

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РИСА»
(ФГБНУ «ФНЦ риса»)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ФГБНУ «ФНЦ риса»
Член-корр. РАН, д.с.-х.н.



_____ С.В. Гаркуша
» _____ 2023 года

О Т Ч Е Т

о научно-исследовательской работе

по договору № 5-ХД/23 от «15» марта 2023 г.

на тему: «Изучение эффективности применения минерального удобрения
Кремнемаг марки Суперсульфат при возделывании риса в условиях
Краснодарского края»

Руководитель НИР,
зав. отделом технологии
возделывания риса, к.с.-х.н.

В.А. Ладатко

Краснодар 2023

РЕФЕРАТ

Отчет 13 с., 10 табл., 4 рис.

РИС, УДОБРЕНИЕ, КРЕМНЕ-МАГНИЕВЫЙ КОМПЛЕКС, ПОЛЕВАЯ ВСХОЖЕСТЬ, ПОЛЕГАНИЕ, УРОЖАЙНОСТЬ, КАЧЕСТВО ЗЕРНА.

Объекты исследования – удобрение - Кремнемаг марки Суперсульфат; сорт риса Наутилус.

Одним из основных резервов увеличения урожайности культур рисового севооборота является повышение эффективности использования удобрений. В комплексе мероприятий и приемов рационального их применения в рисоводстве первостепенное значение имеет определение количества каждого вида, обеспечивающее максимальную реализацию потенциальной продуктивности районированных сортов и сохранение почвенного плодородия.

Одной из причин недобора урожая является несбалансированность системы удобрения риса по элементам питания. Как правило, вносят только азот, фосфор и калий, в то время как для роста и развития растений помимо указанных макроэлементов необходимы мезо- и микроэлементы: железо, кальций, магний, сера, бор, кобальт, марганец, медь, молибден, цинк. В результате этого не обеспечивается должный уровень минерального питания, сбалансированного по всем элементам, необходимым для жизнедеятельности растений. Поэтому агрохимическая концепция развития рисоводства для обеспечения экологической стабильности в регионах рисосеяния при производстве экономически обоснованной и биологически полноценной продукции предусматривает включение мезо- и микроэлементов в систему удобрения.

Рис является кремнефилом, накапливая в соломе от 800 до 1000 кг этого элемента. Роль кремния в жизнедеятельности растений – повышение устойчивости к неблагоприятным условиям, выражающееся в утолщении эпидермальных тканей (механическая защита), ускорении роста и усилении корневой системы (физиологическая защита) и увеличении устойчивости к абиотическим стрессам (биохимическая защита).

К числу важнейших для питания растений риса мезоэлементов относится магний. Физиологические функции его в растении весьма разнообразны. Магний входит в состав молекулы хлорофилла и фитина – запасного вещества семени, участвует в передвижении фосфора в растениях, азотном и углеводном обмене, влияет на активность окислительно-восстановительных процессов.

Учитывая большую роль этих элементов, возникает необходимость проведения научных исследований по изучению кремне-магневых удобрений с целью их дальнейшего вовлечения в технологию выращивания риса.

Цель работы – изучить эффективность применения удобрения Кремнемаг марки Суперсульфат на посевах риса.

В результате проведенных исследований установлено, что применение удобрения Кремнемаг марки Суперсульфат для предпосевного внесения обеспечивает увеличение урожайности риса от 7 до 11 ц/га. Оптимальная дозировка Кремнемаг в условиях опыта составила – 150 кг/га.

1 Основная часть

1.1 Условия проведения исследований

Погодные условия вегетационного периода риса в 2023 году в целом были достаточно удовлетворительными, отмечались несколько локальных периодов с варьированием температуры и большим количеством осадков (рис. 1, 2). Среднедекадные температуры воздуха весь сезон, за исключением первой половины мая, превышали среднемноголетние значения, что обеспечило достаточное для формирования урожая накопление эффективных температур воздуха.

