

ФОСФОРНОЕ ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ РИСА ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ БИОПЛАНТ ФЛОРА В СИСТЕМУ УДОБРЕНИЯ

*А.Х. Шеуджен^{1,2}, акад. РАН, Т.Н. Бондарева^{1,2}, к.с.-х.н., П.Н. Хачмамук¹, А.К. Шхапацев, к.с.-х.н.,
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса»¹,*

350921, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3, Россия

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина»²
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, Россия*

Поликомпонентное удобрение Биоплант Флора влияет на фосфорное питание растений риса. Его включение в систему удобрения способствует увеличению содержания фосфора в надземных органах растений непосредственно после его применения и до выметывания в зависимости от способа и дозы на 0,01-0,09 %. В фазе полной спелости Биоплант Флора активизирует аттракцию фосфора из листьев и стеблей в зерновки, вследствие чего его содержится на 0,01-0,05 % меньше, а в зерне – на 0,01-0,06 % больше, чем у контрольных растений. Наиболее интенсивно фосфор поглощается растениями в первой половине вегетации, к фазе выметывания они накапливают примерно 65 % этого элемента от всей потребности в нем. Каждое растение риса за вегетацию потребляет 31,99–39,60 мг фосфора. Под воздействием Биопланта Флора количество потребляемого растением фосфора увеличивается на 7,7-15,5 %, 2,0-20,6 и 1,9-5,8 % при предпосевной обработке семян, некорневой подкормке в фазы кущения и выметывания соответственно. Это сопровождается ростом его хозяйственного выноса на 0,67-8,06 %, происходящим исключительно за счет отчуждения с урожаем зерна. Применение Биопланта Флора практически не отражается на затратах фосфора на формирование единицы продукции, которое увеличивается при обработке семян и некорневой подкормке растений в фазе кущения и сокращается при подкормке в выметывание, но эти отличия не превышают 2,7 %. Включение Биопланта Флора в систему удобрения риса повышает коэффициент использования растениями фосфора из вносимых одноименных удобрений в зависимости от способа и нормы применения препарата на 0,59-6,99 %.

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

Фосфор - обязательный компонент важнейших в метаболизме растений соединений: нуклеиновых кислот, фосфопротеидов, фосфолипидов, фосфорсодержащих эфиров, сахаров, нуклеотидов, соединений, принимающих участие в энергетическом обмене (АТФ, НАД, ФАД), витаминов. Он поглощается и функционирует в растении только в окисленной форме – в виде остатков ортофосфорной кислоты (PO_4^{3-}). Фосфорный обмен состоит из процессов фосфорилирования и трансфосфорилирования, в результате которых образуются фосфорорганические соединения. При его недостатке в растениях возникают серьезные нарушения синтетических процессов, функционирования мембран, энергетического обмена. Внешние признаки фосфорного голодания растений: сине-зеленая окраска с пурпурным или бронзовым оттенком (задержка синтеза белков и накопление сахаров), мелкие узкие листья, корневая система буреет, слабо развивается, корневые волоски отмирают, приостанавли-

вается рост растений, задерживается созревание плодов [1, 2, 4].

Несмотря на достаточное обеспечение посевов риса фосфором, создаваемое за счет его содержания в почве и внесения с удобрениями, существует проблема повышения эффективности его использования из удобрений и почвы как неперемное условие роста урожайности и эффективности рисоводства [3, 5].

Методика. Полевой опыт закладывали на рисовой оросительной системе ФГУ ЭСП «Красное» ВНИИ риса Краснодарского края. Почва опытного участка под рисом 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 близкая к нейтральной [3].

Поликомпонентное удобрение Биоплант Флора (БФ) применяли путем предпосевого обогащения семян и некорневых подкормок в фазы 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; глубина посева семян – 1,0–1,5 см; норма высева – 7 млн всхожих зерен на 1 га; предшественник – оборот пласта многолетних трав; сорт риса – Рапан. Удобрение Биоплант Флора применяли на фоне внесения азотного фосфорного и калийного удобрения из расчета $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{60}$. Режим орошения – укороченное затопление. Агротехника риса в опыте соответствовала рекомендациям ВНИИ риса.

Содержание фосфора в растениях определяли по методике Куркаева [2]. Условия питания фосфором оценивали по динамике его содержания и накопления растениями, интенсивности потребления в период вегетации, величине хозяйственного выноса урожаем риса и коэффициенту использования удобрений. Статистическая оценка результатов проведена методом дисперсионного анализа [6].

