

УДК 631.45

UDC 631.45

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

Agriculture

ВЛИЯНИЕ ОБОГАЩЕНИЯ СЕМЯН МЕДЬЮ НА УРОЖАЙНОСТЬ РИСА

INFLUENCE OF ENRICHMENT SEEDS WITH COPPER ON RICE YIELD

Петрик Галина Федоровна
канд. с.-х. наук, доцент ВАК
petrik_umo@mail.ru
«Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Россия

Petrik Galina Federovna
Cand.Agr.Sci., assistant professor
petrik_umo@mail.ru
“Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin”, Russia

Бардак Николай Иванович
канд. с.-х. наук, доцент ВАК
«Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Россия

Bardak Nikolay Ivanovich
Cand.Agr.Sci., assistant professor
“Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin”, Russia

Петрик Ярослав Богданович
Магистрант
«Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Россия

Petrik Yaroslav Bogdanovich
master's degree student
“Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin”, Russia

Изучено действие предпосевного обогащения медью на урожайность семян риса. Подобрана оптимальная концентрация водного раствора меди, обеспечивающая повышение урожайности семян. Дана оценка воздействия обогащения медью на ростовые процессы в растениях риса. Исследования проводились в элитно семеноводческом предприятии «Красное» Всероссийского научно-исследовательского института риса. Установлено, что для рисосеющих хозяйств Кубани с целью повышения количества и качества урожая зерна необходимо производить посев риса семенами, обогащенными медью. Этот агроприем следует проводить путем смачивания семян риса 0,5 % водным раствором микроэлемента полусухим способом, т. е. из расчета 10 л рабочего раствора меди на 1 т посевного материала. Обоснована экономическая целесообразность обогащения семян риса медью

We have studied the effect of presowing enrichment with copper on the seed yield of rice. We have found optimum concentration of water solution of copper, which provides higher yields of seeds and evaluated the impact of the enrichment with copper on the growth processes in the plants of rice. The studies were conducted in elite seed-growing enterprise "Krasnoe" of All-Russian Research Institute of rice. It was found that for rice-growing farms of the Kuban region with the aim of increasing the quantity and quality of grain yield it is necessary to make sowing of rice seeds enriched with copper. This application should be carried out by wetting the rice seeds with 0,5 % water solution of the microelement with a semi-dry method, i.e. the rate of 10 liter working solution of copper in 1 ton of seed. The article proves the economic feasibility of enrichment of rice seeds with copper

Ключевые слова: РИС, МЕДЬ, ДОЗА УДОБРЕНИЙ, УРОЖАЙ, ОБРАБОТКА, КОНЦЕНТРАЦИЯ, ВСХОДЫ

Keywords: RICE, COPPER, FERTILIZER DOSE, YIELD, TREATMENT, CONCENTRATION, GERMINATION

Doi: 10.21515/1990-4665-132-023

Учитывая возможности производства зерна, каждая страна стремится, прежде всего, произвести необходимое его количество для обеспечения потребностей своего народа. Одним из путей повышения урожайности риса в Российской Федерации является оптимизация минерального питания растений всеми необходимыми макро- и микроэлементами, путем внесения

соответствующих минеральных удобрений.

К числу необходимых и незаменимых для жизнедеятельности растений относится медь. Этот микроэлемент входит в состав ряда ферментов участвующих в процессах дыхания и фотосинтеза, азотном нуклеиновом и фосфорном обменах, влияет на биосинтез ростовых веществ и витаминов. Кроме того, медь обладает фунгицидными свойствами, тем самым предохраняет растение от многочисленных форм заболеваний [4, 5].

Исследования заключались в изучении эффективности предпосевного обогащения семян риса медью, в связи с чем также предусматривалось решение нескольких взаимосвязанных задач: изучение влияния предпосевного обогащения семян риса медью на их посевные качества; выявление особенностей роста и развития растений при предпосевном обогащении семян медью; определение содержания азота, фосфора и калия в растениях риса в зависимости от создаваемого фона обеспеченности семян медью; изучение влияния меди на величину площади ассимиляционной поверхности листьев риса и содержания в них фотосинтетических пигментов; установление влияния меди на количество и качество урожая зерна риса; расчет экономической эффективности предпосевной обработки семян риса медью.

Методика. Исследования проводились в элитно семеноводческом предприятии «Красное» Всероссийского научно-исследовательского института риса в 2016 г. Предприятие находится в Красноармейском районе Краснодарского края на расстоянии 50 км от краевого центра – г. Краснодара.