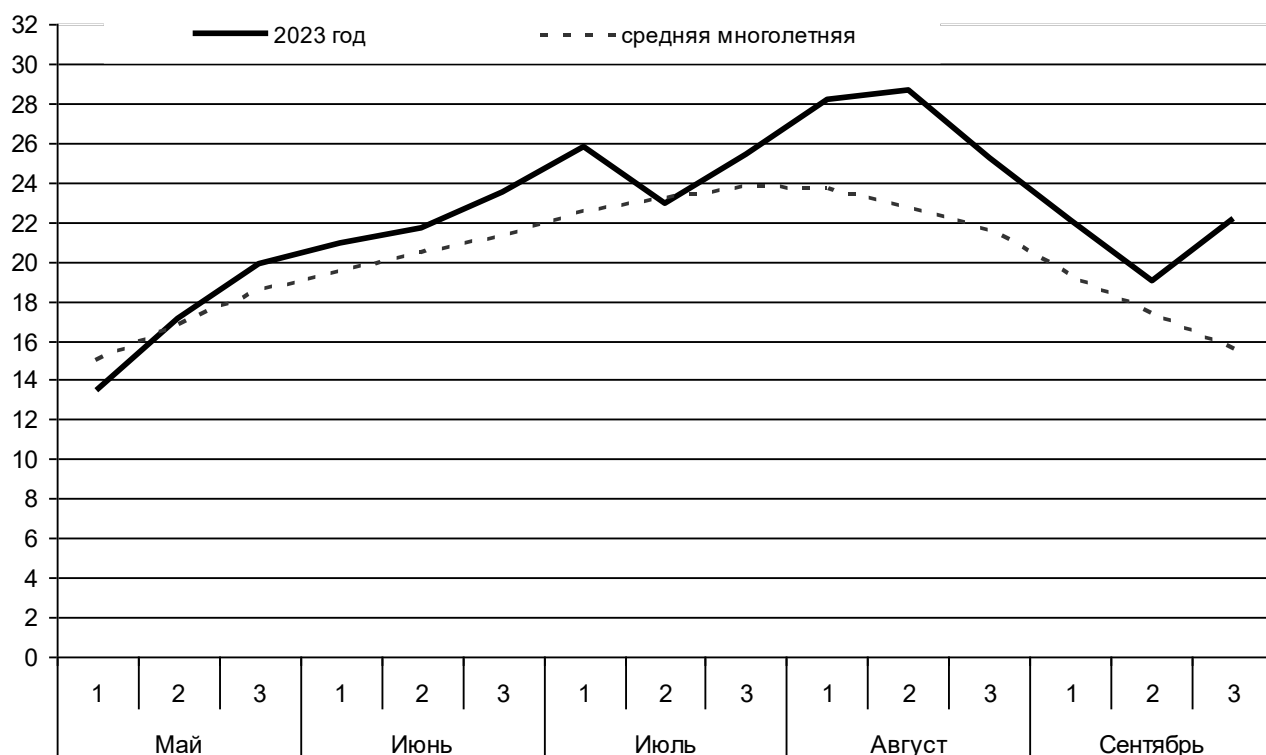


Рисунок 1 – Среднедекадная температура воздуха в 2023 г., °C

В период проведения весенне-полевых работ по подготовке почвы и севу риса – с 3 декады апреля по вторую декаду мая – температура воздуха была ниже среднемноголетних значений. При этом количество выпавших осадков в два раза превысило норму (за май – 111,5 мм). Из-за неблагоприятных погодных условий, сроки посевных работ были растянуты во времени.

В первой половине июне стояла влажная погода, препятствующая быстрому прогреванию почвы и воды. Однако быстрый рост температуры воздуха со второй половины мая способствовал появлению густых крепких всходов. В первой и второй декадах июня и июля выпали обильные осадки, превысившие норму в 3-4 раза, вследствие чего относительная влажность воздуха была на 15-20 % выше среднемноголетних значений (рис. 3).

