

ФОСФАТНЫЙ РЕЖИМ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ ИЗВЕСТКОВЫХ И ФОСФАТНЫХ УДОБРЕНИЙ

Н.А. Кирпичников, И.А. Шильников, Н.И. Аканова, Л.Б. Чернышкова, ВНИИА

Представлены результаты исследований в многолетнем полевом опыте ЦОС ВНИИА по влиянию различных сочетаний известковых и фосфатных удобрений на фосфатный режим дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы и урожайность сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: известь, фосфатный режим, урожайность.

Улучшение фосфатного режима и плодородия слабокультурных дерново-подзолистых почв достигается за счет применения не только удобрений, но и известкования. Из-за низких темпов известкования и при резком недостатке фосфорных удобрений слабокультурные дерново-подзолистые почвы, например в Центральном Федеральном округе, составляют около 70%. В вегетационных и микрополевых опытах [1-3] установлено значительное влияние высоких доз извести (по 2,0 и 2,5 г. к.) на фосфатный режим дерново-подзолистых почв, причем положительное действие со временем усиливалось. В полевых многолетних опытах при использовании обычных доз извести (по 0,75; 1,0; 1,5 г.к.) наблюдается повышение урожайности возделываемых культур. Однако содержание подвижного фосфора в почве при этом существенно не изменилось [4,5]. Из обобщения многочисленных опытов с известкованием установлено, что благоприятные условия для улучшения фосфатного режима кислых почв устанавливаются при pH 5,5–6,5 [6-8]. Но оптимальные значения pH почвы для растений во многом зависят от свойств почвы, обеспеченности ее фосфатами, кальцием, от гранулометрического ее состава и других факторов.

Однако вопросы влияния фосфорных и известковых удобрений на фосфатный режим дерново-подзолистых почв в условиях полевого опыта в адаптивно-ландшафтном земледелии изучены недостаточно.

Цель исследований – установить влияние различных сочетаний известковых и фосфорных удобрений на содержание фосфатов в дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве и обеспеченность растений фосфором.

Методика. Стационарный полевой опыт был заложен в 1972 г. на Центральной опытной станции ВНИИА (Московская обл.) на трех полях, повторность четырехкратная. Почва – дерново-подзолистая тяжелосуглинистая слабокультурная. Перед закладкой опыта пахотный слой имел следующие агрохимические показатели: pH_{KCl} 4,3; содержание гумуса – 1,67% (по Тюрину); подвижных форм (по Кирсанову) P_2O_5 – 29 мг/кг; K_2O – 115 мг/кг; Нг (по Каппену) – 4,4 мг-экв/100 г; $H_{обм.}$ – 0,55 мг-экв/100 г; сумма поглощенных оснований – 9,5 мг-экв/100 г; степень подвижности фосфатов (P_2O_5 в 0,02н. $CaCl_2$ по Скофилду) – 0,026мг/л. Содержание подвижного алюминия (по Соколову) – 4,5 мг/100 г.

Минеральные удобрения применяли в виде аммиачной селитры, двойного гранулированного суперфосфата и хлористого калия. Известь использовали в форме известняковой муки

тонкого помола. Известкование проводили за год до внесения минеральных удобрений. Севооборот: 1- картофель; 2- ячмень; 3- вико-овес на сено; 4- озимая пшеница; 5- картофель; 6- ячмень. Общая площадь делянки – 100 м², учетная – 48 м². Агротехника обычная для условий Московской области. Сорт картофеля – Жуковский, ячменя – Московский 121. Математическую обработку данных урожайности проводили дисперсионным методом.

Результаты и их обсуждение. Данные исследований в длительном опыте показали, что известковые и фосфорные удобрения оказали значительное влияние на агрохимические показатели почвы. При известковании, особенно высокой дозой (по 1,5 г.к.) существенно улучшились ее физико-химические свойства. В соответствии с дозами извести (0,75 и 1,5 г.к.) значение pH составило: через 2 года после известкования 5,5 и 6,4, через 7 лет – 5,0 и 5,7. Степень насыщенности основаниями повысилась с 66 до 79 и 86%, содержание подвижного алюминия снизилось с 4,9 до 0,52 и 0,11 мг/100 г.

