

Научная статья

Original article

УДК631.8

DOI 10.55186/25876740\_2022\_6\_4\_20

**К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ  
УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РИСА**

**TO THE QUESTION OF THE APPLICATION OF MINERAL AND ORGANIC FER-  
TILIZERS IN RICE GROWING**



**Приходько Игорь Александрович**, кандидат технических наук, доцент, заместитель декана по учебной работе факультета «Гидромелиорации», доцент кафедры Строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», (350011, Краснодар, ул. Димитрова 3/1, кв. 248) тел. +7(909)4525133, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4855-0434>, [prihodkoigor2012@yandex.ru](mailto:prihodkoigor2012@yandex.ru)

**Сергеев Александр Эдуардович**, к.ф.-м.н., доцент ВАК, доцент кафедры «Компьютерных технологий и систем», ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», (350089, Краснодар, ул. Проспект чекистов 26, кв. 204), тел. +7 (918) 19-38-166, <http://orcid.org/0000-0003-4855-0434>, [galua1979@yandex.ru](mailto:galua1979@yandex.ru)

**Комсюкова Яна Алексеевна**, обучающаяся 4-го курса факультета «Гидромелиорации» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», (350062 ул. Им. Яна Полуяна 28, кв. 65) тел. +7(953)0980313, <http://orcid.org/0000-0002-8774-7216>, [komsyukovay@mail.ru](mailto:komsyukovay@mail.ru)

**Prihodko Igor Aleksandrovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Deputy Dean for Academic Affairs of the Faculty of Hydromelioration, Associate Professor of the Department of Construction and Operation of Water Management Facilities, FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina», (350011, Krasnodar, 3/1 Dimitrov st., Apt. 248) tel. +7 (909) 4525133, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4855-0434>, [prihodkoigor2012@yandex.ru](mailto:prihodkoigor2012@yandex.ru)

**Sergeev Alexander Eduardovich**, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Department of Computer Technologies and Systems, Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, (350089, Krasnodar, street Chekist prospect 26, apt. 204), tel. +7 (918) 19-38-166, <http://orcid.org/0000-0003-4855-0434>, [galua1979@yandex.ru](mailto:galua1979@yandex.ru)

**Komsyukova Yana Alekseevna**, 4th year student of the Faculty of Hydromelio-radiation, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin”, (350062 St. Yana Poluyan 28, apt. 65) tel. +7(953)0980313, <http://orcid.org/0000-0002-8774-7216>, [komsyukovay@mail.ru](mailto:komsyukovay@mail.ru)

**Аннотация.** Рис является одной из ценнейших сельскохозяйственных культур. Он находится в первых рядах продовольственного баланса большинства стран. Из этого следует необходимость в повышении урожайности данной зерновой культуры. Количество полученного риса зависит от множеств факторов. При возделывании риса для получения большого урожая требуется учитывать множество факторов. К таковым относятся климатические условия, физические свойства почвы, рационально сконструированная рисовая оросительная система, а также неотъемлемым спутником и эффективным приемом повышения числовых значений показателя урожайности является применение разнообразных удобрений, так как внесение удобрений позволяет за их счет восполнить в почве элементы питания, необходимые для развития культуры на протяжении всего вегетационного периода. Рационально подобранная схема применения удобрений позволяет увеличивать урожайность в разы, тем самым преумножая выручку с продукции и окупая затраты на

удобрения. В ниже представленной статье описаны опыты по внесению минеральных и органических удобрений на протяжении вегетационного периода риса, а также их влияние на урожайность, рост, и развитие этой сельскохозяйственной культуры. Также в статье была путем проведения полевых опытов была рассмотрена динамика содержания калия в почве при возделывании риса. Для формирования урожая риса необходимо значительное количество основных элементов питания, калий является одним из них. Рис чувствителен к недостатку этого элемента. В течение вегетационного периода он употребляет большое абсолютное количество калия из почвы, намного больше, чем азота.

