,0 %. Превышение фона по потреблению фосфора в межфазные периоды всходы–кущение, кущение–выметывание и выметывание–полная спелость составило 1,3–4,1 мг/растение или 15,2–45,4 %; 4,6–9,2 мг/растение или 18,2–36,1 % и 4,9–8,8 мг/растение или 12,2–22,0 % соответственно. Поглощение калия растениями повышалось на 3,3–10,9; 9,3–20,1; 9,6–20,5 мг или на 11,6–38,54 10,7–23,3; 9,9–21,1 % соответственно.

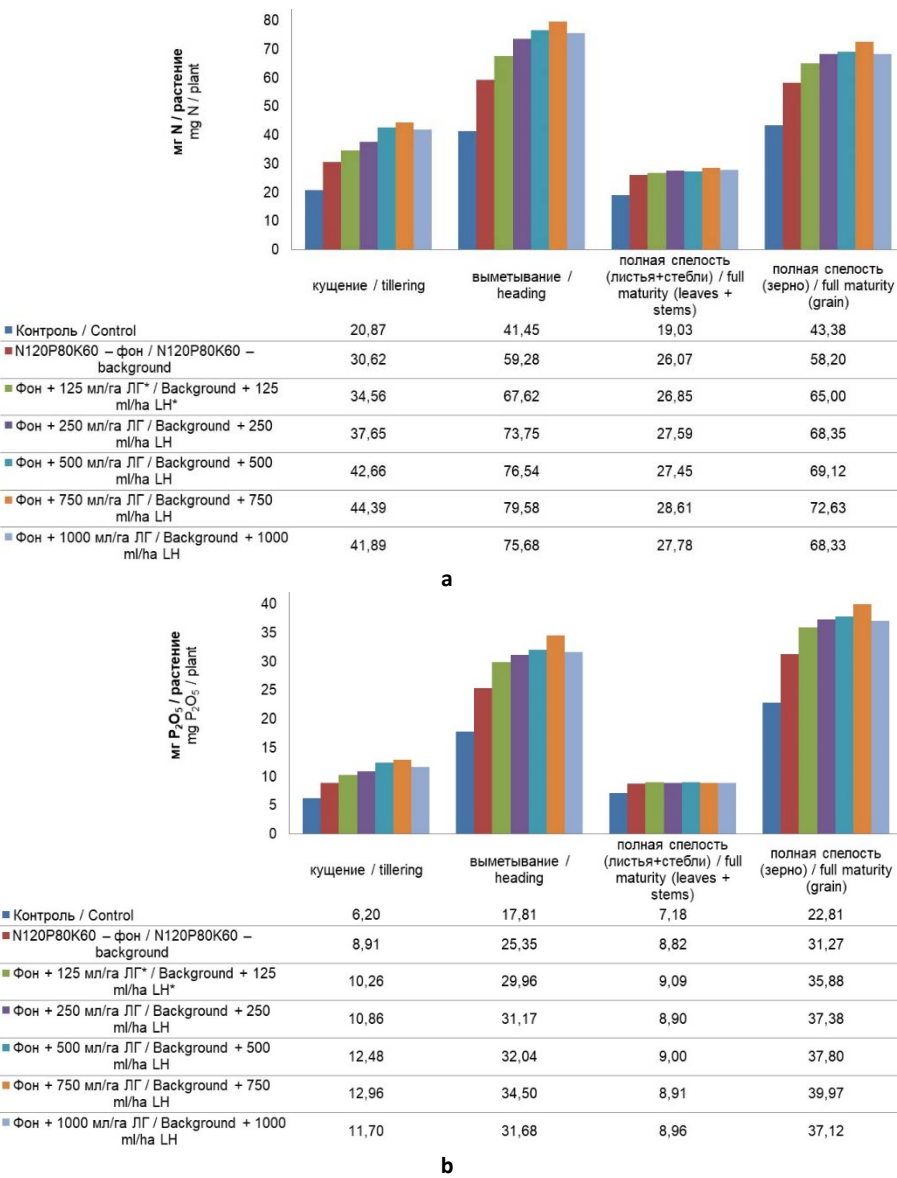


Рисунок 1. Потребление азота (а) и фосфора (б) растениями риса: *ЛГ – лигногумат
Figure 1. Nitrogen (a) and phosphorus (b) consumption by rice plants: *LH – lignohumat