В июле стояла умеренно теплая погода. Большое количество осадков во второй декаде привело к снижению температуры, которая во второй декаде была ниже нормы. Накопление суммы эффективных температур шло очень медленно и до июля она была ниже среднемноголетней.

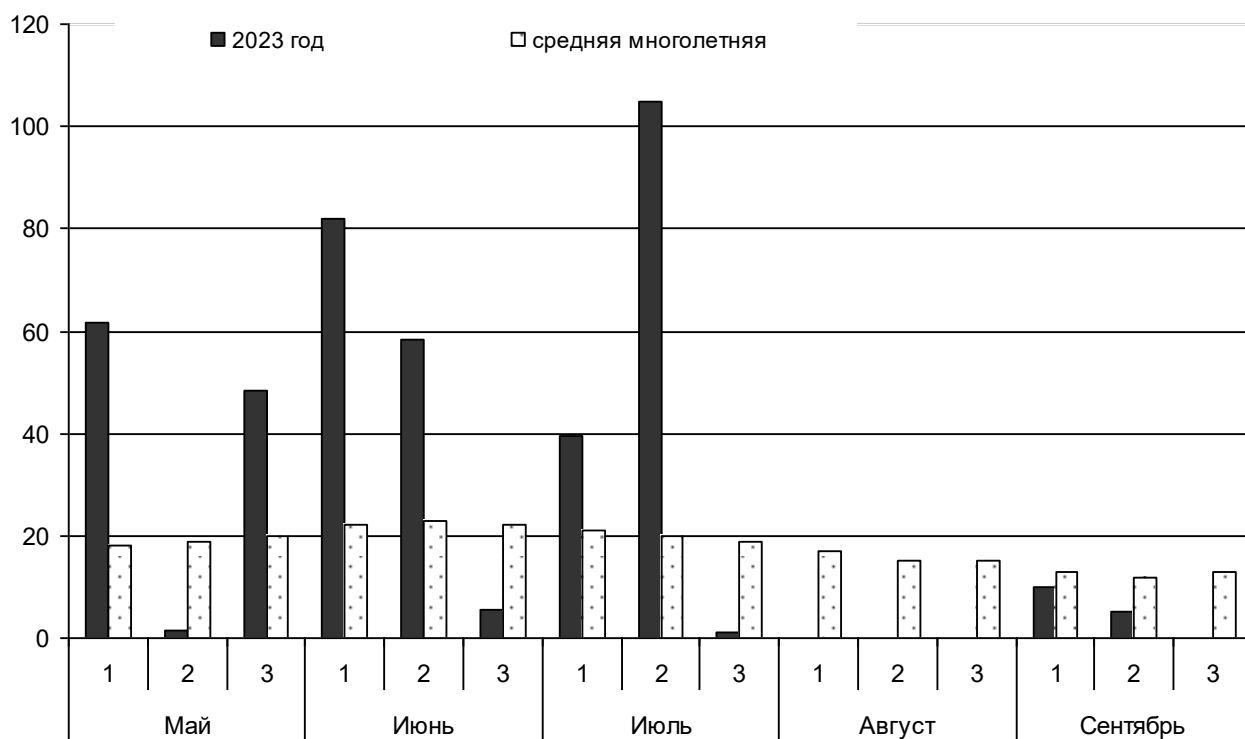


Рисунок 2 – Декадная сумма осадков в 2023 г., мм

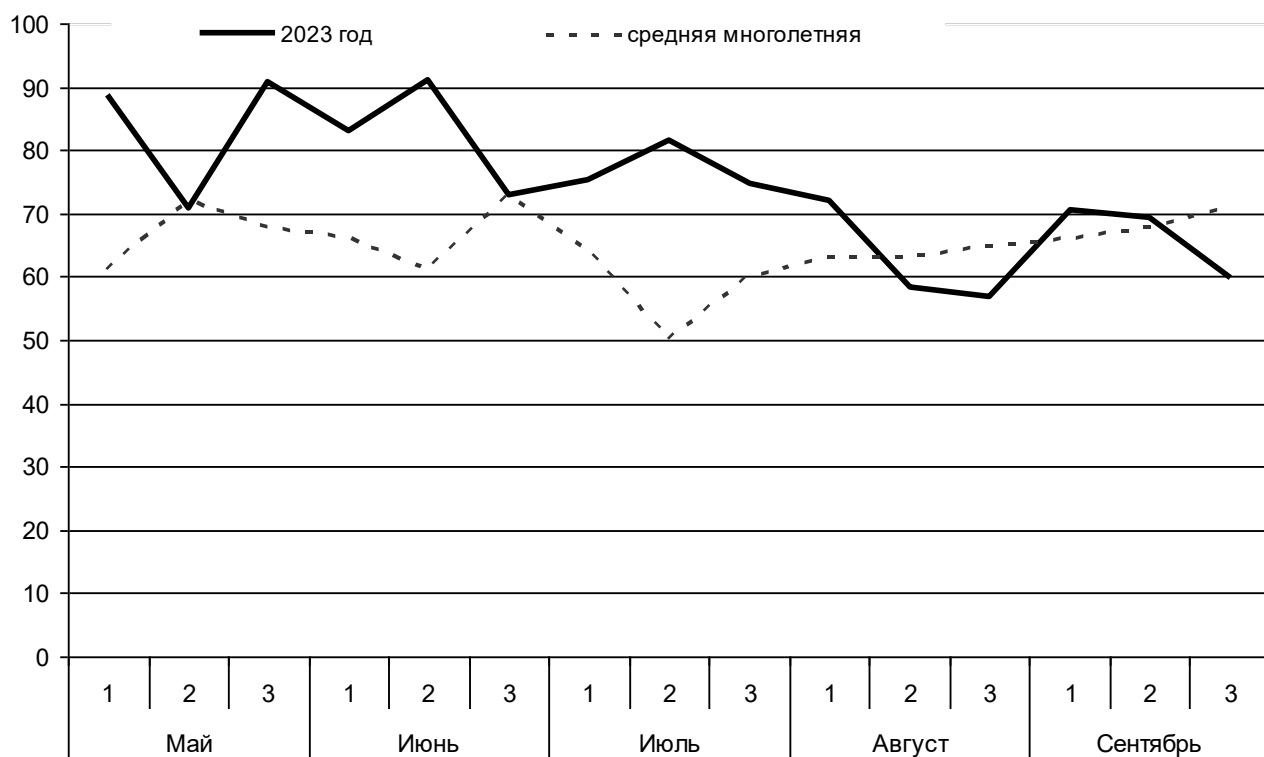


Рисунок 3 – Относительная влажность воздуха в 2023 г., мм

В период выметывания растений и на начальных этапах налива зерна риса в текущем году стояла сухая и жаркая погода, которая с одной стороны защищала растения от распространения пирикуляриоза – наиболее

вредоносного заболевания риса, а с другой – отрицательно повлияла на налив вследствие повышения стерильности колосков.

В августе температура воздуха превышала норму на 5-6°C, что благоприятно сказалось на процессе налива риса.

Теплая и относительно сухая погода с минимальным количеством осадков в сентябре позволила оперативно и практически без потерь завершить уборочную кампанию.

Таким образом, в отчетном году теплообеспеченность периода вегетации риса оказалась выше среднеемноголетних значений, при этом ход температур воздуха и количество выпавших осадков характеризовались значительными отклонениями от нормы. Однако в целом сложившиеся погодные условия позволили растениям риса сформировать хороший урожай и провести весь комплекс уборочных работ.

1.2 Схема опыта, материалы и методика исследований

Объектами исследований являлись удобрения Кремнемаг марки Суперсульфат и сорт риса Наутилус.