**Summary.** Rice is one of the most valuable agricultural crops. It is in the forefront of the food balance of most countries. This implies the need to increase the yield of this grain crop. The amount of rice obtained depends on many factors. Rice cultivation requires many factors to be taken into account in order to obtain a large yield. These include climatic conditions, the physical properties of the soil, a rationally designed rice irrigation system, as well as an integral companion and an effective method for increasing the numerical values of the yield indicator is the use of various fertilizers, since the application of fertilizers allows them to replenish the nutrients in the soil necessary for the development crops throughout the growing season. A rationally selected scheme for the use of fertilizers allows you to increase the yield by several times, thereby increasing the revenue from the product and recouping the costs of fertilizers. The article below describes the experiments on the introduction of mineral and organic fertilizers during the growing season of rice, as well as their impact on the yield, growth, and development of this agricultural crop. Also, in the article, by conducting field experiments, the dynamics of the content of potassium in the soil during the cultivation of rice was considered. For the formation of the rice crop, a significant amount of basic nutrients is needed, potassium is one of them. Rice is sensitive to the lack of this element. During the growing season, it consumes a large absolute amount of potassium from the soil, much more than nitrogen.

**Ключевые слова:** рис, удобрения, урожай, микроэлементы, органические удобрения.

**Keywords:** rice, fertilizers, harvest, trace elements, organic fertilizers.

### **Введение.**

В нашей стране Кубань является одним из лидирующих регионов по производству риса, здесь сосредоточены свыше 70 % рисовых посевов. Равнинный рельеф позволяет располагать на территории края обширные рисовые поля. Почвы, расположенные в низовьях реки Кубань, обладают слабой водопроницаемостью, а это является одним из благоприятных факторов для выращивания риса.

Вот уже на протяжении многих лет в крае возделывается рис. И с каждым годом специалисты в рисоводческой отрасли разрабатывают новые технологии, позволяющие получать достойный урожай. Здесь были разработаны и запатентованы уникальные рисовые системы, которыми пользуются не только в России, но и за рубежом, а также проведено огромное количество опытов по влиянию разных видов удобрений на состояние почвы, развитие посевов на протяжении вегетации и конечно же на полученный урожай.

Хотя рис, в отличие от других злаковых, менее требователен к плодородию почвы, увеличение урожайности данной зерновой культуры тесным образом связано с применением минеральных и органических удобрений, так как это растение относится к одним из наиболее отзывчивых на удобрения. Следовательно, всестороннее изучение вопроса применения удобрений является актуальным.

### **Материалы и методы.**

Начнем с такого понятия как микроэлементы. Они улучшают обмен веществ в растениях, устраняют функциональные нарушения и содействуют нормальному течению физиолого-биохимических процессов, влияют на процесс фотосинтеза. Под воздействием микроэлементов возрастает устойчивость растений к заболеваниям.

Содержание подвижных форм микроэлементов в почвах под рисом, особенно старопахотных, часто бывает недостаточным вследствие ряда причин: вынос микроэлементов с урожаем [1]; рост рН почвенного раствора, что уменьшает подвижность;

вымывание их в нижние горизонты почвы [2]; переход микроэлементов в нерастворимые почвы [3]; внесения высоких доз, особенно фосфорных удобрений.

Исходя из существующих представлений о важной роли микроэлементов, целью исследования было изучить и сравнить влияние различных микроудобрений на рост, развитие и продуктивность зерна риса.

Проведённые полевые опыты по сравнению действия предпосевной обработки семян микроудобрениями на лугово-черноземновидной почве, имеют следующие агрохимические свойства [4]:

- содержание гумуса 4–6,2 %;
- рН около 7;
- емкость поглощения 38 мг экв/100 г;
- сумма поглощенных оснований 30,3 мг экв/100 г;
- содержание азота 0,6 мг/100 г;
- фосфора 3,09 мг/100 г (по Чирикову);
- обменного калия 28 мг/кг;
- марганца валового 450 мг/кг, подвижного - 3,8 мг/кг;
- молибдена подвижного 0,23 мг/кг;
- цинка 0,45;
- ванадия 0,59;
- железа закисного 13,4–23,5;
- окисного 55,6 мг/кг;
- бора 0,014 мг/кг,
- меди 0,14–1,11.

