

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГРАДАЦИИ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОЧВ КУЛЬТУР
РИСОВОГО СЕВООБОРОТА ПОДВИЖНЫМ ФОСФОРОМ В РЕГИОНЕ ПРИАРАЛЬЯ****Х.Д. Джамантиков¹, Р.Е.Елешев², М.Х.Джамантикова¹, Е.Х.Джамантиков¹**¹Казахский НИИ рисоводства, ²Казахский национальный аграрный университет

На основании результатов многолетних исследований, проведенных на засоленных рисовых почвах под культурами рисового севооборота была усовершенствована градация индексов обеспеченности подвижным фосфором, обеспечивающая оптимизации минерального питания растений, экономии и повышения эффективности применяемых фосфорных удобрений.

ВВЕДЕНИЕ

Действие фосфорных удобрений на засоленных затопляемых рисовых почвах существенно отличается от применения их в богарном и орошаемом земледелии. Так, легкорастворимые фосфорные удобрения под рисом быстро превращаются в формы водорастворимые и закрепляются в местах внесения [1-3]. Связывание фосфатов орошаемыми почвами зависит от ряда факторов: карбонатности, насыщенности щелочноземельными основаниями, содержания гумуса, уровня засоления и других факторов. Специфические особенности превращения фосфатов в рисовых почвах, как слабая подвижность и закрепление в местах внесения, наталкивают решать вначале вопросов о том, что в каких дозах необходимо вносить удобрения, чтобы своевременно удовлетворить потребность растений в фосфоре. Как известно, что после решения главного вопроса обязательно последуют и другие взаимосвязанные проблемные вопросы, которых надо последовательно решать.

Например, для оценки действия фосфорных удобрений очень важно выявить количественную связь урожайности и эффективности фосфорных удобрений с содержанием подвижного фосфора в почвах.

Известно, что оптимальная величина содержания подвижного фосфора в почвах обеспечивают максимальную урожайность. В зависимости от генетических свойств почв и сельскохозяйственных культур оптимальное содержание

подвижного фосфора колеблется в широких пределах – от 20 до 40 мг/кг [4-6].

Также во многих работах показано, что при длительном применении значительных доз фосфорных удобрений или при разовом внесении высоких доз фосфора, содержание подвижного фосфора в почве соответственно возрастает до таких-то величин, однако дальнейшее внесение фосфора приводит к снижению урожайности культур.

Для решения основных вопросов, в частности, установления влияния остаточного количества фосфатов в почве необходимо было одновременно вносить в почву различных высоких доз фосфорных удобрений как P_{300} , P_{600} , P_{900} , при которых заметным образом изменяются в почве фосфорное питание под разными культурами в севообороте под влиянием времени взаимодействия ортофосфатов или полифосфатов удобрений с почвой. Также для выяснения того, что уровень фосфатного режима в почве может остановиться на некотором оптимальном пределе временно и далее изменяться и затем различным образом может влиять на эффективность фосфорных удобрений.

На основании приведенных доводов возникла необходимость установить влияние различного фосфорного режима, в частности, содержания подвижного фосфора в почве на изменение уровня урожайности основных культур рисового севооборота и определить для культур оптимальных уровней фосфорных режи-

мов, также сочетания их с азотным питанием, при которых формируется максимальная продуктивность культур на посевах почвы в регионе рискованного земледелия - Приаралье.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Эксперименты были поставлены на стационарных участках опытного хозяйства Приаральского НИИ агроэкологии и сельского хозяйства, на территории поселка Караултобе, которая удалена от г. Кызылорда на 12 км.

Полевые опыты ставились с фосфорными удобрениями из фосфоритов Каратау, как с низкотемпературным полифосфатом кальция (НПФК)- разработка технологов-химиков Института химических наук имени А. Б. Бектурова. Так и с полиаммофосом (ПАФ)- разработка института удобрений и фунгицидов (НИУИФ, г. Москва) в сравнении с суперфосфатом на фонах разных по содержанию подвижного фосфора (P_2O_5) в почве и доз азотных удобрений (яровая пшеница), также для определения поддерживающую дозу фос-

форных удобрений, которая будет способствовать удержанию в почве установленного фосфорного режима уровня для разных культур надолго на оптимальном для них состоянии.