Объектом исследования был среднеспелый сорт риса Хазар с продолжительностью вегетационного периода 120–125 дней. Высота растений 80–90 см. Стебель средней толщины, прочный, устойчивый к полеганию, метелка слабоизогнутая, длиной 16–19 см. Плотность колосков 10–12 шт. на 1 см длины. Пустозерность низкая 8–12 %. Масса 1000 зерен

27–28 г, стекловидность 94–98 %, пленчатость 17–18 %, выход крупы 70–71 %. Сорфт интенсивного типа. Урожайность 6,5–8,5 т/га [8].

Территория ФГУ ЭСП «Красное», где производились полевые опыты, относится к Центральной агроклиматической зоне Краснодарского края. Характерными чертами климата данной зоны является преобладание воздушных масс континентального происхождения, довольно значительные амплитуды температур, жаркое сухое лето, малоснежная зима с частыми оттепелями. Среднегодовая температура воздуха составляет 10,0–10,8 °С, среднегодовое количество осадков – 425–465 мм, безморозный период – 180–210 дней, сумма эффективных температур – 3450–3565 °С, продолжительность солнечного сияния в году – 2200–2400 ч, количество суммарной солнечной радиации – 115–120 ккал/см [4].

В год проведения исследований погодные условия за вегетационный период мало отличались от средних многолетних данных и были благополучными для получения высоких урожаев риса (таблица 1). Более высокие среднемесячные температуры вегетационного периода в 2016 г. и более низкая относительная влажность воздуха по сравнению с многолетними данными позволяет сделать такой вывод. Это подтверждается и полученными урожайными данными.

Таблица 1 – Погодные условия вегетационного периода в год проведения исследований

Год	Месяц				
	май	июнь	июль	август	сентябрь
Температура воздуха, °С					
Средняя многолетняя	16,4	20,2	22,9	22,3	17,0
2016	17,8	23,0	24,1	23,5	19,2
Относительная влажность воздуха, %					
Средняя многолетняя	72	72	70	70	73
2016	67	70	66	64	68

Почва опытного участка – рисовая лугово-черноземная слабогумусная мощная тяжелоглинистая на деградированных лессовидных отложениях. Она

имеет благоприятные физические, водно-химические, физико-климатические и агрохимические свойства для культуры риса [1, 4].

Почва по содержанию подвижного фосфора относилась к среднеобеспеченным, обменного калия – к высоко обеспеченным, обменного аммония – низко обеспеченным (таблица 2). В пахотном 0–20 см слое почвы содержалось 3,1 % гумуса, рН водный – нейтральная.

Для решения поставленных задач были проведены лабораторные и полевые эксперименты.

В лабораторном опыте исследовали влияние обработки семян риса различными концентрациями водного раствора на их посевные качества. Определяли энергию прорастания и всхожесть семян риса. Концентрации растворов лития: 0,05, 0,5 и 1,0 %. Эксперимент проводился в чашках Петри.

Полевой опыт проводился на рисовой оросительной системе элитно-семеноводческого хозяйства «Красное». Общая площадь делянок – 6,75 м², учетная – 4 м. Посев проводили селекционной сеялкой. Повторность вариантов четырехкратная; размещение рендомизированное. Обработку семян медью проводили за 3 суток до закладки опыта 0, 0,05, 0,5 и 1,0 % водными растворами микроэлемента полусухим способом – 10 л рабочего раствора на 1 т семян. Исследования проводили на фоне N₁₂₀P₈₀K₆₀. Минеральные удобрения вносили в форме мочевины (50 % нормы до посева, а оставшаяся часть в подкормку в фазу всходов риса), двойного суперфосфата и хлористого калия. Фосфорные и калийные полной нормой вносили до посева риса. Предшественник – оборот пласта многолетних трав. Норма высева – 7 млн. всхожих зерен на 1 га; глубина заделки семян – 1 см; способ посева – рядовой; режим орошения – постоянное затопление.

Таблица 2 – Агрохимическая характеристика лугово-черноземной почвы

Показатель	Гумус, %	Азот общий, %	Азот аммонийный, мг/кг	Фосфор общий, %	Фосфор подвижный, мг/кг	Калий валовой, %	Калий обменный, мг/кг	рН
Содержание	3,06	0,22	15,60	0,20	51,3	1,9	188,2	7,0

По фазам вегетации с каждой повторности отбирали по 10 растений для измерения линейных размеров, учета массы, определения содержания пластидных элементов и элементов питания – азота, фосфора и калия. Перед уборкой урожая риса были отобраны модельные снопы по 20 растений с каждой делянки для проведения анализа структуры урожая.

