

*А.Х. Шеуджен^{1,2}, акад. РАН, Т.Н. Бондарева^{1,2}, к.с.-х.н., П.Н. Хачмамук¹,
Х.Д. Хурум², д.с.-х.н., ВНИИ риса¹, Кубанский ГАУ им. И.Т. Трубилина²*

Биоплант Флора – удобрение на основе гуминовых кислот с микроэлементами. Включение его в систему удобрения риса активизирует потребление растениями калия. В результате его влияния не только увеличиваются содержание элемента в надземных вегетативных органах (0,01-0,77 %) и зерне (0,01-0,03 %) и его хозяйственный вынос (на 15,35–31,92 кг/га) при практически равных затратах на формирование единицы продукции, но и повышается коэффициент использования растениями калия из внесенного удобрения при предпосевной обработке семян на 17,06–32,07 %, подкормке растений в фазе кущения и выметывания, соответственно, на 23,90–35,47 и 7,46–21,72 %. Наиболее благоприятные условия для калийного питания растений складываются при применении Биопланта Флора в норме 2 л/т семян при их предпосевной обработке и 2 л/га при некорневой подкормке растений в фазе как кущения, так и выметывания на фоне внесения минеральных удобрений $N_{120}P_{90}K_{60}$.

Ключевые слова: минеральное питание, поликомпонентное удобрение, Биоплант Флора, рис, содержание калия, потребление калия.

Калий – необходимый и незаменимый элемент питания растений. Биофильность его $1,2 \cdot 10^{-1}$. В растительных клетках он присутствует главным образом в форме катиона (K^+) и легко подвижен. Больше всего калия в молодых активно растущих растениях, характеризующихся высоким уровнем обмена веществ [1, 2, 5].

Калий не входит ни в одно органическое соединение, но его роль в жизнедеятельности растений исключительно велика. Он участвует в регуляции вязкости цитоплазмы, в повышении гидратации ее коллоидов и водоудерживающей способности; создает ионную асимметрию и разность электрических потенциалов на мембране, т. е. обеспечивает генерацию биотоков в растении; является активатором многих ферментов, необходим для включения фосфора в органические соединения и синтеза белков, полисахаридов, рибофлавина; принимает активное участие в осморегуляции; активирует транспорт углеводов в растении. Под влиянием калия увеличивается накопление целлюлозы, гемицеллюлоз и пектиновых веществ в клеточных стенках растений. В результате повышается устойчивость злаков к полеганию, грибным и бактериальным заболеваниям. Калий особенно необходим для молодых, активно растущих органов и тканей [3, 4].

При дефиците калия снижается функционирование камбия, нарушаются процессы деления и растяжения клеток, развитие сосудистых тканей, уменьшается толщина клеточной стенки, эпидермиса, снижается продуктивность фотосинтеза вследствие уменьшения оттока ассимилятов из листьев [1, 5]. Без оптимизации питания растений калием, стимулирования активного его поглощения и рационального использования получить высокий урожай хорошего качества невозможно.

Для реализации потенциала продуктивности сорта необходимо не только обеспечить агроценоз элементами питания, но и стимулировать их активное потребление и эффективное использование растениями. Последнее особенно актуально, так как стремление повысить урожайность только путем увеличения доз применения удобрений сопровождается снижением их агроэкологической эффективности и окупаемости прибавкой урожая. Весьма перспективно в этом плане использование поликомпонентного удобрения Биоплант Флора, которое содержит 0,77 г/л азота, 387 мг/л фосфора, 10,29 г/л гуминовых и фульвокислот, 8,5 мг/л меди, 19,17 цинка, 0,77 кобальта, 387 марганца, 10,29 магния, 4,72 молибдена, 0,87 железа и 1,63 мг/л бора [7, 8]. Состав позволяет считать его сбалансированным удобрением, содержащим, наряду с гуминовыми и фульвокислотами, комплекс макро- и микроэлементов. При применении Биопланта Флора в сочетании с азотным, фосфорным и калийным удобрением оно стимулирует

потребление элементов питания растениями риса, что находится в прямой связи с их продуктивностью и урожайностью.