Фосфатное состояние дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы зависело, прежде всего, от дозы фосфорных удобрений (табл.1). Так, содержание подвижного фосфора при внесении за 6 лет самой высокой дозы фосфора (200 кг/га ежегодно) достигло 168 мг/кг при уровне на фоне НК 20 мг/кг.

Фосфатный режим зависит также от доз извести и времени взаимодействия известняковой муки с почвой. Если содержание подвижного фосфора (по Кирсанову) от известкования существенно не изменялось и не зависело от времени действия извести (фактор емкости), то степень его подвижности (фактор интенсивности) через 7 лет после известкования заметно повышалась, особенно от большой дозы. Мобилизующее действие высокой дозы извести на почвенные и внесенные фосфаты в условиях полевого опыта отмечено и при извлечении фосфатов с помощью молибдатной вытяжки (метод Гинзбург и Артамоновой). Так, если содержание подвижных фосфатов по этому методу в варианте P_0 без извести составляло 60 мг/кг, то с известью по 1,5 г.к. – 87 мг/кг. Такая же закономерность в действии извести наблюдалась и в другой работе [9]. Более четкая зависимость этого показателя фосфатного режима почвы от известкования отмечена в условиях нашего лабораторного опыта [10]. Повышение растворимости фосфатов здесь наступало раньше (через 150 дней). В условиях микрополевого опыта [11] процесс мобилизации фосфатов зафиксирован через 450 дней после внесения извести. Действие извести сказалось и на содержании минеральных форм фосфатов. Количество наиболее доступных растениям фосфатов (первая и вторая фракции), извлекаемых по методу Гинзбург и Лебедевой, в известкованной почве по 1,5 г.к. было на 20-38% выше, чем в неизвесткованной. Изменение свойств и фосфатного режима дерново-подзолистой почвы сказалось на урожайности культур.

1. Баланс фосфора и содержание фосфатов в дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве при различных дозах известковых и фосфорных удобрений

Вариант опыта		Баланс P_2O_5 за 6 лет, кг/га			P_2O_5 в почве через 2 года после известкования		P_2O_5 в почве через 7 лет после известкования			
Известь по г.к.	P_2O_5 ежегодно, кг/га	Внесено	Вынос	\pm	1	2	1	2	3	4
0	0	0	143	-143	26	0,035	20	0,030	60	272
	50	300	187	+113	37	0,061	51	0,072	71	-
	100	600	216	+384	38	0,066	89	0,180	707	-
	200	1200	241	+959	50	0,077	168	0,460	146	405
0,75	0	0	172	-172	25	0,036	19	0,040	70	-
	50	300	216	+84	35	0,048	49	0,080	88	-
	100	600	234	+366	37	0,054	81	0,200	110	-
	200	1200	260	+940	52	0,073	161	0,500	155	-
1,5	0	0	202	-202	30	0,036	24	0,048	87	372
	50	300	241	+59	37	0,051	53	0,086	106	-
	100	600	255	+345	42	0,064	89	0,220	122	-
	200	1200	275	+925	50	0,080	180	0,600	193	499

Примечание. 1 – P_2O_5 по Кирсанову, мг/кг; 2 – по Скофилду, мг/л; 3 – по Гинсбург и Артомоновой, мг/кг;
4 – сумма первых двух фракций по Гинсбург и Лебедевой, мг/кг.