Для определения оптимального уровня подвижного фосфора в почве под культурами севооборота, в основном, применялись суперфосфат (Рс), также низкотемпературный полифосфат кальция (НПФК).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Основные результаты исследований фосфорного режима почв и продуктивности культур рисового севооборота выполнены на фоне искусственно созданных фосфорных режимов путем единовременного внесения в почву P_{300} , P_{600} , P_{900} в виде суперфосфата или полифосфата кальция.

На характер формирования урожайности риса существенное влияние оказывают остаточные количества внесенных фосфатов (P_{300} , P_{600} , P_{900}) на почвы посевов в севообороте.

Таблица 1 - Влияние на урожайность риса единовременно внесенных доз фосфорных удобрений в севообороте на фоне действия и последствий фосфатов (Ср. за 1984-1987 гг.)

Фосфатные фоны	Урожайность зерна риса, ц/га			
	Прямое действие удобрений - $N_{180}P_{90}K_{60}$	Последствие при ежегодном наложении на фосфатные фоны - $N_{90}P_{90}K_{60}$		
		1-й год	2-й год	3-й год
Естественный фон (13-19 мг/кг)	50,0	53,8	57,3	60,9
P_{300} (23-24 мг/кг)	62,0	70,1	69,4	68,8
P_{600} (37-39 мг/кг)	66,0	64,7	66,1	65,0
P_{900} (51-55 мг/кг)	65,0	63,8	64,3	64,3
$НСП_{05}$, ц/га	7,8	3,1	3,6	4,1
$P_{\%}$	5,3	3,0	2,0	2,3

Данные таблицы 1 показывают, что при внесении азота, фосфора и калия в дозах $N_{90}P_{90}K_{60}$ на различные остаточные фосфатные фоны в почве урожайность риса устанавливаются на определенном уровне. Так, на фоне P_{300} при содержании остаточных фосфатов в почве в пределах 23-24 мг/кг урожайность риса была наибольшей и достигла до уровня 68-70

ц/га. На фоне P_{600} содержание P_2O_5 в почве накопилось в количестве 37-39 мг/кг, а урожайность риса определяется на уровне 65-66 ц/га. А на фоне P_{900} (51-55 мг/кг) средняя урожайность риса устанавливаются в пределах 64 ц/га. Эти явления показывают на то, что существует зависимость между уровнями урожаев и содержаниями P_2O_5 в почве и при этом

устанавливаются оптимальные уровни фосфатов на пределе (23-24 мг/кг, которые существенно влияют на формирование максимальной урожайности растениями риса).

Ежегодно внесение фосфорных удобрений в дозе P_{90} при сочетании с NP на фосфатные фоны изменяет характер поглощения фосфора почвами и при этом устанавливаются в соответствии количества остаточных фосфатов оптимальные уровни фосфорных режимов (P_2O_5) под разными культурами севооборота и надолго сохраняются их уровень в почве. Эта мера способствует стабилизировать получение устойчивых высоких уровней урожайности риса в соответствии уровней почвенных фосфатов.

В опытах с яровой пшеницей изучалась эффективность различных доз азотных (N_0 , N_{120} , N_{150}) и фосфорных удобрений ($P_{0-30-60-90-120}$) при наложении на фоне искусственно созданных 3-х фосфатных уровней (11-16, 17-19 и 22-28 мг P_2O_5 на 1 кг почвы), при этом 11-16 мг/кг - естественный, а другие соответственно созданы внесением P_{150} и P_{300} . В таблице 2 показаны контрольные варианты (P_0) на фоне блоков азотных удобрений с дозами $N_{0-120-150}$ и представлены данные выборочных вариантов с фосфорными