Цель исследований – изучить влияние поликомпонентного удобрения Биоплант Флора на калийное питание растений риса.

Методика. Полевой опыт закладывали на рисовой оросительной системе ФГУ ЭСП «Красное» Всероссийского НИИ риса Краснодарского края. Почва опытного участка – аллювиальная луговая. Содержание гумуса – 3,56 %, азота общего – 0,20 %, подвижного фосфора – 60 мг/кг, обменного калия – 265, подвижной серы – 35,0, марганца – 17,7, цинка – 1,04, меди – 0,56, кобальта – 0,12 мг/кг почвы, реакция почвенного раствора близка к нейтральной [7, 8].

Поликомпонентное удобрение Биоплант Флора применяли для предпосевного обогащения семян и в качестве некорневых подкормок растений риса в фазе кущения и выметывания в дозах 1, 2 и 3 л/т(га). Норма расхода рабочего раствора 10 л/т семян и 250 л/га соответственно. Посев проводили рядовым способом, семена заделывали на глубину 1,0-1,5 см, норма высева – 7 млн всхожих зерен на 1 га. Предшественник – оборот пласта многолетних трав, сорт – Рапан. Удобрение Биоплант Флора применяли на фоне внесения азотного, фосфорного и калийного удобрения из расчета $N_{120}P_{90}K_{60}$. Режим орошения – укороченное затопление. Агротехника риса в опыте соответствовала рекомендациям ВНИИ риса.

Содержание калия в растениях определяли по методике В.Т. Куркаева [1]. Оценку условий калийного питания проводили по динамике его содержания и накопления растениями, интенсивности потребления в период вегетации, величине хозяйственного выноса урожая риса и коэффициенту использования из удобрений. Статистическая оценка результатов осуществлена методом дисперсионного анализа [6].

Результаты и их обсуждение. Калий накапливается в основном в стеблях и листьях. В зерне его содержание незначительно. В отличие от азота и фосфора, его перемещение в репродуктивные органы из стеблей и листьев незначительно. Динамика содержания калия в растениях риса в течение вегетации во всех вариантах эксперимента имела общую направленность – слабо выраженную тенденцию к снижению от фазы кущения до полной спелости зерна (табл. 1). Включение Биопланта Флора в систему удобрения риса способствовало увеличению его содержания в надземных органах растения относительно контроля. При предпосевной обработке семян этим удобрением содержание калия в надземных вегетативных органах возрастало в фазе всходов на 0,45-0,48 %, кущения – 0,03-0,04, выхода в трубку – 0,08-0,77, выметывания – 0,16-0,32, полной спелости зерна – 0,03-0,07 % сухой массы. Максимальное содержание калия в листостебельной массе растения риса отмечено при дозе Биопланта Флора 2 л/т посевного материала. При некорневой подкормке посевов в фазе кущения преимущество опытных растений в содержании этого элемента относительно контроля в фазы кущения, выхода в трубку, выметывания и полной спелости зерна составляло, соответственно, 0,02-0,04 %, 0,69-0,77, 0,08-0,12, 0,06-0,10 % сухой массы. Некорневая подкормка посевов риса в фазе выметывания также положительно сказывалась на калийном питании растения: содержание его в надземных вегетативных органах возрастало на 0,16-0,18 % в фазе выметывания и на 0,01-0,05 % в фазе созревания. Максимальное содержание этого элемента в листостебельной массе растения при некорневой подкормке посевов риса независимо от срока ее проведения отмечено при дозе Биопланта Флора 2 л/га.