Учет урожая риса проводили в фазу полной, спелости зерна сплошным обмолотом каждой делянки с последующим пересчетом на стандартную влажность и 100 % чистоту. Оценку технологических и биохимических показателей качества зерна риса проводили согласно с действующим ГОСТом. Полученные результаты оценивались методом дисперсионного анализа [7]. Расчет экономической эффективности предпосевной обработки семян медью выполнен по прописи А. Х. Шеуджена, И. Т. Трубилина и Л. М. Онищенко [6]. Получение дружных всходов является важнейшей задачей рисоводства. Для этой цели применяется предпосевная обработка семян микроэлементами, к числу которых относится медь. Эффективность данного агроприема в значительной степени определяется концентрацией водного раствора меди, используемой для обработки семян [4].

Предпосевная обработка семян риса медью положительно сказалась на их посевные качества (таблица 3).

Таблица 3 – Посевные качества семян риса при обогащении их медью

Вариант	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	
		лабораторная	полевая
Контроль (вода)	72,0	91,0	34,5
Cu 0,05 %	76,5	94,0	40,0
Cu 0,5 %	80,5	96,5	45,6
Cu 1,0%	77,0	95,0	44,8
НСР ₀₅	4,5	3,5	4,8

В зависимости от концентрации водного раствора меди использованного для обработки семян риса энергия прорастания возросла на 4,5–8,5 %,

лабораторная и полевая всхожесть – соответственно на 2,5–5,5 % и 5,5–10,1 %. Максимальные значения этих показателей получены при использовании для предпосевной обработки семян 0,5 % водные растворы микроэлемента.

Наблюдения за ростом и развитием растений риса выявили различия в зависимости от концентрации водного раствора меди использованного для предпосевного обогащения семян (таблица 4).

Таблица 4 – Высота растений риса и их сухая масса при предпосевном обогащении семян медью

Вариант	Фаза вегетации		
	кущение	выметывание	полная спелость зерна
Высота растений, см			
Контроль (N ₁₂₀ P ₈₀ K ₆₀ -фон)	52,3	85,9	86,4
Фон+Cu 0,05 %	57,9	88,0	89,8
Фон+Cu 0,5 %	60,4	96,8	96,5
Фон+Cu 1,0%	58,3	91,5	91,4
НСР ₀₅	ЗД	6,4	3,5
Сухая масса 1-го растения, г			
Контроль (N ₁₂₀ P ₈₀ K ₆₀ -фон)	0,81	4,37	10,68
Фон+Cu 0,05 %	1,02	4,88	12,05
Фон+Cu 0,5 %	1,16	5,00	12,48
Фон+Cu 1,0%	1,06	4,91	12,37
НСР ₀₅	0,08	0,11	1,05

При обработке семян медью всходы риса появились на 1–3 дня раньше, что объясняется лучшей энергией их прорастания под влиянием микроэлемента. Растения лучше кустились и имели более яркую зеленую окраску. Положительное влияние меди на развитие растений наблюдалось также и в последующие фазы вегетации риса. На вариантах с медью фаза выметывания растений наступала на 3–4 дня раньше.

Количественными показателями, характеризующими рост надземных органов риса, являются высота растений и их масса.

Наблюдения за ростом растений в высоту показали, что медь

оказывала положительное влияние на этот показатель во все фазы вегетации риса. В зависимости от концентрации микроэлемента использованной для предпосевной обработки семян высота растений увеличивалась в фазы кущения на 5,6–8,1 см, выметывания – 3,0–9,3 см, полной спелости зерна – 3,4–9,3 см. Наибольшей высотой выделялись растения, выращенные из семян обработанных 0,5 % водным раствором меди. Растения этого варианта можно было отличить от контрольных в поле даже визуально.

Предпосевное обогащение семян риса медью также отразилось на динамике накопления сухого вещества растениями. Так, при обработке семян 0,05 % водным раствором микроэлемента полусухим способом увеличивалась сухая масса растения в фазе кущения на 0,21 г, выметывания – 0,51, полной спелости зерна – 1,37 г. Повышение концентрации раствора меди, используемого для обработки семян, до 0,5 % еще в большей степени отразилось на накоплении сухого вещества растениями во все фазы вегетации риса. Превышение контроля на этом варианте достигали в фазы кущения, выметывания и полной спелости зерна соответственно 0,35; 0,63 и 1,8 г/растение. Дальнейшее повышение концентрации микроэлемента в рабочем растворе, используемом для предпосевной обработки, оказалось нецелесообразным, т. к. не сопровождалось дальнейшим приращением массы сухого вещества. Рост надземных органов напрямую зависит от развития корневой системы. Чем лучше она развита, тем выше продуктивность растения. Формирование корневой системы и надземных органов, протекает под комплексным влиянием генотипа и внешней сферы, к которой в первую очередь относятся условия водоснабжения и минерального питания. Проведенные исследования показали положительное влияние меди на рост корней риса (таблица 5).