Результаты и их обсуждение. Наиболее обогащены фосфором молодые, активно растущие растения риса. В процессе вегетации содержание его в вегетативных органах постепенно снижается. Фосфор активно аттрагируется в зерновки, в которых его содержание в фазе полной спелости почти в 2 раза выше, чем в листостебельной массе (табл. 1). Биоплант Флора оказал положительное влияние на фосфорный статус растения. Приращение содержания этого элемента в опытных растениях по отношению к контрольным в зависимости от количества удобрения, затраченного на обогащение семян, составляло в фазе всходы – 0,03-0,05%, кущение – 0,01-0,02, выход в трубку – 0,01-0,02 и выметывание – 0,01-0,02% сухой массы. При некорневой подкормке растений в фазе кущения содержание фосфора в листостебельной массе возрастало по сравнению с контролем

на 0,08-0,09%, 0,01-0,03 и 0,02-0,05% сухой массы, соответственно, в фазы кушения, трубкавания и выметывания. Проведение подкормки в фазе выметывания сопровождалось увеличением его содержания на 0,04-0,07 % сухой массы.

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

Вариант опыта	Всходы	Кушение	Трубкавание	Выметывание	Полная спелость	
					листья + стебли	зерно
<i>Обработка семян</i>						
Контроль	0,82	0,72	0,69	0,62	0,24	0,57
БФ, 1 л/т	0,85	0,72	0,7	0,63	0,23	0,61
БФ, 2 л/т	0,87	0,74	0,71	0,64	0,21	0,63
БФ, 3 л/т	0,86	0,73	0,7	0,63	0,22	0,61
НСР ₀₅	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
<i>Подкормка растений в фазе кушения</i>						
Контроль	0,82	0,72	0,69	0,62	0,26	0,57
БФ, 1 л/га	0,82	0,8	0,69	0,64	0,25	0,59
БФ, 2 л/га	0,82	0,81	0,72	0,67	0,25	0,60
БФ, 3 л/га	0,82	0,81	0,7	0,66	0,21	0,58
НСР ₀₅	–	0,01	0,1	0,02	0,02	0,02
<i>Подкормка растений в фазе выметывания</i>						
Контроль	0,82	0,72	0,69	0,63	0,26	0,58
БФ, 1 л/га	0,82	0,72	0,69	0,67	0,25	0,59
БФ, 2 л/га	0,82	0,72	0,69	0,7	0,23	0,6
БФ, 3 л/га	0,82	0,72	0,69	0,69	0,25	0,6
НСР ₀₅	–	–	–	0,03	0,02	0,02

Биоплант Флора независимо от способа применения способствовал более рациональному использованию фосфора растениями риса. Это подтверждается усилением аттракции этого элемента из вегетативных органов в генеративные. Под воздействием этого удобрения содержание фосфора в зерне риса возрастало на 0,01-0,06 %. Максимальное увеличение содержания его в растениях и потребления ими фосфора обеспечивала доза удобрения 2 л/т семян при предпосевной обработке и 2 л/га при некорневой подкормке растений независимо от срока ее осуществления.

Накопление фосфора в растениях риса продолжается практически до фазы полной спелости зерна. В фазы кушения и выметывания риса растения контрольного варианта усваивали 22,6-23,6 и 64,3-64,8 % фосфора от общего потребляемого ими количества. Растения риса из почвы выносят по 31,99-33,51 мг/кг фосфора. При предпосевной обработке семян Биоплантом Флора они потребляли фосфора больше, чем на контроле в фазы кушения, выметывания и созревания на 0,65-2,36, 0,59-3,36 и 2,46-4,95 мг, а при некорневой подкормке в фазе кушения на 1,48-3,29, 1,39-5,06 и 0,67-6,77 мг/растение соответственно. Подкормка посевов в фазе выметывания риса способствовала увеличению потребленного фосфора к концу вегетации растений на 0,65-1,95 мг. В целом за вегетацию при предпосевной обработке семян растения за период онтогенеза потребляли фосфора больше, чем контрольные на 2,46-4,95 мг/растение, а при некорневой подкормке в фазы кушения и выметывания растений на 0,67-6,77 и 0,65-1,95 мг соответственно (табл. 2).

Интенсивность поглощения фосфора растениями риса изменяется в процессе вегетации. Наиболее интенсивно он поглощается растениями в период кушение-выметывание (табл. 3). После фазы выметывания интенсивность его поступления в растения снижается, но остается более высокой, чем в период от всходов до кушения. Биоплант Флора активизировал поглощение фосфора растениями риса. Благодаря его воздействию

оно усиливалось в период всходы-кушение на 0,02-0,08 мг/(раст.·сут.) (11,1-44,4 %), кушение-выметывание – 0,03-0,14 (8,57-36,84 %) и выметывание-созревание на 0,03-0,04 (10,71-14,29 %) при посеве обработанными семенами и подкормке растений в фазе кушения, а при подкормке в фазе выметывания, наоборот, снижалось на 0,04-0,09 мг/(раст.·сут.) (13,79-31,03 %).