1. Содержание калия в надземных органах растений риса в зависимости от дозы и способа применения Биопланта Флора, %

Доза Биопланта	Всходы	Кушение	Трубкавание	Выметывание	Полная спелость	
					Листья + стебли	зерно

Флора					ли	
<i>Обработка семян</i>						
Контроль	2,72	3,30	2,21	2,14	1,90	0,31
1 л/т	3,17	3,33	2,29	2,30	1,93	0,32
2 л/т	3,20	3,34	2,98	2,46	1,97	0,34
3 л/т	3,19	3,33	2,95	2,45	1,95	0,34
НСР ₀₅	0,25	0,02	0,15	0,20	0,10	0,02
<i>Подкормка растений в фазе кущения</i>						
Контроль	2,72	3,32	2,24	2,25	1,90	0,32
1 л/га	2,72	3,34	2,93	2,33	1,96	0,33
2 л/га	2,72	3,36	3,01	2,37	2,00	0,34
3 л/га	2,72	3,35	2,96	2,33	1,98	0,33
НСР ₀₅	–	0,02	0,11	0,10	0,07	0,02
<i>Подкормка растений в фазе выметывания</i>						
Контроль	2,27	3,3	2,21	2,23	1,91	0,30
1 л/га	2,27	3,3	2,21	2,39	1,92	0,33
2 л/га	2,27	3,3	2,21	2,41	1,96	0,33
3 л/га	2,27	3,3	2,21	2,40	1,93	0,31
НСР ₀₅	–	–	–	0,10	0,04	0,02

Таким образом, включение Биопланта Флора в систему удобрения риса способствует увеличению содержания калия в надземных органах растений. Максимальное увеличение его количества обеспечивала доза удобрения 2 л/т семян при их предпосевной обработке и 2 л/га при некорневой подкормке растений в фазе как кущения, так и выметывания. Под воздействием Биопланта Флора содержание калия в зерне риса возрастало на 0,01-0,03 %.

Потребность в калии для завершения онтогенеза составила 76,0–76,5 мг/растение (табл. 2). При включении Биопланта Флора в систему удобрения риса растения за вегетацию потребляли калия на 4,3–17,3 мг, или 5,7–22,6 % больше. В отличие от азота и фосфора накопление калия растениями заканчивается в фазе выметывания риса. Потребность в этом элементе растительного организма после этой фазы удовлетворяется преимущественно за счет калия, ранее накопленного в стеблях и листьях. Характеризуя динамику потребления калия рисом, необходимо отметить, что в отдельных случаях его больше в растениях в фазе выметывания, чем в полной спелости зерна. Очевидно, в конце вегетации этот элемент с растениями возвращается обратно в почву [4, 5].

Интенсивность поглощения калия растениями риса на протяжении вегетационного периода неодинакова: высокая в вегетативный период их развития и очень низкая или отсутствует в генеративный период. Иногда отмечают отрицательные значения этого показателя в конце онтогенеза, которые показывают, с какой интенсивностью калий выделяется из растений обратно в почву (табл. 3).

2. Потребление калия растениями риса, мг/растение

Доза Биоплант Флора	Кущение	Выметывание	Полная спелость		
			зерно	листья и стебель	зерно + листья и стебель
Обработка семян					
Контроль	34,6	71,0	62,9	13,1	76,0
1 л/т	38,0	79,4	66,0	14,3	80,3
2 л/т	44,8	92,0	71,4	15,8	87,2
3 л/т	41,6	89,4	68,2	15,7	83,9
Подкормка растений в фазе кущения					
Контроль	34,9	77,2	62,9	13,6	76,5
1 л/га	37,7	82,5	68,6	14,9	83,8
2 л/га	45,0	93,1	76,8	17,0	93,8
3 л/га	41,9	87,1	71,7	14,8	86,5
Подкормка растений в фазе выметывания					
Контроль	34,6	76,5	63,2	13,0	76,2
1 л/га	34,6	84,6	65,7	14,3	80,0
2 л/га	34,6	91,8	73,1	14,5	87,6
3 л/га	34,6	87,1	69,5	13,7	83,2