Таблица 5 – Рост корней растений риса при предпосевном обогащении семян медью

Вариант	Фаза вегетации		
	кущение	выметывание	полная спелость зерна
Длина корня, см			
Контроль (N ₁₂₀ P ₈₀ K ₆₀ -фон)	25,2	30,1	30,2
Фон+Cu 0,05 %	24,1	29,9	29,7
Фон+Cu 0,5 %	26,6	32,4	32,3
Фон+Cu 1,0%	23,8	30,2	30,1
НСР ₀₅	1,1	1,4	1,8
Количество корешков, шт./растение			
Контроль (N ₁₂₀ P ₈₀ K ₆₀ -фон)	73,2	108,8	111,3
Фон+Cu 0,05 %	80,8	114,7	118,8
Фон+Cu 0,5 %	87,7	119,8	122,4
Фон+Cu 1,0%	87,5	119,5	120,4
НСР ₀₅			
Сухая масса, г/растение			
Контроль (N ₁₂₀ P ₈₀ K ₆₀ -фон)	0,43	1,04	1,04
Фон+Cu 0,05 %	0,49	1,18	1,20
Фон+Cu 0,5 %	0,58	1,36	1,33
Фон+Cu 1,0%	0,55	1,30	0,30
НСР ₀₅	0,07	0,24	0,21

При предпосевной обработке семян риса 0,5 % водным раствором меди длина корня увеличилась в фазы кущения, выметывания и полной спелости зерна на 1,1; 2,3 и 2,1 см, количество корешков – 14,5; 11,0 и 11,1 шт., сухая масса – 0,15; 0,32 и 0,29 г соответственно. Как менее низкие, так и более высокие концентрации микроэлемента при обработке семян по степени действия на рост и развитие корней уступили значительно.

Площадь ассимиляционной поверхности листьев риса и обеспеченность их фотосинтетическими пигментами при предпосевном обогащении семян медью.

Продуктивность рисового агроценоза в значительной степени определяется площадью ассимиляционной поверхности листьев от величины, которой во многом зависит количество поглощенной солнечной радиации, а, следовательно, и фотосинтетическая деятельность растения.

Величина площади листьев риса зависит от биологических особенностей сорта, густоты стояния растений, режима орошения и условий минерального питания [3].

Максимальной величины площадь ассимиляционной поверхности листьев достигает к фазе выметывания растений риса (таблица 6).

Таблица 6 – Площадь ассимиляционной поверхности листьев при предпосевном обогащении семян медью, см /растений

Вариант	Фаза вегетации		
	кущение	выметывание	полная спелость зерна
Контроль (N ₁₂₀ P ₈₀ K ₆₀ -фон)	68,6	148,9	53,5
Фон+Си 0,05 %	81,6	196,5	52,9
Фон+Си 0,5 %	90,5	201,0	55,5
Фон+Си 1,0%	87,0	198,8	54,8
НСР ₀₅	10,1	15,0	3,4

К концу вегетации она заметно уменьшается из-за отмирания листьев нижнего яруса. Этот процесс начинается раньше достижения растениями максимально возможной площади листовой поверхности, тем не менее, в фазы кущения и выметывания растений уменьшение ее размеров не наблюдается, так как образование и рост новых листьев происходит интенсивнее их отмирания.

Характер динамики нарастания площади листьев в период вегетации риса не зависит от концентрации меди использованной для предпосевной обработки семян. В то же время она оказывает влияние на ее величины во все фазы вегетации растений.

Обогащение семян риса медью способствует увеличению площади ассимиляционной поверхности листьев в фазы кущения, выметывания и полной спелости зерна на 13,0–21,9, 47,6–52,1 и – 06–2,0см/растение. Медь оказывала наибольшее влияние на формирование листовой поверхности, нежели на продолжительность их функционирования. Действие меди в значительной степени зависело от концентрации водного раствора.

Наиболее благоприятные условия для формирования площади листьев создавалось при предпосевной обработке семян 0,5 % водными растворами микроэлемента.