удобрениями P_{60} , P_{90} и P_{120} при сочетании которых с азотом формируются высокие урожаи зерна пшеницы а также показаны ее динамика снижения. Начиная с блока N_0 (без азота) связь урожайности культур с эффективностью фосфорных удобрений очевидна. На III уровне (22-28 мг/кг) на фоне N_0 урожаи зерна яровой пшеницы заметно увеличиваются по массе в зависимости от доз фосфорных удобрений, затем уменьшаются, несмотря на повышение нормы наложения фосфорных туков. На обоих уровнях фосфатов (I - 11-16 мг/кг и II - 17-19 мг/кг) урожайность зерна пшеницы оказалась выше на вариантах с наложением фосфора P_{120} и она соответственно равняется 13,4 и 13,8 ц/га, а на III уровне фосфатов (22-28 мг/кг), относительно высоким, однако продуктивность риса снижается до 12 ц/га. Такая же очевидная картина наблюдается и на блоке азота N_{150} . Это явление показывает на то, что не все сочетания дозы азота и фосфора при наложении на фосфатные фоны будет ожидаемо эффективным. Так, сочетание азота и фосфора на блоке N_{120} с дозой фосфора P_{60} оказалось эффективным и эта мера способствовало увеличению урожая зерна на I и III уровнях фосфатов с 13,1 до 30,7 ц/га.

Таблица 2 - Урожайность яровой пшеницы в зависимости от дозы и сочетания минеральных удобрений при наложении на различные уровни фосфатов в почве (Ср. за 1993-1995 гг.)

Фосфатные уровни	Фосфатные фоны, мг/кг	Блок $N_0 K_{45}$			Блок $N_{120} K_{45}$			Блок $N_{150} K_{45}$				НСР ₀₅ , ц/га	Р, %
		P_0	P_{90}	P_{120}	P_0	P_{60}	P_{90}	P_0	P_{60}	P_{90}	P_{120}		
I (P_0)	11-16	4,2	12,9	13,4	9,3	13,1	15,8	10,4	17,8	18,8	20,0	1,3-2,0	1,2-2,0
II (P_{150})	17-19	8,7	13,3	13,8	15,6	20,9	22,0	16,0	21,3	23,2	21,2	1,7-2,7	2,0-3,8
III (P_{300})	22-28	11,1	14,9	12,6	21,4	30,7	28,2	22,6	31,1	22,4	16,0	2,2-3,1	3,6-4,7

Показатели урожая зерна с формами фосфорных удобрений в таблице 3, свидетельствуют о том, что максимальные урожаи яровой пшеницы на блоке $N_{120} K_{45}$ соответственно уровням фосфатов I и III в почве при наложении суперфосфата в дозе P_{90} на указанные фоны получают

соответственно на вариантах с 15,8 и 19,5 ц/га, а Рнпфк-19,2 и 21,7 ц/га, также Рпф - 19,8 и 23,5 ц/га. Отсюда видно, что под влиянием орто и полифосфатных удобрений формируются разные уровни урожайности риса. По действию на продуктивность риса отличаются полифосфат-

ные (Рнпфк) удобрения с орто-и полиформами (Рпаф) на фоне оптимального

фосфатного уровня 22-28 мг/кг при сочетании с системой удобрений $N_{120}P_{60-90}K_{45}$.

Таблица 3 – Урожайность яровой пшеницы в зависимости от дозы азота и форм фосфорных удобрений при наложении на фоне различных фосфатных уровней в почве (Ср. за 1993-1995 гг.)