2. Динамика потребления фосфора растениями риса, мг/растение

Вариант опыта	Кушение	Выметывание	Полная спелость		
			зерно	листья и стебель	зерно + листья и стебель
<i>Обработка семян</i>					
Контроль	7,56	20,58	7,94	24,05	31,99
БФ, 1 л/т	8,21	21,17	7,18	27,27	34,45
БФ, 2 л/т	9,92	23,94	7,64	29,30	36,94
БФ, 3 л/т	9,12	23,00	7,70	28,24	35,94
<i>Подкормка растений в фазе кушения</i>					
Контроль	7,56	21,27	8,61	24,22	32,83
БФ, 1 л/га	9,04	22,66	8,75	26,67	35,42
БФ, 2 л/га	10,85	26,33	9,60	30,00	39,60
БФ, 3 л/га	10,12	24,68	7,60	25,90	33,50
<i>Подкормка растений в фазе выметывания</i>					
Контроль	7,56	21,61	8,61	25,11	33,51
БФ, 1 л/га	7,56	23,72	8,55	25,61	34,16
БФ, 2 л/га	7,56	26,67	8,58	26,34	34,92
БФ, 3 л/га	7,56	25,05	9,00	26,46	35,46

3. Интенсивность поглощения фосфора растениями риса, мг/сут

Вариант опыта	Межфазный период		
	всходы-кушение	кушение-выметывание	выметывание-полная спелость зерна
<i>Обработка семян</i>			
Контроль	0,18	0,35	0,28
БФ, 1 л/т	0,20	0,35	0,32
БФ, 2 л/т	0,25	0,38	0,32
БФ, 3 л/т	0,23	0,38	0,32
<i>Подкормка растений в фазе кушения</i>			
Контроль	0,18	0,37	0,28
БФ, 1 л/га	0,22	0,37	0,31
БФ, 2 л/га	0,26	0,42	0,32
БФ, 3 л/га	0,24	0,39	0,22
<i>Подкормка растений в фазе выметывания</i>			
Контроль	0,18	0,38	0,29
БФ, 1 л/га	0,18	0,44	0,25
БФ, 2 л/га	0,18	0,52	0,20
БФ, 3 л/га	0,18	0,47	0,25

Включение Биопланта Флора в систему удобрения риса сопровождается увеличением величины хозяйственного выноса фосфора (табл. 4). При обработке семян этот показатель возрастал на 5,19-6,29 кг/га, при некорневой подкормке посевов в фазы кушения и выметывания, соответственно, на 3,02-6,42 и 0,53-1,14 кг/га. Увеличение выноса фосфора происходит исключительно за счет большего отчуждения его с урожаем зерна риса, поскольку вынос с побочной продукцией снижался во всех вариантах опыта. Применение Биопланта Флора практически не отразилось на величине затрат фосфора на формирование единицы продукции. Оно лишь незначительно увеличивалось при обработке семян и некорневой подкормке растений в фазе кушения и сокращалось при подкормке в фазе выметывания, но эти различия не превышали 2,7 %.

Включение Биопланта Флора в систему удобрения риса повышает коэффициент использования растениями фосфора из вносимых одноименных удобрений. Так, при предпосевной обработке семян он увеличивается на 5,77-6,99 %, при подкормке растений в фазы кушения и

вымывания, соответственно, на 3,36-7,13 и 0,59-2,72 %. Повышение под воздействием Биопланта Флора коэффициента использования растениями фосфора из удобрений способствует более полному усвоению элемента и тем самым ограничивает поступление в окружающую среду его остаточных количеств, что свидетельствует о выполнении им экологических функций в рисовом агроценозе.

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

Вариант опыта	Вынос, кг/га			Затраты на 1 т зерна, кг
	зерно	солома	хозяйственный	
<i>Обработка семян</i>				
Контроль	47,82	30,19	78,01	9,30
БФ, 1 л/т	53,31	30,15	83,46	9,55
БФ, 2 л/т	56,20	28,10	84,30	9,45
БФ, 3 л/т	53,98	29,22	83,20	9,33
<i>Подкормка растений в фазе кушения</i>				
Контроль	47,99	32,84	80,83	9,60
БФ, 1 л/га	52,40	33,08	85,12	9,65
БФ, 2 л/га	53,70	33,55	87,25	9,75
БФ, 3 л/га	51,74	32,11	83,85	9,40
<i>Подкормка растений в фазе выметывания</i>				
Контроль	47,62	32,03	79,65	9,70
БФ, 1 л/га	49,03	31,15	80,18	9,65
БФ, 2 л/га	51,30	29,49	80,79	9,45
БФ, 3 л/га	50,52	31,58	82,10	9,75

Заключение. Включение Биоплант Флора в систему удобрения риса способствует увеличению содержания фосфора в надземных органах растений непосредственно после его применения и до выметывания в зависимости от способа и дозы на 0,01-0,09 %. В фазе полной спелости, вследствие интенсивной аттракции фосфора в листостебельной массе, его содержится на 0,01-0,05 % меньше, а в зерне – на 0,01-0,06 % больше, чем у контрольных растений.