Фотосинтетическая активность растений в значительной степени определяется содержанием в листьях пластидных пигментов. Медь, как необходимый и незаменимый элемент питания растений оказывает влияние на содержание в листьях фотосинтетических пигментов.

В фазе кущения растений содержание хлорофилла а под воздействием меди у опытных растений, возросло на 3–19 мг/100 г сырой массы, выметывание – 6–14, полной спелости зерна – на 1–3 мг/100 г сырой массы, хлорофилла б – на 3–8, 1–5 и 1–1 мг/100 г, каротиноидов – на 2–5, 1–2 и 3–0 мг/100 г сырой массы (таблица 7). К фазе выметывания отмеченные ранее различия сохранялись, хотя и несколько (на 1–3 %) сократились. Наиболее обеспечена фотосинтетическими пигментами ассимиляционная поверхность у растений из варианта посева семенами, обработанными 0,5 % раствором меди. В листьях растений из этого варианта хлорофилла а было больше, чем в контроле на 13,7 %, хлорофилла б – 14,6 %, каротиноидов – 6,2 %. В фазе полной спелости зерна риса различия между вариантами и контролем в абсолютном выражении были наименьшими за вегетационный период. Относительные различия по содержанию хлорофилла а сократились до 1,2–3,6 %, хлорофилла б – 5,7–11,4 %, а каротиноидов – наоборот, увеличились до 4,9–9,8 %.

Таблица 7 – Содержание фотосинтетических пигментов в листьях риса при предпосевном обогащении семян медью, мг/100 г сырой массы

Вариант	Фаза вегетации		
	кущение	выметывание	полная спелость зерна
Хлорофилл а			
Контроль (N ₁₂₀ P ₈₀ K ₆₀ -фон)	128	119	87
Фон+Cu 0,05 %	131	125	86
Фон+Cu 0,5 %	147	133	84
Фон+Cu 1,0%	142	131	85
Хлорофилл б			
Контроль (N ₁₂₀ P ₈₀ K ₆₀ -фон)	49	50	39
Фон+Cu 0,05 %	52	51	38
Фон+Cu 0,5 %	57	55	39
Фон+Cu 1,0%	54	53	37
Каротиноиды			
Контроль (N ₁₂₀ P ₈₀ K ₆₀ -фон)	67	67	64
Фон+Cu 0,05 %	69	66	64
Фон+Cu 0,5 %	72	69	67
Фон+Cu 1,0%	70	67	66

Таким образом, предпосевное обогащение семян риса медью способствует увеличению площади листьев риса и содержания в них фотосинтетических пигментов.

Содержание азота, фосфора и калия в растениях риса при предпосевном обогащении семян медью. Предпосевное обогащение семян риса медью сказывается на минеральном питании растений; усиливается поглощение и увеличивается содержание в корне, стеблях и листьях азота, фосфора и калия (таблица 8). Максимум содержания этих элементов в вегетативных органах риса приходится на фазу кущения растений, а к выметыванию оно снижается. Более 50 % азота и 70 % фосфора от их количества содержащего в листьях и стеблях в фазу выметывания растений, аттрагируется в зерновки риса. Содержание калия в листостебельной массе практически остается на одном уровне в период вегетации риса. Его отток из вегетативных органов в зерновки незначителен.

Содержание азота в корнях и надземных вегетативных органах растений, выросших из обогащенных медью семян, превышало контрольные в фазу кущения соответственно на 0,07–0,11 % и 0,09–0,26 %, выметывания – 0,09–0,13 % и 0,10–0,15 %, полной спелости зерна – 0,07–0,10 % и 0,01–0,03 % сухой массы. Предпосевное обогащение семян риса медью влияло на содержание азота в зерне, которое было выше, чем с растений контрольного варианта на 0,03–0,11 %. Наибольшее его количество, как в вегетативных органах, так и в зерне отмечено у растений, произрастающих из семян обогащенных 0,5 % водным раствором меди. При уменьшении или увеличении концентрации микроэлемента в рабочем растворе, которым обрабатывались семена риса, снижается эффективность данного агроприема.

Предпосевное обогащение семян медью способствует увеличению содержания фосфора в корне и надземных вегетативных органах растений риса в фазы кущения, выметывания и полной спелости зерна риса соответственно на 0,02–0,06 % и 0,04–0,06 %; 0,05–0,08 % и 0,05–0,06 %; 0,05–0,07 % и 0,01–0,03 % сухой массы. Под воздействием меди содержание фосфора в зерне риса возросло на 0,04–0,08 %.