Форма фосфора в дозе Р ₉₀	Урожайность зерна (ц/га)						
	БЛОК N ₀ K ₄₅		БЛОК N ₁₂₀ K ₄₅			БЛОК N ₁₅₀ K ₄₅	
	урожай, ц\га	прибавка от Р ₀	урожай, ц\га	прибавка от		урожай, ц\га	прибавка от Р ₀
Р ₀				Р _с			
Содержание Р ₂ O ₅ в почве 11-16 мг/кг (I уровень)							
Р ₀	4,2	-	9,2	-	-	10,4	-
Р _с	12,9	8,7	15,8	6,6	-	18,8	8,4
Р _{нпфк}	11,2	7,0	19,2	10,0	3,4	20,5	10,1
Р _{паф}	12,7	8,5	19,8	10,6	4,0	17,7	7,3
Содержание Р ₂ O ₅ в почве 22-28 мг/кг (IIIуровень)							
Р ₀	6,1	-	13,4	-	-	15,6	-
Р _с	13,8	7,7	19,5	6,1	-	20,0	4,4
Р _{нпфк}	16,2	10,1	21,7	8,3	2,2	22,9	7,3
Р _{паф}	15,4	9,3	23,5	10,1	4,0	21,8	6,2
НСР ₀₅ , ц/га	1,1-2,1		1,2-2,0			1,0-1,4	
Р, %	2,0-2,7		1,9-3,8			1,7-2,0	
Примечание: Р _с – простой суперфосфат; Р _{нпфк} – низкотемпературный полифосфат кальция; Р _{паф} – полиаммофос.							

Опыты с донником показывают, что действие свежевнесенного фосфора при наложении при системе удобрений $N_{30}P_{60-90}K_{90}$ на различные фосфатные фоны, различающихся по содержанию подвижного фосфора (I уровень - 14,2-20,0 мг/кг, II

уровень - 30,3-36,0 мг/кг и III уровень - 43,7-48,0 мг/кг) формируются разные уровни урожайности соответственно фосфатным фонам 493-647 ц/га, 704-690 ц/га и 590-581 ц/га зеленой массы донника (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние доз азотных и фосфорных удобрений на фоне различных уровней фосфатов в почве на урожайность зеленой массы донника (Ср. за 1993-1995 гг.)

Дозы азота на фоне K_{90}	Дозы фосфора, кг/га	Урожайность зеленой массы									НСР ₀₅ , ц/га	Р, %
		I уровень P_2O_5 -14,2-20,0 мг/кг (естественный фон)			II уровень P_2O_5 -30,3-36,0 мг/кг (внесено P_{300})			III уровень P_2O_5 -43,7-48,0 мг/кг (внесено P_{600})				
		урожай ц/га	прибавка ц/га	%	урожай ц/га	прибавка ц/га	%	урожай ц/га	прибавка ц/га	%		
$N_0 K_{90}$	P_0	202	-	-	353	-	-	431	-	-	40-64	4,5-4,8
	P_{30}	217	15	7	416	63	18	482	51	12		
	P_{60}	241	34	19	497	144	41	440	9	2		
	P_{90}	307	105	52	440	87	25	421	-10	-2		
	P_{120}	326	124	61	433	80	23	412	-19	-4		
$N_{30} K_{90}$	P_0	215	-	-	486	-	-	590	-	-	51-74	4,2-5,0
	P_{30}	253	38	18	596	110	23	651	61	10		
	P_{60}	493	278	129	704	218	45	590	0	0		
	P_{90}	647	432	201	690	204	41	581	-9	-2		
	P_{120}	545	330	153	670	184	37	573	-17	-3		
$N_{60} K_{90}$	P_0	295	-	-	585	-	-	655	-	-	23-31	3,8-4,5
	P_{30}	390	95	32	621	36	6	598	-57	-		
	P_{60}	468	173	59	660	75	13	574	-81	-		
	P_{90}	500	205	69	583	-2	-	425	-230	-		
	P_{120}	455	160	54	556	-29	-	386	-269	-		

При этом определяется оптимальный фосфатный уровень в почве в пределах 30,3-36,0 мг/кг, на фоне которых образуются существенно высокие урожаи (690-704 ц/га) донника под действием оптимальной приведенной системы удобрений ($N_{30}P_{60-90}K_{90}$).

Увеличение дозы азота на блоке N_{60} , также при внесении $P_{90}K_{90}$ на почвы с высокими фосфатными фонами (43,7-48,0 мг/кг) не приводило к повышению урожая зеленой массы (425 ц/га).