3. Интенсивность поглощения биогенных элементов растениями риса, мг/сут

Доза Биоплант	Межфазный период
---------------	------------------

Флора	всходы-кушение	кушение-выметывание	выметывание-полная спелость зерна
<i>Обработка семян</i>			
Контроль	0,82	0,98	0,12
1 л/т	0,95	1,12	0,02
2 л/т	1,12	1,28	–0,12
3 л/т	1,04	1,29	–0,13
<i>Подкормка растений в фазе кущения</i>			
Контроль	0,83	1,14	–0,02
1 л/га	0,90	1,21	0,03
2 л/га	1,07	1,30	0,02
3 л/га	1,00	1,22	–0,01
<i>Подкормка растений в фазе выметывания</i>			
Контроль	0,82	1,13	–0,01
1 л/га	0,82	1,35	–0,11
2 л/га	0,82	1,54	–0,10
3 л/га	0,82	1,42	–0,10

Предпосевная обработка семян и подкормка посевов риса Биоплантом Флора приводят к повышению интенсивности поглощения растениями калия в межфазные периоды всходы-кушение и кушение-выметывание. Это свидетельствует о положительном его влиянии на физиологическую активность растительного организма. Биоплант Флора усиливает интенсивность поглощения растениями калия, создавая условия для формирования высокой продуктивности рисового агроценоза. Наибольшее по степени влияние этого удобрения в межфазный период кушение-выметывание риса отмечено при обработке семян и подкормке растений из расчета 2 л/т (га).

Большая часть калия, отчуждаемого с поля с урожаем риса, приходится на побочную продукцию, т. е. на солому (табл. 4). Довольно постоянны затраты этого элемента на формирование единицы урожая.

4. Вынос калия урожаем риса и затраты на формирование 1 т зерна

Доза Биоплант Флора	Вынос, кг/га			Затраты на 1 т зерна, кг
	зерно	солома	хозяйственный	
Обработка семян				
Контроль	26,01	239,02	265,03	32,28
1 л/т	27,97	253,41	280,38	32,08
2 л/т	30,30	263,59	293,89	32,95
3 л/т	30,09	258,96	289,05	32,66
Подкормка растений в фазе кущения				
Контроль	26,94	239,97	266,91	31,70
1 л/га	29,11	259,31	288,42	32,70
2 л/га	30,43	268,40	298,83	33,39
3 л/га	29,44	264,92	294,36	33,00
Подкормка растений в фазе выметывания				
Контроль	24,63	235,31	259,94	31,66
1 л/га	27,42	239,23	266,65	32,09
2 л/га	28,22	251,27	279,49	32,69
3 л/га	26,10	243,76	269,86	32,05

При включении Биопланта Флора в систему удобрения риса значительно повышается количество отчуждаемого с поля калия: при посеве обработанными семенами – на 15,35–28,86 кг/га, подкормке посевов в фазе кущения и выметывания, соответственно, на 21,51–31,92 и 6,17–19,55 кг/га. При этом затраты элемента на формирование единицы продукции существенно не изменились. Вместе с тем, Биоплант Флора способствовал увеличению коэффициента использования растениями риса калия из внесенного удобрения – при предпосевной обработке семян на 17,06–32,07 %, подкормке растений в фазе кущения и выметывания, соответственно, на 23,90–35,47 и 7,46–21,72 %.

Заключение. Включение Биопланта Флора в систему удобрения риса способствует увеличению содержания калия в надземных органах растений непосредственно после его применения и до завершения онтогенеза в зависимости от способа и дозы в фазе всходов на 0,45–0,48 %, кущения – 0,02-0,04, выхода в трубку – 0,08-0,77, выметывания – 0,08-0,27 и полной спелости на 0,01-0,1 %. В зерне риса содержание калия возрастало на 0,01-0,03 %.