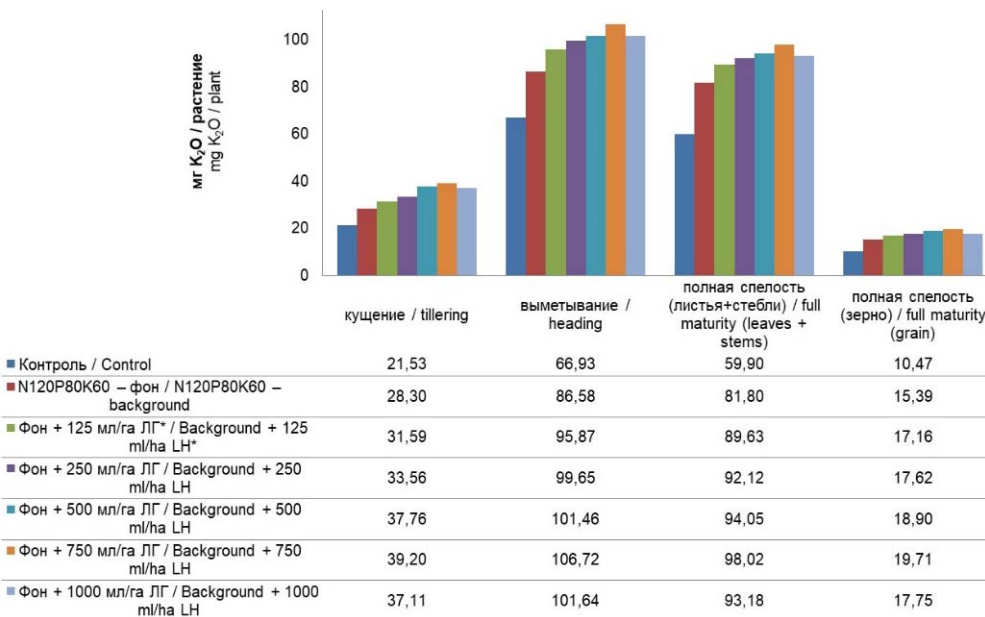


Рисунок 2. Потребление калия растениями риса: *ЛГ – лигногумат
Figure 2. Potassium uptake by rice plants: *LH – lignohumat

Количество усвояемого азота, фосфора и калия растениями риса зависело не только от физиолого-биохимических процессов, но и от нормы лигногумата. Растения риса лучше усваивали элементы минерального питания из почвы и удобрений при обработке посева из расчета 750 мл препарата на гектар – увеличение относительно контроля составило 62,2, 63,0 и 67,3 % и фона – 20,1, 21,9 и 21,2 % соответственно (рис. 1, рис. 2).

По потреблению рисом питательных элементов лидирует калий, за ним следуют азот и фосфор (рис. 3). Оптимизация минерального питания риса путем

введения в систему удобрения лигногумата повлияла на интенсивность их поглощения растениями. На обработанных посевах риса скорость потребления калия растениями в среднем за их вегетацию возрастала по отношению к фону $N_{120}P_{80}K_{60}$ на 9,9–23,2 %, азота – 9,0–22,2 % и фосфора – 11,9–23,9 %. Наибольшее среднесуточное (в среднем за вегетацию риса) поглощение элементов питания происходило при обработке растений риса из расчета 750 мл препарата на гектар посева.

