

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФИКСАЦИИ И РАСТВОРЕНИЯ ФОСФАТОВ В НЕКОТОРЫХ ПОЧВАХ ЗЕЙСКО-БУРЕЙНСКОЙ РАВНИНЫ

Г. В. ГОЛОВ

Количественные закономерности фиксации фосфатов почвами стали исследовать в начале XX в. Демолон и Борбье (по Маркосян, 1935) установили, что при обработке почвы уксусной кислотой с различным содержанием фосфорной кислоты поглощение фосфора почвой начинается с определенной концентрации P_2O_5 в растворе, названной ими «критической концентрацией равновесия». Методику этих исследований стали использовать очень широко. С. С. Маркосян установил, что «критическая концентрация» зависит от типа почвы.

Основные факторы количественных закономерностей фиксации фосфат-ионов: механический и минералогический состав почв, химический состав коллоидной фракции, дозы вносимых фосфатов и степень их растворимости, кислотность почвы, а также состав поглощенных оснований. П. Г. Адерихин и Г. С. Волкова (1962) показали, что величина поглощения почвами фосфорной кислоты возрастает по мере уменьшения диаметра частиц механического состава: илистая фракция поглощает ее в 6—11 раз больше, чем остальные.

По мнению Н. И. Горбунова (1962), величина поглощаемой почвами фосфорной кислоты зависит от состава минералов: на первом месте здесь стоит монтмориллонит, потом каолин. Высокой способностью поглощать фосфаты обладают также аморфные гидроксиды железа и алюминия.

В опытах С. Г. Рыдкого (1935) относительное поглощение фосфорной кислоты почвами было выше при уменьшенных концентрациях, а абсолютное — при повышенных. То же отмечает и Г. Галимов (1962). Кроме того, он показал, что существует обратная взаимосвязь между кислотностью почвы и поглощением фосфора. С повышением валового фосфора уменьшается поглощение фосфат-ионов из раствора, поглощение увеличивается с возрастанием в почве коллоидной фракции.

Как показывают исследования ряда авторов, количество поглощенной почвами фосфорной кислоты достигает значительных величин и, как правило, зависит от типа почвы. Так, в опытах Рыдкого поглощение достигало 700—900 мг P_2O_5 на 100 г почвы; в опытах Д. А. Аскинази (1942) дерново-подзолистые почвы поглощали до 100 мг, красноземы — в 5—6 раз больше, а в исследованиях В. П. Басистого (1967) на буро-подзолистых почвах Хабаровского края поглощение достигало 190 мг P_2O_5 на 100 г почвы. П. Г. Адерихин (1956) считает, что

60—90 кг P_2O_5 фосфорных удобрений на гектар (обычные нормы) в воднорастворимой форме в первые же дни после внесения поглощаются почвой. Таким образом, в зависимости от свойств почв количественные закономерности поглощения фосфорной кислоты могут быть различными.

На Зейско-Буреинской равнине преобладающие типы почв — луговые черноземовидные и луговые различной степени оглеения. Они характеризуются тяжелым механическим составом, слабой или средней кислотностью, преобладанием вторичных минералов типа монтмориллонита с сопутствующими аморфными полуторными окислами (П. М. Новиков, И. Г. Цюрупа, Е. А. Шурыгина, 1959; А. Т. Терентьев, 1960). В связи с этим на них следует ожидать повышенного поглощения фосфорной кислоты. Некоторые вопросы поглощения фосфатов луговыми черноземовидными почвами освещены в наших работах (Г. В. Голов, 1964, 1966).

Наряду с поглощением фосфора почвами из водных растворов при повышенных концентрациях таких растворов наблюдается обратное явление — растворение труднорастворимых фосфатов почвы (Чириков, 1956). Однако на это весьма важное явление обращают значительно меньше внимания, чем на процессы фиксации фосфатов почвами.

В наших исследованиях по количественным закономерностям поглощения фосфора некоторыми почвами Зейско-Буреинской равнины мы воспользовались методикой С. Н. Иванова (1962). Навеску воздушно-сухой почвы весом в 10 г обрабатывали 100 мл раствора KH_2PO_4 . Навески с раствором взбалтывали по одному часу в течение двух суток. На третьи сутки фильтровали, определяли рН и содержание фосфорной кислоты в равновесном растворе. Такие же определения произведены и в исходном растворе. Опыты проводили в двукратной повторности.

Использовали следующие концентрации исходного раствора: KH_2PO_4 24, 160, 220, 520, 1160 и 1400 мг фосфорной кислоты на литр раствора. Агрохимическая характеристика и механический состав использованных образцов почв приведены в табл. 1.

Как видно из приведенных данных, образцы почв существенно различались по составу фосфатов, кислотности, сумме поглощенных оснований и механическому составу.