Таблица 8 – Содержание азота, фосфора и калия в растениях риса при предпосевном обогащении семян медью, % сухой массы

Вариант	Кущение		Выметывание		Полная спелость зерна		
	корни	листья	корни	листья+ стебли	корни	листья+ стебли	зерно
Азот (N)							
Контроль (N ₁₂₀ P ₈₀ K ₆₀ -фон)	1,6	2,72	0,82	1,51	0,72	0,65	1,21
Фон + Cu 0,05 %	1,65	2,78	0,90	1,59	0,77	0,62	1,23
Фон + Cu 0,5 %	1,69	2,95	0,94	1,64	0,80	0,64	1,31
Фон + Cu 1,0%	1,67	2,81	0,92	1,62	0,79	0,63	1,28
Фосфор (P ₂₀₅)							
Контроль (N ₁₂₀ P ₈₀ K ₆₀ -фон)	0,66	0,73	0,52	0,62	0,50	0,20	0,64
Фон + Cu 0,05 %	0,68	0,77	0,57	0,67	0,55	0,23	0,68
Фон + Cu 0,5 %	0,72	0,79	0,60	0,71	0,57	0,21	0,72
Фон + Cu 1,0%	0,69	0,78	0,59	0,69	0,56	0,22	0,69
Калий (K ₂₀)							
Контроль (N ₁₂₀ P ₈₀ K ₆₀ -фон)	1,38		0,66	2,24	0,51	2,10	0,32
Фон+Cu 0,05 %	1,4	2,55	0,68	2,38	0,52	2,14	0,33
Фон+Cu 0,5 %	1,44	2,61	0,70	2,4	0,57	2,16	0,37
Фон+Cu 1,0%	1,41	2,57	0,69	2,39	0,56	2,15	0,36

Предпосевная обработка семян риса медью положительно сказалась и на содержание калия в растениях. Его количество в корне в фазы кущения, взметывания и созревания по сравнению с контрольным возросло на 0,02–0,06 %, 0,02–0,04 % и 0,1–0,06 %, в листьях и стеблях, соответственно на 0,05–0,11 %, 0,14–0,16 % и 0,04–0,06 % сухой массы. Под действием предпосевной обработки семян медью содержание калия в зерне риса возросло незначительно – на 0,01–0,05 %.

Урожайность и качество зерна риса при предпосевном обогащении семян медью. При предпосевном обогащении семян риса медью урожайность зерна по отношению к контролю возросла на 4,8–8,6 ц/га или 6,7–12,0 %. Наибольший эффект был достигнут при использовании до предпосевной

обработки семян 0,5 % водный раствор микроэлемента (таблица 9).

Таблица 9 – Урожайность зерна риса при предпосевном обогащении семян медью

Урожайность	Урожайность, ц/га		Прибавка, ц/га			
	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	%	%
Контроль (N ₁₂₀ P ₈₀ K ₆₀ -фон)	71,4	69,5	-		-	
Фон+Cu 0,05 %	76,2	75,4	4,8	5,9	6,7	8,48
Фон+Cu 0,5 %	80,0	78,6	8,6	9,1	12,0	13,0
Фон+Cu 1,0%	78,3	78,0	6,9	8,5	9,7	12,2
НСР ₀₅	5,2					

Анализ структуры показал, что при посеве обогащенными медью семенами урожайность риса возрастала вследствие увеличения числа колосков и зерен в метелке, повышения массы зерна с одного растения и массы 1000 зерен, а так же уменьшения числа стерильных колосков в метелке (таблица 10). Наибольшее положительное влияние отмечено при предпосевной обработке семян риса 0,5 % водным раствором микроэлемента. Независимо от использованной концентрации меди предпосевное обогащение семян этим элементом не отразилось на величине отношения зерна к соломе.

Таблица 10 – Структура урожая риса при предпосевном обогащении семян медью

Вариант	Число колосков в метелке, шт	Пустозер-зерность, %	Масса зерна с 1-го растения, г	Отношение зерна к соломе	Масса 1000 зерен, г
Контроль (N ₁₂₀ P ₈₀ K ₆₀ -фон)	114,8	10,9	2,88	1 : 0,93	27,2
Фон+Cu 0,05 %	122,7	11,0	2,98	1 : 0,93	27,8
Фон+Cu 0,5 %	131,5	9,4	3,17	1 : 0,93	28,9
Фон+Cu 1,0%	128,0	9,8	3,13	1 : 0,93	28,0
НСР ₀₅	8,4	0,7	0,16	—	1,0

При оценке эффективности любого агроприема важное значение имеет его влияние не только на количество, но и качество урожая. Как свидетельствуют проведенные исследования, предпосевное обогащение семян риса медью способствует улучшению биохимического состава и технологических показателей качества зерна (таблица 11). Изменение

технологических показателей качества зерна риса под воздействием меди, по мнению А. Х. Шеуджена [4]), обусловлено, прежде всего, ее участием в белковом и нуклеиновом обмене. Подтверждением данного вывода является увеличение содержания белка в зерне под воздействием меди на 0,5–0,7 %.