Изучение эффективности удобрения Кремнемаг марки Суперсульфат осуществлялось в условиях производственного опыта. Площадь под каждым вариантом составила 1,07 га. Внесение аммофоса, карбамида и удобрения Кремнемаг марки Суперсульфат выполнялось перед посевом разбрасывателем Amazone ZA-TS 4200 с последующей заделкой дискатором БДМ-3×4. Посев риса проводился рядовой сеялкой; норма высева 220 кг/га. Режим орошения – укороченное затопление.

Выполнялись следующие учеты и наблюдения:

- учёт густоты стояния;
- фенологические наблюдения;
- учёт урожая и элементов его структуры;
- определение технологических показателей качества.

Учет урожая проводили методом сплошного обмолота.

Математическую обработку полученных данных проводили с помощью программы Microsoft Office Excel.

Опыт заложен в соответствии с общепринятой методикой полевого опыта и методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.

Схема опыта:

1. Контроль
2. Кремнемаг 100 кг/га
3. Кремнемаг 150 кг/га
4. Кремнемаг 200 кг/га

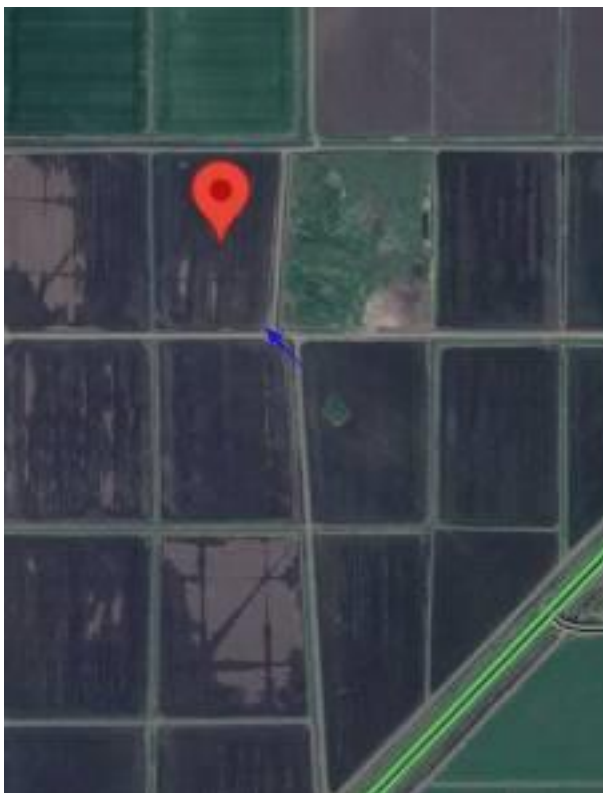


Рисунок 1 – Внешний вид опытного участка



Рисунок 2 – Разбивка опытного участка (1 – контроль, 2 - Кремнемаг 100 кг/га, 3 - Кремнемаг 150 кг/га, 4 - Кремнемаг 200 кг/га)



Рисунок 3 – Загрузка удобрения Кремнемаг в разбрасыватель



Рисунок 4 – Подсчёт густоты стояния растений в фазу всходов

1.3 Характеристика объектов исследований

Кремнемаг марки Суперсульфат – это комплексное удобрение, в состав которого, помимо кремния, входит железо, кальций и магний, сера.