Предшественник – рис после люцерны. Площадь делянки: общая 180 м<sup>2</sup>, учетная 102–132 м<sup>2</sup>. Повторность 4-кратная. Действие микроудобрений изучалось на фоне N<sub>180</sub>P<sub>120</sub>K<sub>90</sub>.

Семена обрабатывались из расчета 3–5 л H<sub>2</sub>O на 100 кг зерна, микроудобрения брали в граммах на тонну семян по схеме опыта (таблица 1). Посевная норма семян

300 кг/га. Сорт риса Краснодарский 424. Урожайные данные подвергались математической обработке дисперсионным методом по методике Б.А. Доспехова. Биометрический анализ проводили в снопах, отобранных с четвертинок.

По результатам исследований видно, что микроудобрения оказали положительное влияние на урожайность риса.

За 3 года исследований получены достоверные прибавки от 6,3 до 14,5 ц/га, однако не всегда были получены достоверные прибавки от ванадата аммония и сернокислого железа.

Анализ пробных снопов показал, что урожай зерна риса в большой степени зависит от кустистости растений, массы зерна с 1 растения и массы 1000 зерен, от густоты стояния. Эти показатели были выше на вариантах, чем на контроле.

Таблица 1 – Урожайность риса при использовании микроудобрений (результаты полевых опытов)

Вариант опыта	1-й год	2-й год	3-й год	Средняя урожайность за 3 года, ц/га	Прибавка, ц/га
Контроль-фон	70,1	65	32,2	55,8	-
Фон+ПОС 150 г/т семян молибдата аммония	88,1	73,9	48,8	70,3	14,3
Фон+ПОС 50 г/т ванадата аммония	73,1	69	45,7	62,6	6,8
Фон+ПОС 100 г/т сернокислого цинка	78,2	77,4	47,7	67,8	12
Фон+ПОС 100 г/т сернокислого марганца	71,2	73,2	42	62,1	6,3
Фон+ПОС 50 г/т сернокислого железа	73,5	72,8	42,3	62,9	7,1
Фон+ПОС 150 г/т борной кислоты	77,5	71,8	40,9	63,4	7,6
Фон+ПОС 200 г/т сернокислой меди	80,5	73,3	43,6	65,8	10
НСР <sub>05</sub>	11,9	8,37	5,3	8,5	5,5

Производственные испытания выполнялись в двух хозяйствах Славянского района на площади 50 и 45 га которые показали, что использования молибденовых микроудобрений позволило получить 76 ц/га (на контроле 70,1 ц/га), марганцовых микроудобрений на площади 45 га и на площади 50 га позволило получить прибавку до 5 ц/га; применение ванадата аммония, сернокислого железа и

сернокислого цинка в производственном опыте дало прибавку 8,8-18,1 ц/га. Медные удобрения в виде сернокислой меди увеличили урожайность на 9 ц/га.

Следующий опыт был проведен с целью изучения динамики содержания калия в почве при выращивании риса.

Рис чувствителен к недостатку таких элементов как азот, фосфор и калий, так как от этих элементов питания зависит формирование урожая. В течение вегетационного периода он употребляет большое абсолютное количество калия из почвы, намного больше, чем азота [5].

Вопрос калийного режима и его превращений в лугово-черноземовидной почве по полям севооборота недостаточно изучен [6].

По многим литературным данным, применение калийных удобрений на рисовых полях дает значительно меньше эффекта по сравнению с внесением азота или фосфора [4]. Невысокая отзывчивость риса на калийные удобрения объясняется, прежде всего, содержанием калия в почве, а также его поступлением в почву вместе с поливной водой.

По утверждению ряда авторов, действие калийных удобрений на урожай посевов зависит от содержания обменных форм калия в почве [7].

В большинстве случаев почвы, на которых возделывается рис, хорошо обеспечены подвижными формами калия. А в условиях орошения, кроме того, ускоряется процесс перехода малоподвижных форм калия в обменную, поэтому внесение одних калийных удобрений оказывается мало или совсем не эффективным.

