

## АГРОХИМИЯ ПОЧВ

УДК 631.416.3

А. Т. ТЕРЕНТЬЕВ, Н. К. МОРЕПЛАВЦЕВА

## ФОСФОР В ПОЧВАХ РАЗДОЛЬНЕНСКОЙ РАВНИНЫ

Охарактеризован качественный и количественный состав различных форм фосфора (валовой, органический, минеральный и фракционный состав минеральных фосфатов по Чангу — Джексону) в почвах Раздольненской равнины.

В целях эффективного применения фосфорных удобрений очень важно изучение качественного и количественного состава фосфатов в почвах. В Приморском крае фосфаты почв и их формы изучены мало [7]. В настоящей статье рассматриваются результаты изучения форм фосфора в основных типах почв Раздольненской равнины Приморского края.

В качестве объектов исследования взято 6 разрезов почв, наиболее распространенных на равнине: 1) бурые лесные оподзоленные, 2) буро-подзолистые, 3) лугово-бурые оподзоленные, 4) луговые глеевые, 5) аллювиальные дерново-буроземные и 6) пойменные слоистые почвы.

Бурые лесные оподзоленные почвы в равнинных условиях развиты под хвойно-широколиственными лесами на сопках, сложенных различными плотными породами, или на рыхлых песчаных и песчано-галечниковых отложениях под покровом широколиственных лесов.

Буро-подзолистые почвы встречаются по пологим шлейфам предгорий и на высоких увалах под пологом травянистых широколиственных лесов, а лугово-бурые оподзоленные формируются под луговой растительностью. Территория равнины большей частью распахана и используется под сельскохозяйственные культуры. Характерная особенность почв — наличие в их профиле осветленного горизонта.

Луговые глеевые почвы развиваются в условиях поверхностного переувлажнения и отсутствия заметного притока минеральных веществ от почвенно-грунтовых вод. Аллювиальные дерново-буроземные (остаточно пойменные) приурочены к высокой пойме, затопляемой эпизодически и на короткий срок. Профиль их слабо расчленен на генетические горизонты и имеет буровато-серый цвет.

Пойменные почвы приурочены к низкой пойме, ежегодно затопляемой полыми водами. На низких поймах под луговой растительностью широко распространены слоистые пойменные почвы, характеризующиеся неоднородным механическим составом и слоистостью.

Как видно из данных табл. 1, верхние горизонты всех исследованных почв имеют кислую реакцию (рН солевой 5,0—5,6). Содержание гумуса колеблется от 4,7 до 8,3%. В бурой лесной оподзоленной (разр. 1) и буро-подзолистой (разр. 133) почвах количество гумуса резко уменьшается при переходе от верхнего горизонта к нижним.

Таблица 1

## Агрохимическая характеристика почв Раздольненской равнины

Номер разреза. Почва	Горизонт и глубина, см	Гумус, %	Сумма поглощенных оснований, мг-экв/100 г	Степень насыщенности основаниями, %	pH солевой
1. Бурая лесная оподзоленная	A <sub>1</sub> 0—10	8,27	16,2	82	5,5
	A <sub>2</sub> 25—35	0,95	11,8	78	4,6
	A <sub>2</sub> B 40—50	0,44	15,3	76	4,2
	B <sub>1</sub> 60—70	0,40	Не опр.	Не опр.	4,2
	B <sub>2</sub> 80—90	0,25	11,2	68	4,0
	C 150—160	0,19	15,9	72	4,0
133. Буро-подзоли- стая	A <sub>пах</sub> 0—10	4,26	20,1	68	4,5
	A <sub>2</sub> 20—30	0,82	10,2	63	4,3
	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> 35—45	0,77	15,8	80	4,9
	B <sub>1</sub> 50—60	0,64	24,7	90	5,4
	B <sub>2</sub> 90—100	0,54	26,7	93	5,7
	C 170—180	0,48	25,8	94	5,4
44. Лугово-бурая оподзоленная	A <sub>пах</sub> 0—10	4,83	27,8	82	Не опр.
	A <sub>2</sub> 30—40	2,18	15,1	60	»
	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> 50—60	1,13	20,4	86	»
	B <sub>1</sub> 70—80	1,00	26,1	90	»
	B <sub>2</sub> 110—120	0,93	30,2	90	»
	C 150—160	0,78	33,1	91	»
27. Луговая гле- евая	A <sub>пах</sub> 0—15	6,33	29,3	73	Не опр.
	A <sub>2</sub> 30—40	1,52	24,8	83	»
	B <sub>1</sub> 50—60	2,10	20,3	85	»
	B <sub>2</sub> 70—80	1,93	35,6	93	»
	BC 90—100	0,63	45,2	96	»
	C 120—130	0,25	30,1	96	»
70. Аллювиальная дерново-буро- земная	I 0—15	4,70	23,0	Не опр.	6,0
	II 30—40	2,16	15,2	»	5,7
	III 60—70	1,19	7,5	»	5,4

В лугово-бурой оподзоленной (разр. 27) и аллювиальной дерново-буро-земной (разр. 70) гумус содержится и в более глубоких горизонтах.