Наименование показателя	Содержание
Массовая доля магния ($MgSO_4$), % не менее	35,0
Массовая доля магния (MgO), % не менее	11,7
Массовая доля серы (SO_3), % не менее	28,0
Массовая доля серы (S), % не менее	9,3
Массовая доля кремния (SiO_2), % не менее	20,0
Массовая доля железа (Fe), % не менее	1,0
Массовая доля гранул размером от 1 до 5 мм, %	100,0
Рассыпчатость, %	100,0

Наутилус. Сорт создан методом индивидуального отбора из сложной гибридной популяции Хазар/BL-1(BC_4F_3)/Хазар/Zenit(BCF_3) с последующим отбором в селекционном питомнике. Разновидность *italica* Alef. Относится к среднеспелой группе с вегетационным периодом 113-115 дней. Высота растений 90-100 см, стебель средней толщины, прочный, устойчив к полеганию. Метелка длиной 17-18 см, слабопоникающая в период созревания, плотность 9-10 колосков на 1 см длины. Зерновка длиной 8,0-8,2 мм с отношением длины к ширине (l/b) 1,9 – 2,1. Масса 1000 зерен 27-28 г, пленчатость 17-18%, стекловидность зерна 96-98%. Общий выход крупы – 72-74%, целого зерна в крупе 85-90%. Сорт устойчив к осыпанию. Среднеустойчив к пирикулярриозу. Сорт пригоден для возделывания по любым технологиям, предпочтительна интенсивная. Потенциальная урожайность сорта - 10-11 т/га.

2 Результаты исследований

2.1 Дневник полевых и научных работ

Дата	Вид работ
1	2
18.05	Внесение удобрений (аммофос 100 кг/га + карбамид 100 кг/га)
18.05	Внесение удобрения Кремнемаг марки Суперсульфат (варианты опыта 100, 150 и 200 кг/га)
18.05	Дискование 10-12 см
19.05	Культивация + боронование
20.05	Прикатывание
20.05	Сев риса (8 млн. всхожих зерен на 1 га)
21.05	Затопление
02.06	Сброс воды для получения всходов
08.06	Обработка посевов гербицидом Оризан (1,8 л/га)
09.06	Затопление

1	2
10.06	Внесение азотной подкормки (карбамид 150 кг/га)
22.06	Внесение азотной подкормки (карбамид 70 кг/га)
20.07	Обработка посевов фунгицидом Фуджи 1 (1,5 л/га)
18.09	Отбор растений для биометрического анализа структуры урожая
26.09	Уборка риса и отбор зерна для технологического анализа

2.2 Густота стояния растений и полевая всхожесть семян риса

Посевные качества семян сорт риса Наутилус приведены в таблице 1. Энергия прорастания у сорта была 85,0 %, а лабораторная всхожесть 98,0 %, и по этому признаку согласно требованиям ГОСТ Р 52325-2005 «Семена сельскохозяйственных растений. Сортные и посевные качества. Общие технические условия» семена соответствовали категории ЭС.

Густота стояния растений варьировала от 315 до 331 шт./м². а полевая всхожесть в среднем по опыту составила 39,7 % (табл. 2, 3). Внесение удобрения Кремнемаг снижало полевую всхожесть растений. Однако достоверным оно было только при норме внесения 200 кг/га. Ингибирование прорастания семян по-видимому обусловлено повышенной концентрацией солей в почвенном растворе при одновременном внесении 100 кг/га аммофоса, 100 кг/га карбамида и 100-200 200 кг/га Кремнемага в 0-10 см слой почвы.

Таблица 1 – Посевные качества семян

Сорт	M ₁₀₀₀ зерен, г	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %
Наутилус	27,0	85,0	98,0

Таблица 2 – Густота стояния растений и полевая всхожесть семян риса

Вариант	Густота стояния растений, шт./м ²	Полевая всхожесть семян, %
Контроль	331,8	40,7
Кремнемаг 100 кг/га	328,0	40,3
Кремнемаг 150 кг/га	320,3	39,3
Кремнемаг 200 кг/га	315,0	38,7
НСР ₀₅	13,52	

Таблица 3 – Результаты дисперсионного анализа данных по густоте стояния растений

Источник вариации	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	F _{факт.}	F _{таб.}	Влияние, %
Общее	1739,0	15				100,0
Повторений	429,5	3				24,7
Вариантов	683,5	3	227,8	3,3	3,6	39,3
Случайное	626,0	9	69,6			36,0