Из-за отсутствия единого мнения о питании риса калием были проведены вегетационные опыты, целью которых было проследить за эффективностью калия в связи с нормой внесения калийных удобрений и их влияния на динамику содержания калия в почве при выращивании риса.

В вегетационных условиях изучалась эффективность доз калийных удобрений по трем вариантам обеспеченности почвы азотом и двум вариантам слоя почвы. Оценивалось действие оптимальной (90 кг/га) и очень высокой дозы (300 кг/га) калия (таблица 2).

Таблица 2 – Схема опыта

Слой почвы 0-40 см	Слой почвы 40-100 см
N <sub>0</sub> P <sub>160</sub> K <sub>90</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>160</sub> K <sub>90</sub>
N <sub>0</sub> P <sub>160</sub> K <sub>300</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>160</sub> K <sub>300</sub>
N <sub>120</sub> P <sub>160</sub> K <sub>90</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>160</sub> K <sub>90</sub>
N <sub>120</sub> P <sub>160</sub> K <sub>300</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>160</sub> K <sub>300</sub>
N <sub>240</sub> P <sub>160</sub> K <sub>90</sub>	N <sub>240</sub> P <sub>160</sub> K <sub>90</sub>
N <sub>240</sub> P <sub>160</sub> K <sub>300</sub>	N <sub>240</sub> P <sub>160</sub> K <sub>300</sub>

Выращивали рис сорта Краснодарский 424 согласно методике А.П. Сметанина и др., [10]. В качестве удобрений использовались калийная соль, сульфат аммония и двойной суперфосфат.

По фазам вегетации определяли динамику содержания калия в почве по методу Мачигина с использованием пламенного фотометра.

Из таблицы 3 видно, что количество обменного калия изменяется под влиянием вносимых в почву как азотных, так и калийных удобрений.

При внесении калийных удобрений в нормах 90-300 кг/га на фоне N<sub>0</sub>P<sub>160</sub> количество обменного калия увеличивалось на 8,6 %. Повышение норм азота на 120 кг/га составило 62,5 %. А при внесении азота в норме 240 кг/га количество обменного калия увеличивалось более чем вдвое.

Таблица 3 – Динамика обменного калия в почве при внесении различных норм удобрений, мг/100 г почвы

Слой почвы, см	Варианты нормы удобрения, д.в.	Кущение	Трубкавание	Цветение	Полная спелость
0-40	N <sub>0</sub> P <sub>160</sub> K <sub>90</sub>	17,3	10,5	14	8
	N <sub>0</sub> P <sub>160</sub> K <sub>300</sub>	18,8	24	30,5	24
	N <sub>120</sub> P <sub>160</sub> K <sub>90</sub>	24	15,5	20,5	10,5
	N <sub>120</sub> P <sub>160</sub> K <sub>300</sub>	39	40,5	42,5	30
	N <sub>240</sub> P <sub>160</sub> K <sub>90</sub>	16,1	6,5	12,5	6,5
	N <sub>240</sub> P <sub>160</sub> K <sub>300</sub>	35	28	34	30
40-100	N <sub>0</sub> P <sub>160</sub> K <sub>90</sub>	13,8	18	23	9
	N <sub>0</sub> P <sub>160</sub> K <sub>300</sub>	43	32,5	34,8	30
	N <sub>120</sub> P <sub>160</sub> K <sub>90</sub>	15,5	5,5	10,5	2
	N <sub>120</sub> P <sub>160</sub> K <sub>300</sub>	48,8	21,5	24	20
	N <sub>240</sub> P <sub>160</sub> K <sub>90</sub>	26	5,5	12,5	8
	N <sub>240</sub> P <sub>160</sub> K <sub>300</sub>	50,2	25,5	28	30

С прохождением фаз вегетации и возрастанием поглощения калия растением количество обменного калия в почве снижается, ко времени полной спелости растений при внесении обычных норм калийных удобрений содержание обменного калия уменьшается (на 9,3; 13,5 и 9,6 мг/100 г почвы). По отношению его содержания в фазу кущения можно предположить, что при внесении дополнительных количеств калия в почву (90 кг/га) его содержание в почве не обеспечивает потребности растения. Внесенный калий поглощается почти полностью почвой, а имеющиеся в почве обменные формы используются растениями в таких количествах, которые не восполняются почвой.