Медь, входя в состав фермента полифенолоксидазы и никомолекулярного белка пластоцианина, принимает непосредственное участие в углеводном обмене растений [3]. Этим объясняется положительное влияние предпосевного обогащения семян риса этим микроэлементом на содержание амилозы в зерновках, которое возросло при обработке посевного материала на 0,4–0,7 %.

Увеличение основных компонентов зерновки риса – белка и амилозы произошло за счет уменьшения их пленчатости. Этот показатель от данного агроприема снизился на 0,3–0,5 %.

Таблица 11 – Качество зерна риса при повседневном обогащении семян медью, %

Показатель	Вариант			
	Контроль (N ₁₂₀ P ₈₀ K ₆₀ -фон)	фон+Cu 0,05 %	фон+Cu 0,5 %	фон+Cu 1,0%
Белок, %	8,1	8,6	8,8	8,1
Амилоза, %	17,1	17,5	17,8	17,9
Пленчатость, %	17,3	17,0	16,8	17,1
Стекловидность, %	94,5	96,0	99,0	98,0
Трещиноватость, %	16,0	15,0	14,0	14,0
Выход крупы, %	69,0	69,5	71,5	70,5
Содержание целого ядра в крупе, %	91,2	92,6	93,4	92,4

Нами установлено, что предпосевное обогащение семян риса медью способствовало повышению стекловидности зерновок на 1,5–4,5 %. В наибольшей мере этот показатель повышался при использовании для предпосевной обработки 0,5 % водный раствор микроэлемента А. Т. Казарцева, А. Х. Шеуджен и Н. Н. Нецадим [2] одним из возможных причин повышения стекловидности зерновок считают возрастание их белковости. Авторами установлена положительная связь между этими

показателями качества.

При предпосевном обогащении семян риса медью на 1,0–2,0 % снижается трещиноватость зерновок и возрастает выход крупы на 0,5–2,5 %. При этом содержание в крупе целого ядра увеличивается на 1,4–2,2 %.

В зависимости от концентрации водного раствора меди использованной для предпосевной обработки семян условно чистый доход изменялся в пределах 5184–8772 руб./га. Наибольший эффект был получен при предпосевной обработке семян риса 0,5 % водным раствором микроэлемента, где условно чистый доход составил 8772 руб./га. На этом варианте наибольшим оказалась и окупаемость 1 рубля затрат – 3,58 руб. При уменьшении рабочего раствора микроэлемента используемого для предпосевого обогащения до 0,05 % окупаемость снижалась до 3,11 руб., т.е. уменьшалась на 0,47 руб. Увеличение концентрации меди до 1,0 % также привело к уменьшению этого показателя до 3,33 руб., т. е. окупаемость уменьшилась на 0,22 руб.

Таблица 12 – Экономическая эффективность предпосевого обогащения семян риса медью

Показатель	Фон + Cu 0,05 %	Фон + Cu 0,5 %	Фон + Cu 1,0%
Прибавка урожайности, ц/га	4,8	8,6	6,9
Стоимость прибавки, руб./га	7200	12900	10350
Дополнительные затраты, руб./га	2316	3608	3105
в т.ч. 1) стоимость медного удобрения	58	81	106
2) затраты на внесение медного удобрения	150	150	150
3) затраты на уборку, доработку, транспортировку дополнительного урожая	2108	3377	2849
Чистый доход, руб./га	5184	8772	7245
Окупаемость 1 руб. затрат, руб.	3,11	3,58	3,33
Норма рентабельности. %	224	243	233

Рентабельность предпосевого обогащения семян была высокой. В зависимости от использованной концентрации водного раствора микроэлемента она колебалась от 224 до 243 %. Лучшим этот показатель был также при

использовании для предпосевной обработки семян 0,5 % водный раствор микроэлемента.

Анализируя полученные результаты видно, что предпосевное обогащение семян риса медью повышает энергию их прорастания на 6,0–10,0 %, лабораторную и полевую всхожесть на 3,5–6,0 % и 3,9–9,5 % соответственно.