2.3 Фенологические наблюдения

Продолжительность вегетационного периода растений определяется, главным образом, генетическими особенностями сорта. Однако по годам она может значительно изменяться. При затягивании периода вегетации растений созревание и уборка приходится на неблагоприятное по погодным условиям время (дожди, понижение температуры), что, естественно, сопровождается значительной потерей уже сформированного урожая. Нежелательно и чрезмерное сокращение продолжительности вегетационного периода, так как продуктивность растений при этом значительно ниже потенциальной способности сорта. На продолжительность вегетационного периода, помимо погодных условий, значительное влияние оказывают удобрения, гербициды и другие средства комплексной химизации растений. Фенологические наблюдения показали незначительное смещение календарных сроков наступления фаз вегетации риса (табл. 4) и продолжительности межфазных периодов (табл. 5) при использовании удобрения Кремнемаг.

Таблица 4 – Наступление фаз вегетации.

Вариант	Фаза вегетации					
	всходы	кущение	трубкование	цветение	восковая спелость зерна	полная спелость зерна
1	04.06	05.07	25.07	09.08	07.09	14.09
2	03.06	04.07	24.07	08.08	06.09	13.09
3	03.06	04.07	24.07	08.08	06.09	13.09
4	03.06	04.07	24.07	08.08	06.09	13.09

Таблица 5 – Продолжительность межфазных периодов растений риса

Вариант	Продолжительность межфазного периода, дни						Продолжительность вегетационного периода, дни
	посев– всходы	всходы– кущение	кущение– трубкование	трубкование– цветение	цветение– восковая спелость зерна	восковая– полная спелость зерна	
1	15	31	20	15	29	7	117
2	14	31	20	15	29	7	116
3	14	31	20	15	29	7	116
4	14	31	20	15	29	7	116

2.4 Устойчивость растений риса к полеганию

Визуальная оценка устойчивости растений риса к полеганию, проведенная перед уборкой, выявила повышение устойчивости посевов в вариантах с внесением удобрения Кремнемаг. Наибольшей устойчивостью характеризовались растения в вариантах 3 и 4 с нормой внесения удобрения 150 и 200 кг/га (табл. 6).

Таблица 6 – Устойчивость растений риса к полеганию

Вариант	Устойчивость растений риса к полеганию, балл
Контроль	4,3
Кремнемаг 100 кг/га	4,8
Кремнемаг 150 кг/га	5,0
Кремнемаг 200 кг/га	5,0

2.5 Урожайность риса и его структура

Урожайность риса в опыте варьировала от 82,1 до 92,9 ц/га (табл. 7). Предпосевное внесение в почву удобрения Кремнемаг способствовало достоверному увеличению урожайности на 9,0-13,1% (табл. 8), при этом наибольшим оно было на варианте с внесением 150 кг/га. Дальнейшее увеличение нормы применения удобрения не способствовало повышению урожайности. Поскольку производственный опыт по сути представлял собой бесповторный посев, то для обеспечения возможности математической обработки урожайных данных взвешивание зерна с каждого варианта проводилось отдельно после обмолота каждых 2 валков.

Таблица 7 – Урожайность риса

Вариант	Урожайность, ц/га					Отклонение от контроля	
	повторность				средняя		
	1	2	3	4		ц/га	%
Контроль	81,3	84,8	80,2	82,3	82,1	—	—
Кремнемаг 100 кг/га	88,2	90,6	89,8	89,5	89,5	7,4	9,0
Кремнемаг 150 кг/га	90,2	91,4	96,8	93,2	92,9	10,8	13,1
Кремнемаг 200 кг/га	93,7	87,2	90,2	93,6	91,2	9,1	11,1
НСР ₀₅					4,32		