Потребление калия растениями риса прекращается в фазе выметывания. За вегетационный период каждое растение риса выносило из почвы 76,0–76,5 мг калия. При применении Биопланта Флора путем предпосевной обработки семян, некорневой подкормки посевов в фазы кущения и выметывания растения потребление калия увеличивалось, соответственно, на 4,3–11,2, 7,3–17,3 и 3,8–11,4 мг. В соответствии с повышением потребления растениями риса калия увеличивается и его хозяйственный вынос с урожаем: при посеве обработанными семенами – на 15,35–30,86 кг/га, подкормке посевов в фазе кущения и выметывания, соответственно, на 21,51–31,92 и 6,17–19,55 кг/га при практически равных затратах на формирование единицы продукции. При этом Биоплант Флора способствовал увеличению коэффициента использования растениями риса калия из внесенного удобрения при предпосевной обработке семян – на 17,06–32,07 %, подкормке растений в фазе кущения и выметывания, соответственно, на 23,90–35,47 и 7,46–21,72 %.

Литература

1. Куркаев В.Т. Агрохимия / В.Т.Куркаев, А.Х. Шеуджен. – Майкоп: Адыгея, 2000. – 552 с.
2. Минеев В.Г. Агрохимия и экологические функции калия / В.Г. Минеев. – М.: МГУ, 1999. – 332 с.
3. Пухальская Н.В. Особенности калийного питания сельскохозяйственных растений в оптимальных и неблагоприятных условиях / Н.В. Пухальская, В.Г. Сычев, А.А. Собачкин, Н.И. Павлова. – М.: ВНИИА, 2009. – 192 с.
4. Шеуджен А.Х. Агрохимия и физиология питания риса / А.Х. Шеуджен. – Майкоп: Адыгея, 2005. – 1012 с.
5. Шеуджен А.Х. Агрохимия. Ч. 4. Фундаментальная агрохимия / А.Х. Шеуджен. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 529 с.
6. Шеуджен А.Х. Агрохимия. Ч. 2. Методика агрохимических исследований / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 703 с.
7. Шеуджен А.Х. Эффективность предпосевной обработки семян риса удобрением Биоплант Флора / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, П.Н. Хачмамук // Плодородие. - 2013. - № 2(71). - С. 10-12.
8. Шеуджен, А.Х. Микроудобрения и регуляторы роста растений на посевах риса / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, С.В. Кизинек, А.П. Науменко, А.К. Шхапацев. – Майкоп: Полиграф-Юг, 2010. – 292 с.

POTASSIUM NUTRITION OF RICE PLANTS AT THE INCLUSION OF BIOPANT FLORA INTO THE FERTILIZING SYSTEM

A.Kh. Sheudzhen^{1,2}, T.N. Bondareva^{1,2}, P.N. Khachmamuk¹, Kh.D. Khurum²,

¹All-Russian Rice Research Institute Belozerny, 3, Krasnodar, 350921 Russia, ²Trubilin Kuban State Agrarian University ul. Kalinina 13, Krasnodar, 350044 Russia, E-mail: bondarevatatjna@mail.ru

The inclusion of Biopant Flora into the system of rice fertilizing activates the intake of potassium by plants. Its impact increases not only the element content in the above-ground vegetative organs (0.01–0.77 %) and grain (0.01–0.03 %) and its economic removal (by 15.35–31.92 kg/ha) at almost equal costs of production unit, but also increases the potassium utilization coefficient from the applied fertilizer by 17.06–32.07 % at the pre-seeding treatment and by 23.90–35.47 and 7.46–21.72 % at top-dressing during tillering and heading stages, respectively. The most favorable conditions for potassium nutrition of plants are formed when applying Biopant Flora at 2 L/t of seeds during the pre-seeding treatment and at 2 L/ha at foliar application during both tillering and heading stages on the background of mineral fertilizers at the rate of N₁₂₀P₉₀K₆₀.

Keywords: mineral nutrition, polycomponent fertilizer, Biopant Flora, rice, potassium content, potassium intake.