Результаты исследований по закономерностям поглощения фосфор-

Влияние взаимодействия почвы с раствором фосфата калия на содержание

Нач. конц.	Луг. чернозем.				Луг. чернозем.		
	конеч. конц.	разница		конеч. конц.	разница		
		мг	%		мг	%	
24	2,4	— 21,6	90	2,4	— 21,6	90	
160	46	— 114	71,2	40	— 120	75	
230	136	— 94	40,8	130	— 100	43,4	
520	480	— 40	7,7	420	— 100	19,2	
1160	1080	— 80	6,8	1040	— 120	10,3	
1400	1680	+ 280	20,0	1880	+ 480	34,2	

Таблица 1

Агрохимическая характеристика и механический состав почв

Почвы	Мех. сост. част. менее 0,01 мм (%)	Гумус (%)	рН (сол.)	Об-мен. кисл.	Гид-ролит. кисл.	Сум-ма погл. основ.	Р раствор.		К ⁺ обмен. по Пейве
							CH ₃ COOH 0,5 н	HCl 0,5 н	
				м — экв на 100 г почвы			мг P ₂ O ₅ на 100 г почвы		мг K ₂ O на 100 г почвы
Луговая черноземовидная	60,1	7,4	5,6	0,49	5,38	30,3	3,31	33,65	24,5
Луговая черноземовидная	65,2	8	5,5	0,38	5,27	26,4	5,7	34,6	22,5
Луговая глееватая	83,31	3,9	4,7	0,69	6,52	17,5	0,58	17,90	19,5
Пойменная	26,96	2,45	4,8	0,43	5,29	10,3	8,40	91,10	11,0

ной кислоты различными почвами и растворению почвенных фосфатов приведены в табл. 2.

Полученные данные показывают, что абсолютное поглощение фосфорной кислоты всеми почвами возрастает с увеличением ее концентрации во взаимодействующем растворе, но до определенной величины. Эта величина для всех почв в условиях опыта составила 160 мг фосфорной кислоты на литр раствора.

Относительное поглощение имеет обратный характер. Абсолютная величина поглощения составила для луговой глееватой почвы 134 мг, для луговой черноземовидной — 114—120 мг, для пойменной — 76 мг на 100 г почвы.

С повышением концентрации фосфата калия во взаимодействующем растворе абсолютное поглощение снижается; в определенных условиях наблюдается растворение почвенных фосфатов и увеличение концентрации фосфорной кислоты в равновесном растворе. Для луговых почв растворение почвенных фосфатов отмечено в интервале перехода концентрации исходного раствора от 1160 мг к 1400 мг фосфорной кислоты в литре раствора. На пойменной почве это происходит

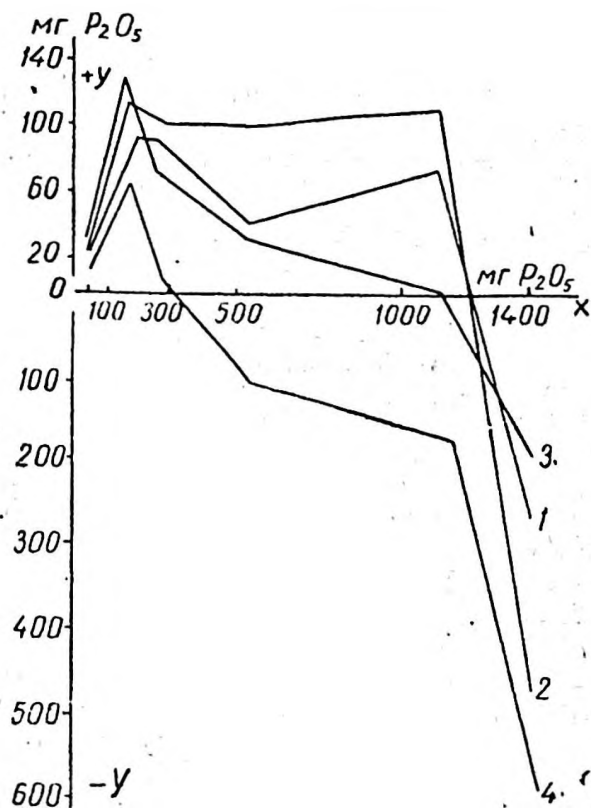
Таблица 2

фосфора в равновесном растворе (P₂O₅ мг на 100 г почвы)

конеч. конц.	Луг. глеев.		конеч. конц.	Поймен.	
	разница			разница	
	мг	%		мг	%
0,0	— 24	100	8	— 16	66,6
26	— 134	83,7	84	— 76	47,5
150	— 80	34,8	216	— 14	6,1
480	— 40	7,7	610	+ 90	17,8
1160	0	0,0	1320	+ 160	13,7
1600	+ 200	14,2	2000	+ 600	42,8

при меньших концентрациях — от 230 мг до 520 мг P_2O_5 на литр (рис.).