Данные таблицы 3 также показывают, что поглощение калия по фазам проходит неравномерно, наибольшее количество калия поглощается в период прохождения кущения и особенно при созревании зерна, если судить только по остаточным количествам обменного калия.

Внесение 300 кг/га калия приводит к резкому увеличению количества обменного калия в почве. Такое дополнительное поступление обеспечивает длительные во времени переходы элементов удобрений в почву в различных формах.

Динамика содержания обменного калия в пахотном горизонте существенно не отличается от его содержания в подпахотном горизонте.

Также и вопрос о применении органических удобрений не мог остаться в стороне.

Потребности растений риса в азоте удовлетворяются примерно в одинаковой степени за счет вносимых минеральных удобрений и почвенного азота.

Фосфор и калий из удобрений поглощаются только на 25-30 %. Интенсивная минерализация органического вещества способствует накоплению в почве минеральных форм азота. Для повышения плодородия почв рисовых полей необходимо постоянно обогащать их органическим веществом, что положительно действует на микробиологическую активность и комплекс физико-химических процессов в почве и способствует повышению их эффективного плодородия.

Таблица 4 – содержание гумуса по профилю почвы X, % - содержание гумуса; V, % - коэффициент вариации

Глубина, см	Показатели	Естественный дренаж		Искусственный дренаж	
		весной	осенью	весной	осенью
0-20	X, %	3,11	3,41	3,15	3,26
	V, %	6,36	4,15	10,76	12,61
20-40	X, %	2,82	3,09	2,77	2,78
	V, %	9,19	6,14	16,68	13,59
40-60	X, %	2,5	2,5	2,18	2,38
	V, %	13,81	8,7	18,96	18,76
60-80	X, %	1,97	2,09	1,78	2,03
	V, %	23,09	10,2	23,1	17,1
80-100	X, %	1,67	1,31	1,57	1,73
	V, %	25,05	13,23	22,31	17,72

Целью исследований было выяснить, как влияют внесение органических удобрений (навоза) и дренированность почвы на динамику элементов минерального питания и урожайность риса.

Опыты закладывались на полях хозяйства в Красноармейском районе. Почва опытного участка лугово-черноземновидная. На чеке 2-й карты 14 с естественным дренажем и на чеке 2-й карты 6 с искусственным дренажем на фоне  $P_{100} K_{60}$  вносились азотные удобрения и навоз в расчете на 1 га в следующих нормах: 1 –  $N_{100}$ ; 2 –  $N_{180}$ ; 3 –  $N_{220}$ ; 4 –  $N_{140}$ ; 5 –  $N_{140} + 20$  т навоза; 6 –  $N_{140} + 40$  т навоза; 7 –  $N_{140} + 60$  т навоза.

Площадь делянок 200 м<sup>2</sup>. Повторность опыта 3-кратная. Сорт риса Краснодарский 424. Весной и осенью отбирались пробы почв на глубинах 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 см, в которых определяли гумус по Тюрину.

В течение вегетационного периода из пахотного слоя отбирали пробы почв, в которых определяли аммиачный азот с реактивом Несслера, подвижный фосфор по Чирикову и обменный калий на пламенном фотометре. Уборку урожая вели раздельным способом.

Ежегодное внесение в почву органического вещества обеспечивает образование свежих форм гумуса, играющих большую роль в плодородии почв.