Медь активно воздействует на ростовые процессы в растениях риса, что выражается в увеличении высоты растений на 5,3; 9,3 и 8,5 см; длины корней – 3,1, 4,3 и 4,1 см; количества корешков – на 16,3; 13,3 и 12,9 шт./растение; сухой массы корней на 0,16; 0,34 и 0,31 г, надземных органов – на 0,25; 0,35 и 1,50 г/растение соответственно фазы кущения, выметывания и полной спелости зерна.

Оптимизация содержания меди в семенах риса способствует увеличению ассимиляционной поверхности растений риса и ее обеспеченности фотосинтетическими пигментами.

Содержание азота, фосфора и калия в вегетативных органах растений и зерне риса увеличиваются при предпосевном обогащении семян медью.

Обработка семян риса 0,5 % водным раствором меди обеспечивает повышение урожайности зерна на 8,6 ц/га. Рост урожайности обусловлен увеличением числа и фертильности колосков, массы зерна с одного растения и массы 1000 зерен.

Предпосевное обогащение семян риса медью способствует улучшению биохимического состава и технологических показателей качества зерна риса.

Предпосевная обработка 0,5 % водным раствором семян риса экономически целесообразна: условно чистый доход составил 8772 руб./га, окупаемость одного рубля затрат – 3,58 руб., норма рентабельности – 243 %.

Литература

1. Вальков В. Ф. Почвы Краснодарского края, их использование и охрана / В. Ф. Вальков, Ю. А. Штомпель, И. Т. Трубилин и др. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ. 1996. – 192 с.
2. Казарцева А. Т. Экологические и агрохимические основы повышения качества зерна / А. Т. Казарцева, А. Х. Шеуджен, Н. Н. Нещадим. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2004. – 160 с.
3. Шеуджен А. Х. Диагностика питания риса макро- и микроэлементами / А. Х. Шеуджен, Н. В. Воробьев, Н. Е. Алешин и др. – Краснодар, 1996. – 36 с.
4. Шеуджен А. Х. Удобрение риса / А. Х. Шеуджен, СВ. Кизинек – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея». – 2004. – 146 с.
5. Шеуджен А. Х. Агрохимия микроэлементов в рисоводстве / А. Х. Шеуджен, Е. М. Харитонов, Х. Д. Хурум, Т. Н. Бондарева. – Майкоп: «Афиша», 2006. – 248 с.
6. Шеуджен А. Х. Агробιοгеохимия / А. Х. Шеуджен. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – 877 с.
7. Шеуджен А. Х. Агрохимия чернозема / А. Х. Шеуджен. – Майкоп: «Полиграф-Юг», 2015. – 232 с.
8. Шеуджен А. Х. Агрохимия. Часть 2. Методика агрохимических исследований / А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 703 с.

References

1. Valkov V. F. Pochvy Krasnodarskogo kraja, ih ispolzovanie i ohrana / V. F. Valkov, Y. A. SHtompel, I. T. Trubilin i dr. – Rostov-na-Donu: Izd-vo SKNC VSH. 1996. – 192 s.
2. Kazarceva A. T. Ekologicheskie i agrohicheskie osnovy povysheniya kachestva zerna / A. T. Kazarceva, A. H. Sheudzhen, N. N. Neshchadim. – Majkop: GURIPP «Adygeya», 2004. – 160 s.
3. Sheudzhen A. H. Diagnostika pitaniya risa makro- i mikroehlementami / A. H. Sheudzhen, N. V. Vorobev, N. E. Aleshin i dr. – Krasnodar, 1996. – 36 s.
4. Sheudzhen A. H. Udobrenie risa / A. H. Sheudzhen, SV. Kizinek – Majkop: GURIPP «Adygeya». – 2004. – 146 s.
5. Sheudzhen A. H. Agrohimiya mikroehlementov v risovodstve / A. H. Sheudzhen, E. M. Haritonov, H. D. Hurum, T. N. Bondareva. – Majkop: «Afisha», 2006. – 248 s.
6. Sheudzhen A. H. Agrobiogeohimiya / A. H. Sheudzhen. – Krasnodar: KubGAU, 2010. – 877 s.
7. Sheudzhen A. H. Agrohimiya chernozema / A. H. Sheudzhen. – Majkop: «Poligraf-YUg», 2015. – 232 s.
8. Sheudzhen A. H. Agrohimiya. Chast 2. Metodika agrohicheskikh issledovaniy / A. H. Sheudzhen, T. N. Bondareva. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – 703 s.