Содержание поглощенных катионов в верхних горизонтах почв составляет 16—29 мг-экв/100 г почвы. Более высоким содержанием поглощенных оснований характеризуются лугово-бурные оподзоленные почвы (разр. 28), луговые глеевые (разр. 20) и остаточные пойменные почвы (разр. 70). Степень насыщенности основаниями в почвах колеблется от 73 до 82%.

Содержание валового фосфора определяли сжиганием почв в смеси серной и хлорной кислот. Фракционный состав фосфатов изучали по методу Чанга и Джексона в модификации Аскинази с соавт. [1].

Результаты исследований (табл. 2) свидетельствуют об относительно высоком содержании валового фосфора в изученных почвах. В зависимости от типа почв количество его колеблется от 0,09 в пойменной слонстой (разр. 72) до 0,2% в луговой глеевой почве (разр. 20). Как известно, почвы с содержанием фосфора 0,1—0,2% Прянишниковым [5] отнесены к группе «богатых».

В распределении валового фосфора по профилю отмечены следующие особенности: уменьшение его от верхнего горизонта к нижним, затем некоторое увеличение в иллювиальной толще или в почвообразующей породе.

Таким образом в профиле исследованных почв отмечается два максимума в содержании валового фосфора: в перегнойно-аккумулятивном и иллювиальном горизонтах. Элювиальный (A<sub>2</sub>) и переходный (A<sub>2</sub>B) горизонты характеризуются наименьшими запасами валового

Формы фосфора в основных почвах Раздольненской равнины,  $P_2O_5$ , мг/100 г почвы

Номер разреза. Почва	Горизонт и глубина, см	Вало- вой фосфор	Фракции фосфора по Чапгу — Джексону, % от валового										
			Al—P	Fe—P	Ca—P	раствор- ный Fe—P	окклюдируемый		сумма минераль- ного P	органиче- ский P	минераль- ный P	органиче- ский P	неизвлекае- мый P
							Al—P	Al—FeP					
1. Бурая лесная оподзоленная	A <sub>1</sub> 0—10	160	10,3	18,9	6,3	10,2	2,22	4,9	52,7	52,4	33,0	32,7	34,3
	A <sub>2</sub> 25—35	60	7,1	6,6	3,7	6,40	3,2	2,9	29,9	15,6	50,0	26,0	23,9
	A <sub>2</sub> B 40—50	50	6,7	4,5	2,8	8,4	1,6	4,2	28,1	10,2	56,2	20,4	23,4
	B <sub>1</sub> 60—70	50	9,6	5,4	6,1	5,8	1,9	4,7	33,5	5,0	67,0	9,9	23,1
133. Буро-подзоли- стая	A <sub>пах</sub> 0—10	140	7,5	15,7	6,5	13,7	2,3	4,5	50,2	53,7	36,0	38,3	25,6
	A <sub>2</sub> 20—30	41	1,6	4,7	0,9	3,1	1,7	3,5	15,6	21,7	38,0	53,0	9,0
	A <sub>2</sub> B 35—45	30	4,7	5,0	0,7	2,8	2,3	4,1	19,6	8,7	65,4	29,1	5,4
	B <sub>1</sub> 50—60	40	2,7	6,0	1,4	15,6	1,9	3,4	31,9	5,9	79,9	14,8	5,2
28. Лугово-бурая оподзоленная	A <sub>пах</sub> 0—10	150	10,2	17,5	7,5	34,0	5,5	7,5	82,2	64,7	54,8	43,1	2,0
	A <sub>2</sub> 30—40	80	5,0	7,7	1,2	24,0	3,0	6,0	47,0	31,3	58,7	39,2	2,0
	B <sub>1</sub> 70—80	60	5,6	11,0	2,0	22,0	3,0	5,5	49,1	1,5	81,8	2,5	15,0
20. Луговая гле- евая	A <sub>1</sub> 0—15	202	2,5	22,2	6,5	5,4	10,6	21,0	67,7	103,5	33,5	51,2	15,2
	A <sub>2</sub> 20—30	128	0,2	19,2	14,2	6,2	6,7	6,7	53,4	51,2	41,7	40,0	18,2
	B <sub>1</sub> 40—50	116	1,3	31,2	11,5	0,0	13,5	13,5	71,1	28,5	61,3	24,5	14,1
	B <sub>2</sub> 70—80	100	0,5	29,0	8,8	28,2	7,5	4,7	78,8	16,8	78,8	16,8	4,25
70. Остаточно- пойменная	1 0—15	177	4,7	10,2	11,8	20,3	6,6	3,2	57,0	48,4	32,2	27,3	40,5
	2 30—40	100	0,1	11,0	13,5	18,7	3,0	3,6	50,0	20,8	50,0	20,8	29,2
	3 60—70	96	0,1	12,7	15,6	8,4	6,5	2,7	46,1	7,3	43,0	7,6	44,2
72. Пойменная слоистая	A <sub>1</sub> 0—15	83	1,1	9,5	18,7	10,9	6,6	2,7	49,7	17,8	59,3	21,5	18,5
	1 30—40	89	0,5	8,5	18,1	12,5	6,6	2,1	48,4	16,0	54,4	17,9	27,6
	2 70—80	49	0,2	12,0	6,8	13,7	3,8	3,7	40,4	6,2	82,6	12,7	4,6