Данные таблицы 2 показывают, что на слабоокисленной дерново-подзолистой почве с небольшой обменной кислотностью (0,55 мг-экв/100 г) и низким содержанием подвижного алюминия (4,9 мг/100 г) фосфорные удобрения высокоэффективны. Урожайность сельскохозяйственных культур на известкованной почве повышалась с увеличением дозы суперфосфата. Самая высокая доза фосфора 200 кг/га обеспечила прибавку урожайности картофеля 84 ц/га, а ячменя 13,9 ц/га при уровне на фоне НК 142 и 25,2 ц/га соответственно. В благоприятные годы урожайность этих культур была более 320 и 48 ц/га. Растения картофеля и ячменя хотя и различаются по биологическим особенностям и отношению к повышенной кислотности почвы, но и на сильноокисленной почве в вариантах с фосфором обеспечивают доста-

точно высокую урожайность, особенно при больших дозах фосфорных удобрений. На сильноокисленной почве с высоким содержанием подвижного алюминия (около 15 мг/100 г) фосфорные удобрения были неэффективны [12]. Повышение урожайности происходило и при известковании, особенно большой дозой (в полевом опыте по 1,5 г.к.). Внесение извести по 0,75 г.к. здесь повышало урожайность картофеля на 20 ц/га и ячменя на 30 ц/га, но прибавки по сравнению с известкованной почвой были в основном недостоверны. Этой дозы извести оказалось недостаточно, хотя обменная кислотность при ее применении снизилась с 0,55 до 0,25 мг-экв/100 г почвы при значительном уменьшении также и содержания подвижного алюминия. Эффективность суперфосфата на фоне извести по 0,75 г.к. была достаточно высокой.

2. Эффективность известкования в сочетании с фосфатными удобрениями на слабоокисленной дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве

Вариант опыта		Картофель за 6 опыто-лет (фон -N ₁₀₅ K ₁₈₀)			Ячмень за 5 опыто-лет (фон -N ₁₀₀ K ₈₀)		
Известь по г.к.	P_2O_5 ежегодно	Урожайность, ц/га	Вынос P_2O_5 , кг/га	Окупаемость P_2O_5 , кг/га	Урожайность, ц/га	Вынос P_2O_5 , кг/га	Окупаемость P_2O_5 , кг/га
0	0	142	16,1	-	25,2	29,0	-
	50	182	22,9	80	35,2	36,2	20,0
	100	217	27,5	75	36,7	40,5	11,5
	200	226	31,6	42	39,1	45,6	6,9
0,75	0	162	19,9	-	28,3	35,2	-
	50	204	28,7	84	36,3	42,4	16,0
	100	221	31,3	59	39,3	46,6	11,0
	200	238	37,5	38	39,5	48,3	5,6
1,5	0	177	23,8	-	35,8	44,2	-
	50	214	33,6	74	38,6	48,0	5,6
	100	229	37,3	52	36,0	51,0	0,2
	200	241	40,1	32	37,9	53,0	1,0

НСП₀₅, ц/га 25 3,8

Эффект от известкования возрастал при внесении большой дозы (по 1,5 г.к.). Урожайность в данном случае повышалась: картофеля на 35 ц/га, ячменя на 10,6 ц/га. В большей степени увеличивался вынос фосфора растениями, что свидетельствует о влиянии высокой дозы извести не только на урожайность, но и на содержание фосфора в растениях. Последнее наблюдалось и при внесении фосфорных удобрений. То есть, действие известковых удобрений, как и фосфорных, при таких свойствах почвы направлено в значительной степени на улучшение обеспеченности растений фосфором. Судя по выносу фосфора, обеспеченность растений картофеля этим элементом в варианте с известью по 1,5 г.к. без внесения фосфора была равна варианту без извести при внесении P_2O_5 50

кг/га, а обеспеченность растений ячменя – при внесении P_2O_5 100 кг/га. На фоне извести по 1,5 г.к. эффективность фосфорных удобрений существенно ниже, чем на известкованном фоне. Так, максимальная прибавка урожайности ячменя от фосфора в первом случае составляла 9,0 ц/га, во втором – 16 ц/га. В вариантах, где фосфорное питание растений обеспечивалось за счет фосфорных удобрений, действие извести на урожайность картофеля значительно ослаблялось, а на урожайность ячменя практически отсутствовало. Окупаемость прибавки урожайности, особенно ячменя, от фосфорных удобрений на известкованной почве снижалась.