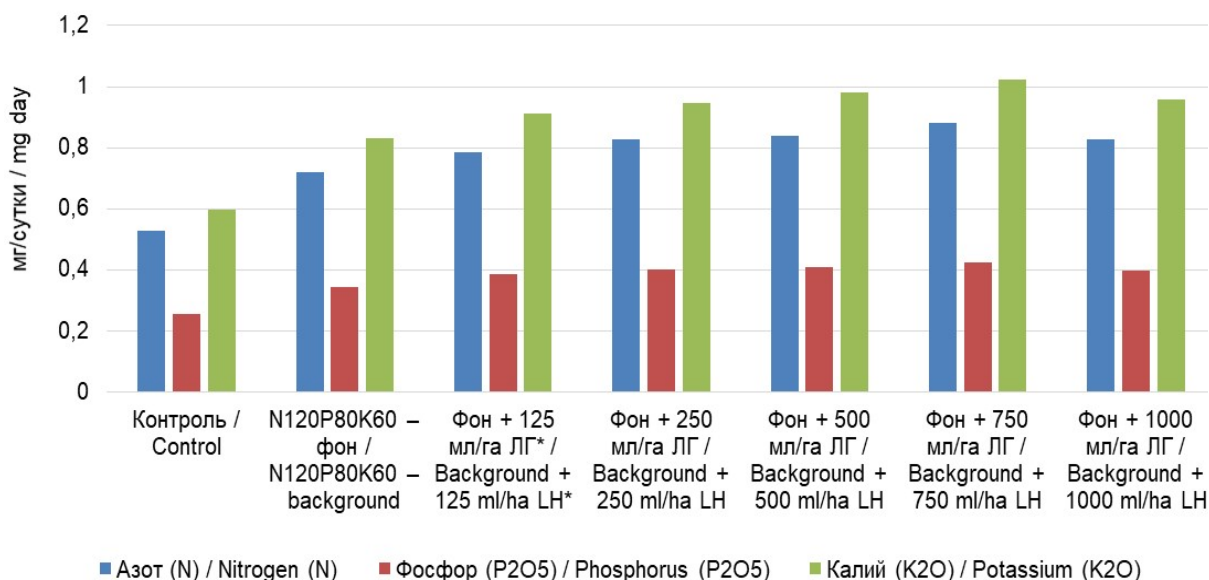


Рисунок 3. Интенсивность потребления элементов питания растениями риса: *ЛГ – лигногумат

Figure 3. Intensity of consumption of nutrients by rice plants: *LH – lignohumate

В результате проведенной обработки растений лигногуматом в фазе кушения риса на фоне внесения $N_{120}P_{80}K_{60}$ повышалась продуктивность рисового агроценоза. В зависимости от используемых норм препарата прибавки урожая зерна риса относительно фона находились в диапазоне 1,3–6,1 ц/га ($HCP_{05}=2,1$ ц/га). Наибольшая урожайность риса, в количестве 67,1 ц/га, достигалась из расчета лигногумата 750 мл/га. Другие нормы препарата давали меньший эффект [9].

Обработка рисового агроценоза лигногуматом обеспечивала прирост сухой массы и накопление элементов питания в растениях [9], создавала условия для извлечения рисом питательных веществ из почвы и удобрений, что повлияло на затраты формирования урожая, которые по отношению к фону $N_{120}P_{80}K_{60}$ несколько повышались – на 0,16–0,48 кг азота, 0,32–0,36 фосфора и 0,34–0,70 кг калия (табл. 1).

Под влиянием лигногумата, учитывая урожайность и содержание биогенных элементов в растениях риса, хозяйственный вынос азота, фосфора и калия с урожаем относительно фона увеличивался на 3,3–13,8 кг/га (3,1–13,1 %); 3,1–7,5 кг/га (6,1–14,8 %) и 4,7–16,6 кг/га (3,9–13,9 %) соответственно. При этом с зерном риса больше выносилось азота (~ 72–73 %) и фосфора (~ 80–82 %), а с листостебельной массой растений (соломой) – калия (~ 83 %).