Таблица 5 – Динамика аммиачного азота в пахотном слое, мг/100 г сухой почвы 1 – с дренажем; 2 – без дренажа

Вариант	Полные всходы		Кущение		Трубкавание		Цветение	
	1	2	1	2	1	2	1	2
N <sub>100</sub>	6	6,2	4,3	4,8	4,2	3,5	16,9	15,6
N <sub>180</sub>	10,6	10,8	5,1	4,5	6,6	5,8	18,5	17,4
N <sub>220</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-
N <sub>140</sub>	6,9	7,4	4,5	4,7	6,6	5,5	13,1	17
N <sub>140+20</sub>	5,1	4,9	4,9	4,9	4,3	3,4	13,5	19,1
N <sub>140+40</sub>	5,2	5,2	4,9	4,6	3,5	3,5	24,8	23,7
N <sub>140+60</sub>	5,6	5,1	4,1	4,6	3	3,5	27,1	27

Данные таблицы 5 показывают, что на опытном поле было невысокое содержание гумуса не только на глубине, но и даже в пахотном горизонте. По литературным данным, его содержание в этих почвах превышает 4 %. Снижение гумуса на рисовых полях объясняется тем, что при проведении планировочных работ, видимо, были допущены срезы пахотного горизонта. Содержание гумуса уменьшается с глубиной. Затопление полей при возделывании риса также вызывает ускорение минерализации органического вещества и развитие восстановительных процессов, поэтому основной формой азотного питания риса является обменный аммоний.

Таблица 6– Динамика подвижного фосфора в пахотном слое, мг/100 г сухой почвы 1 – с дренажем; 2 – без дренажа

Вариант	Полные всходы		Кущение		Трубкавание		Цветение	
	1	2	1	2	1	2	1	2
N <sub>100</sub>	10	9	6	4	8,3	6,6	3,5	4,5
N <sub>180</sub>	11,5	8,5	6	5	6,8	8,8	5	5,5
N <sub>220</sub>	11,5	10,5	6,5	4,8	6,3	6,8	3,1	5,5
N <sub>140</sub>	11	8,5	6	4,5	8,3	8,3	3,8	5,6
N <sub>140+20</sub>	10	10,5	5,5	4,5	8,4	8,3	3,1	3,5
N <sub>140+40</sub>	10,5	12	6	5,5	8,3	9,3	3,1	4,5
N <sub>140+60</sub>	12,5	11,5	7	5,5	9,3	9,4	4,8	3,5
Среднее	11,0	10,1	6,1	4,8	8,0	8,2	3,8	4,7

Приведенные данные указывают на довольно высокий уровень содержания аммиачного азота в почве рисового поля по всем фазам вегетации риса и по всем вариантам опыта.

С повышением доз азотных удобрений содержание аммиака увеличивается. Внесение навоза вызывает в начале вегетации (всходы) снижение содержания аммиачного азота, так как органическое вещество в затопленной почве разлагается очень медленно и для его минерализации микрофлорой потребляется часть почвенного азота.

К фазе цветения в вариантах опыта, где вносили 40 и 60 т/га навоза, в почве накапливалось обменного аммиака в 1,5-раза больше по сравнению с контролем (N<sub>140</sub>).

Известно, что в условиях переувлажнения при высокой подвижности соединений железа резко увеличивается подвижность фосфора за счет группы фосфатов, связанных с полуторными окислами. Это явление вызывается сменой окислительно-восстановительных условий.

Таблица 7 – Динамика обменного калия в пахотном слое, мг/100 г сухой почвы 1 – с дренажем; 2 – без дренажа.

Вариант	Полные всходы		Кущение		Трубкавание		Цветение	
	1	2	1	2	1	2	1	2
N <sub>100</sub>	26,3	35	30,8	30,8	18,3	15	12,5	18,3
N <sub>180</sub>	27,5	40,8	25	37,5	18,3	18,3	13	12,5
N <sub>220</sub>	28,3	40,8	28,3	46,3	22,5	19	12,5	25
N <sub>140</sub>	24,5	37,5	27,5	36	15	20	12,5	12,5
N <sub>140+20</sub>	30	40,8	32,5	42,5	20,5	18,3	20,8	18,3
N <sub>140+40</sub>	32	40	30,8	32,5	22	20	21,9	18,3
N <sub>140+60</sub>	35	37,5	32,5	32,5	25	32,5	23	20
Среднее	29,1	38,9	29,6	36,9	20,2	20,4	16,6	17,8

Затопление способствует улучшению фосфатного питания растений риса; увеличивается не только количество подвижного фосфора с затопляемых почвах, но и поступление фосфора в растения.