Изменения кислотности исходного раствора после взаимодействия с почвами имели характерные особенности и тесно связаны с закономерностями фиксации и растворения почвенных фосфатов (табл. 3).



Поглощение и растворение фосфатов при взаимодействии почв с водным раствором фосфата калия (мг P_2O_5 на 100 г почвы); ОХ — концентрация раствора фосфата калия; +у — поглощение фосфорной кислоты почвами; -у — растворение почвенных фосфатов; 1 и 2 — луговая черноземовидная почва; 3 — луговая глееватая; 4 — пойменная.

Приведенные данные показывают, что на луговых черноземовидных почвах кислотность исходного раствора при всех концентрациях заметно снижается. На луговой глееватой снижение происходит лишь до концентрации 0,005 п, а затем реакция раствора остается почти без изменений. На пойменной заметно повышение кислотности равновесного раствора в интервале концентрации от 0,005 и до 0,01 п исходного раствора фосфата. С повышением концентрации реакция равновесного раствора почти не изменяется.

Таблица 3

Кислотность исходного раствора фосфата калия после взаимодействия с различными почвами

Исход. раствор		рН равновесного раствора:			
норм.	рН	луг. чернозем.		луг. глеев.	поймен.
		рН 5,44 (сол.)	рН 5,6 (сол.)	рН 4,69 (сол.)	
0,001	6,45	5,87	6,47	6,37	6,55
0,005	6,25	6,45	6,4	6,4	6,0
0,01	5,97	6,15	6,28	5,9	5,42
0,025	5,54	5,83	6,22	5,58	5,55
0,05	5,26	5,6	5,95	5,3	5,36
0,075	5,18	5,46	5,6	5,3	5,28

Абсолютное максимальное поглощение фосфора луговыми черноземовидными почвами отмечено в интервале рН от 6,45 до 5,6, у луговой глееватой — от рН 6,4 до рН 5,9, а у пойменной — при рН 6. Растворение почвенных фосфатов у луговых черноземовидных и луговой глееватой наблюдалось при кислотности равновесного раствора от рН 5,3 до рН 5,6, а на пойменной — при рН 5,54. Характерно, что у первых почв растворение почвенных фосфатов происходило при достижении кислотности равновесного раствора значений таковой в солевой вытяжке из данных почв, а у луговой глееватой и пойменной — при менее кислой реакции среды. Начало растворения почвенных фосфатов для всех почв приходилось на интервал от рН 5,46 до рН 5,60.

Используя данные о количестве фосфатов различной растворимости в исследуемых почвах (табл. 1), а также величины максимального поглощения фосфора из раствора (табл. 2), мы рассчитали коэффициенты корреляции между количеством этих фосфатов и поглощением фосфора. При этом между ними установлена тесная обратная зависимость; коэффициент корреляции колебался от 0,97 до 0,99. Между содержанием в почве физической глины и величиной поглощения фосфора установлена прямая зависимость; коэффициент корреляции равен 0,99. Зависимость поглощения от кислотности почвы в солевой вытяжке оказалась слабой — $K = 0,71$.

ВЫВОДЫ

1. Абсолютное поглощение фосфора из водного раствора рассматриваемыми почвами возрастает с повышением концентрации взаимодействующего с ними фосфата калия. Максимальное поглощение приходится на концентрацию исходного раствора фосфата в 160 мг фосфорной кислоты на литр и составляет для луговой черноземовидной почвы 100—120 мг, для луговой глееватой — 130 мг, пойменной — 76 мг P_2O_5 на 100 г почвы.

2. С повышением концентрации раствора фосфата за 160 мг на литр абсолютное поглощение для луговой черноземовидной почвы остается почти без изменений; у луговой глееватой постепенно, а у пойменной резко снижается. Относительное поглощение с увеличением концентрации раствора фосфата уменьшается, но только до определенных для каждой почвы значений содержания фосфорной кислоты в исходном растворе, после чего происходит растворение почвенных фосфатов и соответственное увеличение концентрации равновесного раствора.

3. Между фиксацией фосфатов почвами и содержанием в почве минеральных фосфатов различной растворимости существует обратная коррелятивная зависимость, а с содержанием физической глины — прямая. Связь между кислотностью почвы солевой вытяжки и величиной максимального поглощения фосфора почвами слабая.

4. При взаимодействии раствора фосфата калия (при всех значениях его кислотности) с луговой черноземовидной почвой наблюдается снижение его кислотности; с луговой глееватой и пойменной — уменьшение кислотности происходило только до рН 5,97 и рН 5,54, а ниже она оставалась без изменений. Растворение почвенных фосфатов для всех почв отмечено в одном интервале реакции равновесного раствора — от рН 5,46 до рН 5,6.