фосфора. Наличие двух максимумов валового фосфора отмечается рядом авторов для серых лесных и дерново-подзолистых почв [3, 4, 8]. Подобное распределение фосфора по профилю почв связано с биологической аккумуляцией его в верхнем горизонте и выносом с коллоидной фракцией в ходе почвообразовательного процесса в нижележащие горизонты.

Запас валового фосфора в метровом слое почв составляет 12,1—20,4  $P_2O_5$  т/га. Больше половины этих запасов (7—10,7 т/га) приходится на полуметровую толщину, которая несомненно представляет интерес при рассмотрении вопросов, связанных с питанием растений.

По содержанию валового фосфора в слое 0—50 см все почвы можно объединить в 3 группы: 1) пойменные и лугово-бурые оподзоленные (10,2 т/га); 2) бурые лесные и луговые глеевые оподзоленные (8,7 т/га); 3) буро-подзолистые (7,2 т/га).

Содержание минеральных фосфатов в гумусовом горизонте составляет 32—55% от валового. Установлена определенная зависимость между генетическим типом почв и абсолютным содержанием минеральных фосфатов. Так, бурые лесные оподзоленные и буро-подзолистые почвы характеризуются меньшим содержанием минеральных фосфатов (45—57 мг  $P_2O_5$ /100 г) по сравнению с лугово-бурыми оподзоленными и луговыми глеевыми почвами (67—82 мг  $P_2O_5$ /100 г).

Среди активных форм фосфора преобладают фосфаты железа, за исключением пойменных почв. Содержание феррифосфатов колеблется от 13 до 19 мг в бурых лесных и буро-подзолистых почвах и от 17 до 25 мг в лугово-бурых оподзоленных и луговых глеевых почвах. В пойменных почвах их меньше — 9—10 мг  $P_2O_5$ /100 г почвы.

Содержание фосфатов алюминия колеблется от 1 до 10 мг  $P_2O_5$ /100 г почвы в верхнем горизонте. Особо низкими величинами представлена эта форма фосфора в луговых глеевых и пойменных почвах [1—4]. Очевидно, это можно связать с более резкой выраженностью окислительно-восстановительных процессов в указанных почвах и образованием адсорбционно-поглощенных форм гидратов  $Al_2O_3$  [2].

Несколько большими величинами представлены фосфаты кальция (4—19 мг) в верхнем горизонте, причем в пойменных почвах содержание их выше, чем фосфатов железа. Объяснить это можно высокой степенью насыщенности этих почв основаниями. Это высокоосновные фосфаты кальция типа апатита, характерные для состава породы.

Существенных различий в распределении активных фосфатов по профилю изученных почв не обнаружено. В перегнойно-аккумулятивном горизонте отмечается биогенное накопление активных форм фосфора, в элювиальном горизонте содержание их уменьшается, а в иллювиальной зоне и породе вновь возрастает.

Содержание органического фосфора колеблется в пределах 21—54% от валового содержания. Большими величинами эта форма фосфора представлена в лугово-бурых оподзоленных и луговых глеевых, меньшими — в пойменных почвах. Остальные почвы занимают промежуточное положение.

Содержание и распределение органического фосфора по профилю почв находится в прямой зависимости от содержания и распределения гумуса в них, т. е. с глубиной отмечается убыль органических фосфатов. Причем в буро-подзолистой почве они исчезают с глубины 40—70 см. По всей вероятности здесь произошла минерализация запасов органического фосфора, которые содержались в этих горизонтах. Вследствие этого валовой фосфор в них почти на 100% состоит из минеральных фосфатов.