Таблица 8 – Результаты дисперсионного анализа урожайных данных

Источник вариации	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	F _{факт.}	F _{таб.}	Влияние, %
Общее	336,9	15				100,0
Повторений	4,6	3				1,4
Вариантов	268,5	3	89,5	12,6	3,6	79,7
Случайное	63,8	9	7,1			18,9

Биометрический анализ опытных растений показал, что увеличение урожайности риса при внесении удобрения Кремнемаг было обусловлено повышением продуктивной кустистости, увеличением длины (на 0,6-0,9 см) и озерненности (на 5,1-9,3 шт.) метелки, снижением её пустозерности (на 1,5-2,6% п.п.) и возрастанием массы 1000 зерен (на 0,24-0,37 г), что привело к увеличению массы зерна с метелки (на 0,17-0,34 г) и растения (на 0,39-0,65 г) (таблица 9). Влияние изучаемого удобрения проявилось и в изменении направленности донорно-акцепторных отношений, способствующих оптимизации расхода пластических веществ, что подтверждается коэффициентом хозяйственной эффективности фотосинтеза ($K_{хоз}$), значение которого увеличилось по отношению к контролю на 0,01-0,02% п.п.

Таблица 9 – Структура урожая риса

Вариант	Кустистость		Главная метелка				Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с растения, г	$K_{хоз}$
	общая	продуктивная	длина см	кол-во зерен, шт.	пустозерность, %	масса зерна, г			
1	1,6	1,2	16,7	130,8	14,3	3,65	27,89	4,04	0,55
2	1,7	1,3	17,3	135,9	12,1	3,82	28,13	4,43	0,56
3	1,8	1,3	17,6	140,1	11,7	3,99	28,26	4,69	0,57
4	1,7	1,3	17,4	138,2	12,8	3,90	28,25	4,57	0,57
НСР ₀₅	0,25	0,15	1,32	2,84	0,47	0,31	0,26	0,49	

2.6 Показатели качества урожая риса

К технологическим показателям качества зерна риса относятся стекловидность, трещиноватость, пленчатость, выход крупы и содержание целого ядра в крупе.

На технологические показатели качества зерна риса, помимо погодных условий, влияют агротехнические приемы его выращивания. Существенное влияние на технологические показатели качества оказывают минеральные удобрения.

Анализ технологических показателей качества зерна риса сорта Наutilus показал, что удобрение Кремнемаг способствует снижению трещиноватости и пленчатости на 1,5-2,0% п.п. и 0,4-0,6% п.п. соответственно, увеличению стекловидности на 2,5-3,5% п.п. Изменение названных показателей в конечном итоге положительно сказалось на выходе крупы и содержании целого ядра в крупе, которые возросли на 1,7-2,2 и 0,6-1,1% п.п. соответственно (табл. 10). Наибольшее положительное влияние на изучаемые показатели оказало внесение удобрения Кремнемаг в дозе 150 кг/га.

Таким образом, включение удобрения Кремнемаг в систему минерального питания риса способствует улучшению технологических показателей качества зерна.

Таблица 10 – Технологические качества зерна риса

Вариант	Трещиноватость, %	Пленчатость, %	Стекло-видность, %	Выход крупы, %	Содержание целого ядра в крупе, %
Контроль	5,0	19,2	93,5	68,9	87,0
Кремнемаг 100 кг/га	3,5	18,8	96,0	70,6	87,9
Кремнемаг 150 кг/га	3,0	18,6	97,0	71,1	88,1
Кремнемаг 200 кг/га	3,0	18,7	96,5	70,8	87,6

ВЫВОДЫ. Применение удобрения Кремнемаг марки Суперсульфат в технологии возделывания риса для предпосевного внесения в почву в дозе 100-200 кг/га способствует сбалансированности и оптимизации минерального питания риса, повышению устойчивости растений к полеганию и обеспечивает увеличение урожайности зерна (на 7,4-10,8 ц/га) без снижения его качества. Оптимальной дозой применения удобрения Кремнемаг марки Суперсульфат является 150 кг/га.