Почвы опытного участка хорошо обеспечены подвижными формами фосфора в начале вегетации, а затем количество их к концу вегетации снижается (таблица б). Это объясняется тем, что в период кущение – выметывание происходит активное разрастание корней, способных интенсивно поглощать не только фосфор, но и другие элементы минерального питания.

Нами не установлено различий в содержании подвижного фосфора в зависимости от внесения органического вещества и уровня дренированности почвы. Потребность риса в калийном питании огромна, так как этот элемент необходим для ряда важнейших физиолого-биохимических процессов.

Калия в почве содержится в 10-15 раз больше, чем азота и фосфора. Его общие запасы в почвах Кубани составляют 2-2,5 %.

Основным фондом, из которого растения прежде всего потребляют калии, являются его водорастворимые и обменные формы.

Анализы показали, что по вариантам опытов не было значительных различий в содержании обменного калия. В почве, где создавался естественный дренаж, обменного калия было на 20-25% меньше. В начале вегетации накапливалось максимальное количество соединений обменного калия, которое к периоду цветения уменьшилось в 1,5-2 раза, видимо, из-за интенсивного поглощения растениями этого элемента. Урожайность зависит от многих факторов, но основным является уровень культуры земледелия, который включает комплекс агрономических и организационно-технических мероприятий, направленных на повышение плодородия почвы.

Данные учета урожайности риса (таблица 8) показали, что наиболее высокие урожаи риса с 1 га получены на варианте с естественным дренажем (в среднем на 1,3 т выше), чем на варианте с дополнительным искусственным дренажем.

Таблица 8 – Урожайность риса при внесении минеральных удобрений и разной дренированности почвы, т/га

Вариант	Искусственный дренаж	Естественный дренаж
N <sub>100</sub>	4	4,5
N <sub>180</sub>	5,7	7,7
N <sub>220</sub>	6	7,7
N <sub>140</sub>	4,5	5,8
N <sub>140+20</sub>	5,3	6,3
N <sub>140+40</sub>	6	6,7
N <sub>140+60</sub>	5,4	6,6
НСП <sub>05</sub>	0,15	0,41

На варианте без дренажа наиболее высокий урожай получен при дозах  $N_{180}$  и  $N_{220}$  (7,7 т, то есть на 1,5 т выше контроля). Следовательно, доза  $N_{180}$  экономически выгодна.

Навоз в условии дренажа способствовал повышению урожайности при дозе 20 т/га навоза на 9 ц/га и при дозе 40 т/га - на 15 ц/га по сравнению с контролем  $N_{140}$ .

Это же количество навоза в условии без дренажа дало прибавку лишь 5-8 ц/га по сравнению с контролем  $N_{140}$ .

### **Выводы.**

Результаты исследований показали:

1. применение солей микроэлементов для предпосевного смачивания семян риса в полевых и производственных опытах оказало положительное влияние на урожайность риса и его структуру;

2. микроудобрения повысили урожайность риса за 3 года на 6,3-14,5 ц/га в сравнении с контролем. Полученные данные достоверны;

3. в связи с низкой обеспеченностью почв под рисом подвижными формами микроэлементов и высокой их эффективностью в рисоводстве края рекомендуется предпосевная обработка семян риса водным раствором молибдата аммония 150 г/т семян, сернокислыми цинком и марганцем-100 г/т, сернокислой медью - 200 г/т, сернокислым железом и ванадатом аммония - 50 г/т. Воды брать из расчета 3-5 л на 100 кг зерна. Предпосевную обработку совмещать с протравливанием семян, во высеять не позднее 5-7 дней после обработки;

4. для повышения содержания обменного калия в лугово-черноземовидной почве и лучшей обеспеченности растений калием необходимо вносить калийное удобрение совместно с азотным;

5. внесение навоза и создание дополнительного дренажа в первый год возделывания риса не оказывали значительного действия на пищевой режим лугово-черноземовидной почвы;

6. дополнительное повышение дренированности почвы не способствовало повышению урожайности риса;

7. максимальная урожайность риса получена в вариантах внесения азота 180 кг/га и 140 кг азота + 40 т/га навоза.