Включение обработки растений лигногуматом в систему удобрения риса усиливало транспортировку азота и фосфора в генеративные органы [11], поэтому азота с побочной продукцией отчуждалось почти также, как и на фоне или немного выше, а фосфора – меньше на 0,15–0,54 кг/га. И наоборот, вынос азота, фосфора и калия с урожаем зерна превышал фон на 4,1–12,8 кг/га (5,5–17,3 %), 3,3–8,0 кг/га (8,4–20,2 %) и 1,0–4,0 кг/га (5,3–20,3 %) соответственно. Вынос биогенных элементов урожаем риса показал недостаточное внесение калийного удобрения. Внесенное его количество компенсирует вынос калия лишь на 44–50 % (табл. 1).

Информативным показателем эколого-агрохимической эффективности обработки посевов риса лигногуматом является коэффициент использования растениями риса действующего вещества удобрения, который повышался под воздействием препарата. По отношению к контролю коэффициент использования азота растениями риса из удобрений возрос на 23,9–32,7 %, фосфора – 18,6–24,1 % и калия – 59,1–79,0 %, к фону – на 2,7–11,5, 3,8–9,3 и 7,8–27,7 % соответственно (табл. 1).

Таким образом, растения риса в большем количестве выносят питательные элементы урожаем риса и лучше их используют из удобрений при обработке посевов лигногуматом из расчета препарата 750 мл на гектар.

Таблица 1. Показатели эколого-агрохимической эффективности лигногумата в рисовом агроценозе
Table 1. Indicators of ecological and agrochemical efficiency of lignohumate in rice agroecosystem

Показатель Indicator	Вариант / Option						
	1	2	3	4	5	6	7
Затраты на 1 т зерна, кг Costs per 1 tonne of grain, kg							
N	16,48	17,30	17,46	17,76	17,68	17,78	17,66
P ₂ O ₅	7,94	8,26	8,58	8,60	8,60	8,62	8,50
K ₂ O	18,16	19,52	19,86	19,86	20,22	20,22	19,94
Коэффициент использования из удобрений, % Fertilizer utilisation rate, %							
N	–	21,20	23,90	28,12	30,79	32,68	30,24
P ₂ O ₅	–	14,75	18,58	20,67	22,93	24,06	21,78
K ₂ O	–	51,36	59,12	65,08	76,00	79,03	71,91
Вынос с зерном, кг/га Removal with grain, kg/ha							
N	56,38	73,81	77,88	82,05	84,74	86,56	83,69
P ₂ O ₅	29,65	39,65	42,99	44,87	46,34	47,64	45,47
K ₂ O	13,61	19,52	20,56	21,15	23,17	23,49	21,75
Вынос с соломой, кг/га Removal with straw, kg/ha							
N	23,72	31,72	30,90	31,79	32,31	32,74	32,69
P ₂ O ₅	8,94	10,74	10,47	10,26	10,59	10,20	10,54
K ₂ O	74,65	99,55	103,17	106,15	110,69	112,19	109,66

Примечание: 1. Контроль (без удобрений); 2. N₁₂₀P₈₀K₆₀ – фон; 3. Фон + 125 мл/га лигногумата (ЛГ);
4. Фон + 250 мл/га ЛГ; 5. Фон + 500 мл/га ЛГ; 6. Фон + 750 мл/га ЛГ; 7. Фон + 1000 мл/га ЛГ
Note: 1. Control (without fertilizers); 2. N₁₂₀P₈₀K₆₀ – background; 3. Background + 125 ml/ha lignohumate (LH);
4. Background + 250 ml/ha LH; 5. Background + 500 ml/ha LH; 6. Background + 750 ml/ha LH; 7. Background + 1000 ml/ha LH

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эколого-агрохимическая эффективность лигногумата в рисовом агроценозе показала целесообразность применения препарата при обработке растений в фазе кущения из расчета 750 мл/га на фоне внесения N₁₂₀P₈₀K₆₀.