На основании полученных многолетних результатов можно сказать, что наивысшее урожай зеленой массы люцерны и донника в пределах 500-550 и 650-700 ц/га соответственно формируются при содержании фосфора в почве 30-35 мг/кг и применении системы удобрений - $N_{30-60}P_{60-90}K_{90}$. Оптимальными уровнями фосфатов в почве и системами удобрений яровой пшеницы являются соответственно 22-28

мг/кг и $N_{120}P_{60-90}K_{45}$. При этом уровень урожайности колеблется в пределах 25-30 ц/га. Наивысшие урожаи риса получают при содержании подвижного фосфора в почве 21-25 мг/кг, а при засолении почвы – 25-28 мг/кг. При этом уровень урожайности колеблется в зависимости от механического состава почвы в пределах 65-70 ц/га при системе удобрений $N_{90-120}P_{90}K_{60}$.

Многолетнее исследование установило обратную количественную связь эффективности фосфорных удобрений с содержанием подвижного фосфора в почве и способствовало разработать на основе этих результатов более подробную градацию индексов обеспеченности рисовых засоленных почв подвижным фосфором. Она позволяет рационально распределять фосфорные удобрения в региональном плане и под каждую культуру севооборота (таблицы 5 и 6).

Таблица 5 – Усовершенствованные градации индексов обеспеченности рисовых засоленных почв подвижным фосфором и отзывчивость культур на фосфорные удобрения (на основе данных за период 1984-2000 гг.)

Класс обеспеченности	Содержание P_2O_5 в почве, мг/кг	Степень обеспеченности почв подвижным фосфором По Мачигину	Эффективность удобрений, применяемых под культуры рисового севооборота
1	15	Очень низкая	Очень высокая
2	16-20	низкая	Высокая
3	21-25	Средняя оптимальная нижняя	Максимальная для риса и яровой пшеницы
4	26-35	Средняя оптимальная верхняя	Максимальная для многолетних бобовых культур (донник, люцерна)
5	36-45	Повышенная	Низкая
6	46-60 и более	Высокая и очень высокая	Очень низкая или отсутствует

Данные таблицы 5 свидетельствуют о том, что снижение урожайности риса и сопутствующих культур в рисовом севообороте при содержании подвижного фосфора в почве выше пределах 25-35 мг/кг позволяет назвать этих уровней предельно допустимыми и превышение которых является нежелательным. В этой связи предлагается для внедрения в производство уточненные нами градации индексов по обеспеченности почв подвижным фосфором по методу Мачигина.

Использование на практике предлагаемой дифференциации рекомендуемой дозы фосфорных удобрений позволит выявлять резервы фосфорных туков (таблица 6).

Проведенный расчет на обследованных почвах рисосеющих хозяйств Кызылординской области по уточненной градации индексов обеспеченности почв подвижным фосфором показывает, что можно при научно-обоснованном внесении фосфорных удобрений сэкономить ежегодно десятки тысяч тонн туков. При этом для сохранения

установленного оптимального фосфорного режима в почве рекомендуется дозу ежегодно вносить фосфора – P_{90} . А это спосо-

бствует уменьшению количества, примененных фосфорных удобрений на 1 га в 2-4,5 раза.

Таблица 6 – Рекомендательные дозы удобрений под рис, яровую пшеницу, донник и люцерну 1-го и 2-го годов возделывания в рисовом севообороте в зависимости от оптимальных уровней подвижных фосфатов в почве (на основе данных за период 1984-2000 гг. и 2006-2008 гг.)