Каждое растение риса за вегетацию потребляет 31,99-39,60 мг фосфора. При предпосевной обработке семян Биоплантом Флора, некорневой подкормке в фазы кушения и выметывания растения по сравнению с контролем накапливали больше фосфора на 2,46-4,95, 0,67-6,77 и 0,65-1,95 мг соответственно. Увеличение потребления фосфора при применении Биоплант Флора сопровождается ростом его хозяйственного выноса на 0,67-8,06 %, которое происходит исключительно за счет отчуждения его с урожаем зерна, вынос с побочной продукцией при этом снижается. Затраты фосфора на формирование единицы продукции увеличиваются незначительно (+0,03-0,25 кг/т зерна) при обработке семян и некорневой подкормке растений в фазе кушения и сокращаются при подкормке в выметывание (-0,05-0,15 кг/т зерна). Эти отличия от контроля в целом не превышают 2,7 %. Вследствие позитивного влияния Биоплант Флора коэффициент использования растениями фосфора из вносимых одноименных удобрений повышается в зависимости от способа и нормы его применения на 0,59-6,99 %.

Литература

1. Сычев В.Г. Приемы оптимизации фосфатного режима почв в агротехнологиях / В.Г. Сычев, Н.А. Кирпичников. – М.: ВНИИА, 2009. – 176 с.
2. Шеуджен А.Х. Фосфор и методы его определения / А.Х. Шеуджен, В.П. Суетов, Т.Н. Бондарева, Н.И. Аканова. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 236 с.
3. Шеуджен А.Х. Агрохимия и физиология питания риса / А.Х. Шеуджен. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2005. – 1012 с.
4. 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. Шапацев. – Майкоп: Полиграф-Юг, 2010. – 292 с.
5. Шеуджен А.Х. Эффективность предпосевной обработки семян риса удобрением Биоплант Флора / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, П.Н. Хачмамак // Плодородие. - 2013. - № 2(71). - С. 10-12.
6. Шеуджен А.Х. Агрохимия. Ч. 2. Методика агрохимических исследований / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 703 с.

PHOSPHOROUS NUTRITION OF RICE PLANTS WITH THE USE OF FERTILIZING SYSTEM CONTAINING BIOPLANT FLORA

A.Kh. Sheudzhen^{1,2}, T.N. Bondareva^{1,2}, P.N. Khachmamuk¹, A.K. Shkhatpatsev¹
¹All-Russian Rice Research Institute, Belozerny 3, Krasnodar, 350921 Russia
²Kuban State Agrarian University, ul. Kalinina 13, Krasnodar, 350044 Russia
 E-mail: bondarevatatjina@mail.ru

Polycomponent fertilizer Bioplant Flora affects the phosphorous nutrition of rice plants. Its inclusion into the fertilizing system increases the phosphorus content in the aboveground plant organs immediately after its application and till the heading stage by 0.01–0.09% depending on the rate and method of application. During the full ripe stage, Bioplant Flora activates phosphorous attraction from leaves and stems to caryopses; therefore, their content of phosphorus is by 0.01–0.05% lower, and that in grain by 0.01–0.06% higher than in the control plants. Plants most intensively absorbed phosphorous in the first half of the growing period; to the heading stage, they accumulated approximately 65 % of the total nutrient demand. Each rice plant intakes 31.99–39.60 mg phosphorous during the growing period. Under the influence of Bioplant Flora, the content of phosphorous absorbed by plants increases by 7.7–15.5 %, 2.0–20.6 %, and 1.9–5.8 % at the preplant treatment and the foliar application during the tillering and heading stages, respectively. This is accompanied by an increase of its economic take-out by 0.67–8.06 % due only to the removal with grain yield. The use of Bioplant Flora has almost no effect on phosphorous consumption per production unit, which increases at seeds treatment and foliar application during the tillering stage and decreases at the application during the heading stage, but the differences do not exceed 2.7 %. The inclusion of Bioplant Flora into the system of rice fertilizing increases the phosphorous utilization coefficient from similar fertilizers by 0.59–6.99 % depending on the method and rate of application.

Keywords: mineral nutrition, biofertilizers, Bioplant Flora, rice, phosphorous content, phosphorous intake.