В луговых глеевых почвах профиль гумусирован на большую глубину, в связи с чем отмечается наличие органического фосфора хотя и в небольшом количестве в переходном к породе горизонте.

Труднодоступные для растений (восстановленно-растворимые) и окклюдированные фосфаты железа и алюминия составляют весьма значительную группу. Основная доля приходится на восстановленно-растворимые формы. В верхних горизонтах бурых лесных оподзоленных и буро-подзолистых почв содержится больше восстановленно-растворимых фосфатов, чем в нижних (10—13 мг). Объясняется это тем, что в гидросульфитцитратную вытяжку из верхних горизонтов переходит больше фосфора, связанного с органическим веществом [6]. В лугово-бурых оподзоленных, луговых глеевых и остаточной пойменных почвах картина меняется: восстановленно-растворимых форм фосфора здесь больше, чем в нижней части профиля. Связать это можно с преобладанием восстановительных условий над окислительными. В лугово-бурой оподзоленной почве (разр. 100) не обнаружены восстановленно-растворимые формы в верхних горизонтах (0—20 см), что, по-видимому, связано с образованием менее подвижных окисных форм фосфатов железа в условиях азобиозиса, которые не извлекаются гидросульфитцитратной вытяжкой.

Окклюдированных фосфатов алюминия и железа в исследованных почвах содержится значительно меньше. Несколько большее содержание этой фракции фосфора отмечается в луговых глеевых и пойменных почвах. Существенных изменений с глубиной в содержании этих форм фосфатов не обнаружено.

Содержание неизвлекаемого фосфора в исследованных почвах подвержено резким колебаниям и составляет от 2 до 40% от валового фосфора в верхних горизонтах. По профилю почв труднорастворимые формы фосфора распределяются крайне неравномерно. Так, в бурой лесной оподзоленной (разр. 1) и остаточной пойменной почвах с глубиной их становится больше. В буро-подзолистой (разр. 133) и пойменной слоистой (разр. 72) почвах высокое содержание этих фосфатов приходится на верхние горизонты. В большинстве почв наблюдается тенденция к увеличению количества труднорастворимого фосфора в средней части профиля. В разр. 133, 28, 100 с глубиной содержание этой формы фосфора уменьшается.

По химическому и минералогическому составу указанная группа фосфатов остается пока не расшифрованной, хотя и заслуживает внимания как глубокий резерв фосфатов почвы.

## Выводы

1. Большинство исследованных почв характеризуется повышенным содержанием валового фосфора (0,1—0,2%), что связано со своеобразными условиями почвообразования на Дальнем Востоке.

2. Существует определенная зависимость между характером распределения общего фосфора по профилю и генетическими особенностями исследованных почв.

3. Содержание минеральных фосфатов в почвах составляет 32—60% от валового фосфора. Среди активных форм фосфора преобладают фосфаты железа. Окклюдированные фосфаты в основном представлены восстановленно-растворимыми формами.

4. В буро-подзолистых, лугово-бурых и луговых глеевых почвах значительная часть фосфора связана с органическим веществом.

## Литература

1. Аскинази Д. Л., Гинзбург К. Е., Лебедева Л. С. Минеральные формы фосфора в почве и методы их определения. Почвоведение, 1963, № 5.
2. Басистый В. П. О некоторых особенностях фосфатного режима буро-подзолистых почв Хабаровского края. В сб.: Почвенные и агрохимические исследования на Дальнем Востоке. Владивосток, 1970.

3. *Войкин Л. М.* Вопросы фосфорного режима почв Татарии. Тр. Горьковск. СХИ, т. 49, 1972.
4. *Дмитренко П. А.* Фосфорный режим почв УССР и его улучшение. Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева, т. 50, 1957.
5. *Прянишников Д. Н.* Агрохимия, М., 1940.
6. *Стрельченко Н. Е.* Формы фосфатов и их распределение по профилю почв Приморья. Агрохимия, 1973, № 10.
7. *Шаймухаметов М.* О формах минеральных фосфатов в почвах Башкирской АССР. Агрохимия, 1966, № 8.

Приморский СХИ  
МСХ СССР

Дата поступления  
25.VIII.1976 г.

---

A. T. TERENTIEV, N. K. MOREPLAVTZEVA

### PHOSPHORUS IN SOILS OF RAZDOLNENSKAYA PLAIN

Qualitative and quantitative compositions of different phosphorus forms in soils of Razdolnenskaya plain in Primorie territory have been characterized by the Chang — Jackson method.

---