Предшественник	Доза удобрений (кг/га) и уровни фосфатов в почве, мг/кг								На 1 ц семян расходуется 100 г соли или семена опрыскивается 1% -ным раствором соли (NH ₄) ₂ MoO ₄
	N, кг/га	P ₂ O ₅ ,кг/га	K ₂ O,кг/га		Компост из соломы риса, т/га		Молибден- аммониевые удобрения		
Рис									
Пласт многолетних трав (донник, люцерна)	на фоне градации индексов по P ₂ O ₅ , мг на 1 кг почв ы								
	10-15	21-25	10-15	21-25	10-15	21-25	10-15	21-25	
	90	90	120	90	60	45	-	-	
	Оборот пласта многолетних трав	120	120	120	90	90	60	3	
Рис по рису 3-й год	150	120	120	90	60	60	5	3	
Яровая пшеница с донником или люцерной									
Рисовище	на фоне градации индексов по P ₂ O ₅ , мг на 1 кг почвы								
	22-28	30-35	22-28	30-35	22-28	30-35	22-28	30-35	
	90	60	120	90	90	90	3	2	
Донник или люцерна 2-го года жизни									
Рисовище	-	-	90	90	60	60	-	-	

Таким образом, рациональное использование фосфорных удобрений обеспечивается соблюдением научно-обоснованных рекомендации, которое существенно снижает экологической и техногенной нагрузки на почву посева рисовых севооборотов в зоне рискованного земледелия Приаралья.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработанная усовершенствованная подробная градация индексов обеспеченности засоленных затопляемых рисовых почв подвижным фосфором позволяет наиболее рационально распределять фосфорные удобрения под каждую культуру рисового севооборота.

2. Сформированные уровни обеспеченности почв подвижными фосфатами на посевах севооборота сохраняются на дли-

тельный период, однако это поддерживает-ся при ежегодном внесении на фосфатные фоны фосфора удобрений в дозе P_{90} .

3. Для получения 65-70 ц/га зерна риса необходимо довести содержание подвижного фосфора в почве до 21-25 мг/кг, а на засоленной почве – до 25-28 мг/кг; для получения 650-700 ц/га зеленой массы в 1-й и 2-е годы жизни донника, также 500-550 ц/га люцерны – до 30-35 мг/кг и 25-30 ц/га зерна яровой пшеницы – до 25-28 мг P_2O_5 на 1 кг почвы в зависимости от засоления.

4. Предельно допустимые количества подвижного фосфора для всех культур определяются на уровнях 25-35 мг/кг почвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джамантиков Х.Д. Эффективность новых фосфорных удобрений из фосфоритов Каратау при возделывании риса на лугово-болотных почвах р. Сырдарьи // Автореф. дисс. канд. с.-х. н. Алма-Ата. КазСХИ. 1991. 23 с.
2. Алешин Е.Г., Кириченко К.С., Столыпин Е.И. Условия эффективного применения удобрений под рис. М. 1970. Тр. ВИУА. Вып. 48. С. 112-121.
3. Илялетдинов А.Н. Биологическая мобилизация фосфора и азота в затопляемых почвах, используемых под культуру риса. Известия АН КазССР, серия биолог. 1970. № 2. С. 19-28.
4. Елешев Р.Е., Иванов А.Л. Оптимизация фосфатного режима почв. М. Агропромиздат. 1988. 165 с.
5. Джамантиков Х., Джамантикова Т.О. Рекомендации по оптимизации параметров воспроизводства плодородия почв и систем удобрений под культуры рисового севооборота в условиях Кызылординской области. Кызылорда. 2000. 10 с.
6. Джамантиков Х. Система применения удобрений под рис и культуры рисового севооборота // Система сельскохозяйственного производства Кызылординской области. Рекомендации. Алматы: «Бастау». 2002. С. 71-78.

ТҮЙІН

Көп жылдық зерттеулер нәтижесінде күріш ауыспалы егісіндегі тұзданған күріштік топырақтарда қолданылатын фосфор және басқа да тыңайтқыштарды оптималды мөлшерде берілуін қамтамасыз ететін жетілдірілген жылжымалы фосфорның градициялық индекстері жасалды. Ол фосфор тыңайтқыштарын үнемді, тиімді мөлшерде топыраққа сіңуін және өсімдіктерді минералдық корекпен толығуын қамтамасыз етеді.

RESUME

On the basis of results of the long-term researches lead on salted ground in perfection of gradation of an index of mobile phosphorus in почвах under cultures of a rice crop rotation, providing optimization of a mineral feed of plants, economy and occurrence of efficiency of application of phosphoric fertilizers.