### Литература

1. Приходько И.А., Степанова Н.В. К вопросу управления хозяйственной деятельностью на рисовой оросительной системе // International agricultural journal. 2022. № 3, 1-11.

2. Safronova T., Vladimirov S., Prikhodko I., Sergeyev A. Optimization problem in mathematical modeling of technological processes of economic activity on rice irrigation systems. // В сборнике: E3S Web of Conferences. 8. Сер. «Innovative Technologies in Science and Education, ITSE 2020» 2020. С. 05014.

3. Чеботарев М.И., Приходько И.А. Способ мелиорации почвы в паровом поле рисового севооборота к посеву риса. Патент на изобретение RU 2471339 С1, 10.01.2013. Заявка № 2011124233/13 от 15.06.2011.

4. Приходько И.А. Управление мелиоративным состоянием почв для экологической безопасности рисовой оросительной системы: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кубанский государственный аграрный университет. Краснодар, 2008.

5. Владимиров С.А., Приходько И.А. Опыт планирования и реализации инновационного проекта эффективного рисоводства. Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 6. С. 75-79.

6. Чеботарев М.И., Приходько И.А. Способ мелиорации почвы рисовой оросительной системы к посеву риса. Патент на изобретение RU 2482663 С2, 27.05.2013. Заявка № 2011123829/13 от 10.06.2011.

7. Кузнецов Е.В., Хаджиди А.Е., Приходько И.А. Способ подготовки почвы к посеву риса в паровом поле рисового севооборота. Патент на изобретение RU 2457650 С1, 10.08.2012. Заявка № 2010153809/13 от 27.12.2010.

### References

1. Safronova T., Vladimirov S., Prikhodko I., Sergeyev A. Optimization problem in mathematical modeling of technological processes of economic activity on rice

irrigation systems. // В сборнике: E3S Web of Conferences. 8. Сер. «Innovative Technologies in Science and Education, ITSE 2020» 2020. С. 05014.

2. Prikhodko I.A., Stepanova N.V. On the issue of management of economic activity in the rice irrigation system // International agricultural journal. 2022. No. 3, 1-11.

3. Chebotarev M.I., Prikhodko I.A. The method of soil reclamation in the fallow field of rice crop rotation for sowing rice. Patent for invention RU 2471339 C1, 01/10/2013. Application No. 2011124233/13 dated 06/15/2011.

4. Prikhodko I.A. Management of the reclamation state of soils for the ecological safety of the rice irrigation system: abstract of the dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences / Kuban State Agrarian University. Krasnodar, 2008.

5. Владимиров С.А., Приходько И.А. Опыт планирования и реализации инновационного проекта эффективного рисоводства. Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 6. С. 75-79.

6. Chebotarev M.I., Prikhodko I.A. Method for soil reclamation of rice irrigation system for rice sowing. Patent for invention RU 2482663 C2, May 27, 2013. Application No. 2011123829/13 dated 06/10/2011.

7. Kuznetsov E.V., Khadzhide A.E., Prikhodko I.A. A method of soil preparation for sowing rice in a fallow field of rice crop rotation. Patent for invention RU 2457650 C1, 10.08.2012. Application No. 2010153809/13 dated 12/27/2010.

© Приходько И. А., Сергеев А.Э., Комсюкова Я.А., 2022. *International agricultural journal*, 2022, № 4, 1677-1692.

**Для цитирования:** Приходько И. А., Сергеев А.Э., Комсюкова Я.А. К вопросу применения минеральных и органических удобрений при выращивании риса // *International agricultural journal*. 2022. № 4, 1677-1692.