При обработке растений лигногуматом потребление рисом азота, фосфора и калия в период вегетации повышается относительно фона на 20,1 %, 21,9 и 21,2 %, а среднесуточное (в среднем за вегетацию) поглощение – на 22,2 %, 23,9 и 23,2 % соответственно.

Оптимизация минерального питания растений риса путем включения в систему удобрения лигногумата сопровождается повышенным выносом азота с урожаем по отношению к N₁₂₀P₈₀K₆₀ на 13,1 %, фосфора – 14,8 и калия – 13,9 %. При этом затраты элементов питания на формирование 1 тонны зерна повышаются незначительно: азота на 0,48 кг; фосфора – 0,36 и калия – 0,70 кг, а их использование растениями риса из внесенных удобрений возрастают на 11,5 %, 9,3 и 27,7 % соответственно.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-26-00201,
<https://rscf.ru/project/24-26-00201/>.

ACKNOWLEDGMENT

The study was supported by a grant from the Russian Science Foundation No. 24-26-00201,
<https://rscf.ru/project/24-26-00201/>.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шеуджен А.Х. Научные основы применения удобрений в рисовых агроценозах. Майкоп: АО «Полиграф-Юг», 2024. 144 с.

2. Система рисоводства Российской Федерации // Под общ. ред. С. В. Гаркуши. Краснодар: ФГБНУ «ФНЦ риса»; Просвещение-Юг, 2022. 368 с.
3. Белоусов И.Е., Чижилов В.Н., Слепцова О.И. Эффективность новых удобрений для некорневой подкормки при выращивании перспективных сортов риса // Рисоводство. 2022. N 1(54). С. 26–32. <https://doi.org/10.33775/1684-2464-2022-54-1-26-32>
4. Битюцкий Н.П. Минеральное питание растений. СПб: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 2020. 540 с.
5. Жаркова С.В. Использование биологических препаратов при предпосевной обработке семян ячменя // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2024. N 4-4(91). С. 235–238. <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2024-4-4-235-238>
6. Гуреев И.И. Эффективность обработки стимуляторами роста семян озимой пшеницы в условиях Центрально-Черноземного региона // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. N 3 (67). С. 13–22. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2024-3-13-22>
7. Князева А.О., Чернышева Н.В. Влияние обработки семян и растений риса гуминовыми препаратами на урожайность и качество зерна // Рисоводство. 2020. N 1 (46). С. 18–22. <https://doi.org/10.33775/1684-2464-2020-46-1-18-22>
8. Bezuglova O., Klimenko A. Application of Humic Substances in Agricultural Industry // Agronomy. 2022. N 12. P. 584. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030584>
9. Шеуджен А.Х., Гуторова О.А., Захарова А.Ю., Хурум Х.Д., Перепелин М.А., Ашинов Ю.Н. Агрохимическая оценка некорневой подкормки растений лигногуматом в рисовом агроценозе // Плодородие. 2025. N 1(142). С. 13–16. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2025.142.03>
10. Van Tol de Castro T.A., Berbara R.L.L., Tavares O.C.H., Mello D.F.D.G., Pereira E.G., Souza C.D.C.B., Espinosa L.M., García A.C. Humic acids induce a eustress state via photosynthesis and nitrogen metabolism leading to a root growth improvement in rice plants // Plant Physiol Biochem. 2021. V. 162. P. 171–184. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.02.043>
11. Шеуджен А.Х., Гуторова О.А., Захарова А.Ю., Есипенко С.В., Слюсаренко Ю.Ю. Эффективность обработки семян риса лигногуматом в условиях левобережья реки Кубань // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2024. N 116. С. 177–182. <https://doi.org/10.21515/1999-1703-116-177-182>