При сочетании известкового удобрения по 1,5 г.к. с небольшой дозой фосфора (50 кг/га) обеспечивалась такая же

высокая продуктивность севооборота (49,8 ц.з.е/га) как при внесении фосфора в дозе 100 кг/га на известкованной почве (50,3 ц.з.е/га).

Таким образом, известковые удобрения, особенно в высоких дозах, как и фосфорные, на слабокультуренной почве при безвредном для растений содержании подвижного алюминия в значительной степени повышают доступные фосфаты, улучшают обеспеченность растений фосфором. Полученные данные о влиянии фосфорных и известковых удобрений на почву и растения позволяют выбирать оптимальные сочетания и экономно их использовать.

Литература

1. *Кораблева Л.И.* Влияние длительного последствия извести на фосфатный режим дерново-подзолистых почв// Сб. памяти Д.Н. Прянишникова. - М.: 1950. - С.401-418. 2. *Глазунова Н.М., Карпинский Н.П.* Влияние фосфора и извести на фосфатный режим дерново-подзолистой почвы// Бюлл. ВИУА. - 1971.- №1. - С.17-26. 3. *Похлебкина Л.П.* Влияние реакции почвенной среды на подвижность фосфатов в известкованной почве// Бюлл. ВИУА. - 1983.- №63.- С.62-65. 4. *Кулаковская Т.Н.* Оптимизация агрохимической системы почвенного

питания растений. - М.: Агропромиздат, 1990.- С. 36-55. 5. *Янишевский Ф.В., Дзикович К.А., Безуглая Ю.М.* Влияние известкования на эффективность минеральных удобрений в многолетних полевых опытах// Химия в сельском хозяйстве. - 1985.- №11. - С.14-17. 6. *Державин Л.М.* Применение минеральных удобрений в интенсивном земледелии.- М.: Колос,1992.-272 с. 7. *Небольсин А.Н., Небольсина З.П.* Теоретические основы известкования почв.- Санкт-Петербург; 2005.- 252 с. 8. *Шильников И.А., Сычев В.Г., Земнов Н.А., Аканова Н.И., и др.* Известкование как фактор урожайности и почвенного плодородия.- М.: ВНИИА, 2008.- 340 с. 9. *Адрианов С.Н.* Формирование фосфатного режима дерново-подзолистых почв в разных системах удобрения.- М.: ВНИИА, 2004.- 296 с. 10. *Кирпичников Н.А.* Оптимизация фосфатного режима дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы при сочетании фосфорных и известковых удобрений. Автореферат дисс. д-ра с-х н. - М., 1989.- 46 с. 11. *Глазунова Н.М.* Влияние длительного действия высоких доз извести на подвижность фосфатов// Бюлл. ВИУА.- 1983.- №63.- С.69-72. 12. *Глазунова Н.М., Кирпичников Н.А., Сергеева З.Г.* Влияние доз фосфора и извести на урожай растений на дерново-подзолистых почвах с различной кислотностью// Бюлл. ВИУА.- 1983.- №63.- С.91-94.

PHOSPHATE STATUS OF SODDY-PODZOLIC SOIL DEPENDING ON THE APPLICATION OF LIME AND PHOSPHATE FERTILIZERS

N.A. Kirpichnikov, I.A. Shil'nikov, N.I. Akanova, L.B. Chernyshkova

Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agricultural Chemistry, Federal Agency of Scientific Organizations, ul. Pryanishnikova 31a, Moscow, 127550 Russia

The effect of different combinations of lime and phosphoric fertilizers on the phosphate status of clay loamy soddy-podzolic soil and the yielding capacity of agricultural crops has been studied in a long-term field experiment at the Central Experimental Station of the Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agricultural Chemistry.

Keywords: lime, phosphate status, crop yield.