REFERENCES

1. Sheudzhen A. Kh. *Nauchnye osnovy primeneniya udobrenii v risovykh agrotsenozakh* [Scientific basis for the use of fertilizers in rice agrocenoses]. Maykop, « Polygraph-South» Publ., 2024, 144 p. (In Russian)
2. *Sistema risovodstva Rossiiskoi Federatsii* [Rice growing system of the Russian Federation]. Krasnodar, FSBSI «Federal Scientific Rice Centre», Enlightenment-South Publ., 2022, 368 p. (In Russian)
3. Belousov I.E., Chizhikov V.N., Sleptsova O.I. Efficiency of new fertilizers for foliar feeding in growing promising rice varieties. *Rice growing*, 2022, no. 1(54), pp. 26–32. (In Russian) <https://doi.org/10.33775/1684-2464-2022-54-1-26-32>
4. Bitvutskii N.P. *Mineral'noe pitanie rastenii* [Mineral nutrition of plants]. St. Petersburg, St. Petersburg University Publ., 2020, 540 p. (In Russian)
5. Zharkova S.V. Use of biological preparations in pre-sowing treatment of barley seeds. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, 2024, no. 4-4(91), pp. 235–238. (In Russian) <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2024-4-4-235-238>
6. Gureev I.I. Efficiency of treatment of winter wheat seeds with growth stimulants in the conditions of the Central Black Earth Region. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*, 2024, no. 3 (67), pp. 13–22. (In Russian) <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2024-3-13-22>
7. Knyazeva A.O., Chernysheva N.V. Effect of treating rice seeds and plants with humic preparations on grain yield and quality. *Rice growing*, 2020, no. 1 (46), pp. 18–22. (In Russian) <https://doi.org/10.33775/1684-2464-2020-46-1-18-22>
8. Bezuglova O., Klimenko A. Application of Humic Substances in Agricultural Industry. *Agronomy*, 2022, no. 12, p. 584. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030584>
9. Sheudzhen A.Kh., Gutorova O.A., Zakharova A.Yu., Khurum Kh.D., Perepelin M.A., Ashinov Yu.N. Agrochemical assessment of foliar feeding of plants with lignohumate in rice agrocenosis. *Fertility*, 2025, no. 1(142), pp. 13–16. (In Russian) <https://doi.org/10.25680/S19948603.2025.142.03>
10. Van Tol de Castro T.A., Berbara R.L.L., Tavares O.C.H., Mello D.F.D.G., Pereira E.G. et.al. Humic acids induce a eustress state via photosynthesis and nitrogen metabolism leading to a root growth improvement in rice plants. *Plant Physiol Biochem*, 2021, vol. 162, pp. 171–184. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.02.043>
11. Sheudzhen A.Kh., Gutorova O.A., Zakharova A.Yu., Esipenko S.V., Slyusarenko Yu.Yu. Efficiency of rice seed treatment with lignohumate in the conditions of the left bank of the Kuban River. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*, 2024, no. 116, pp. 177–182. (In Russian) <https://doi.org/10.21515/1999-1703-116-177-182>

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Асхад Х. Шеуджен и Оксана А. Гуторова провели обобщение, анализ, интерпретацию данных и подготовили рукопись для подачи в редакцию. Хазрет Д. Хурум, Юнус Н. Ашинов, Альбина Ю. Захарова участвовали в сборе материала. Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Askhad H. Sheudzhen and Oksana A. Gutorova summarised, analysed and interpreted the data and prepared the manuscript for submission to the Editor. Khazret D. Khurum, Yunus N. Ashinov and Albina Yu. Zakharova participated in collecting the material. All authors are equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism, self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Асхад Х. Шеуджен / Askhad H. Sheudzhen <https://orcid.org/0000-0001-5116-197X>
Оксана А. Гуторова / Oksana A. Gutorova <https://orcid.org/0000-0003-0752-2488>
Хазрет Д. Хурум / Khazret D. Khurum <https://orcid.org/0000-0002-8410-5269>
Юнус Н. Ашинов / Yunus N. Ashinov <https://orcid.org/0000-0002-5309-5715>
Альбина Ю. Захарова / Albina Yu. Zakharova <https://orcid.org/0009-0008-2728-8039>