

УДК 631.416.2:631.445.24

АККУМУЛЯЦИЯ ФОСФОРА В КОНКРЕЦИЯХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ

Ю. К. ЧУПРИКОВ, М. А. КУЗЬМИЧ

(Кафедра агрономической и биологической химии)

В научной литературе имеется обширный материал по морфологическому, минералогическому и химическому составу марганцово-железистых новообразований дерново-подзолистых почв, который показывает, что в них накапливается значительно больше железа, алюминия, марганца, фосфора, чем в исходной почве [3, 4, 7—10]. Предпринималась попытка изучения фракций минеральных фосфатов в конкрециях почв Приморья [2]. Установлено [5], что при окультуривании дерново-подзолистой почвы снижаются содержание новообразований и масса крупных фракций. Однако совершенно не изучено действие органических и минеральных удобрений на накопление, превращение фосфора в марганцово-железистых конкрециях дерново-подзолистой почвы.

Цель нашей работы исследовать влияние систематического 15-летнего применения навоза и минеральных удобрений на накопление и характер превращения минеральных форм фосфатов в марганцово-железистых новообразованиях дерново-подзолистой почвы.

Методика исследований

Образцы почв отбирали в стационарном опыте, заложенном в учхозе «Дубки» в 1960 г. Схема его представлена в табл. 1.

Конкреции дерново-подзолистой почвы отделяли методом мокрого просеивания на сите 0,25 мм, просушивали и с помощью бинокулярной лупы освобождали от растительных и других остатков. В образцах почв, взятых с различных вариантов опыта, определяли: $pH_{\text{соль}}$ — потенциметрически, гидролитическую кислотность — по Каппену, сумму поглощенных оснований — по Гедройцу [1], гумус — по Тюрину, содержание подвижных фосфатов — методом Кирсанова и Олсена, калий подвижный — по Кирсанову, валовое количество фосфатов — по методу Мещерякова [6]. Фракции минеральных фосфатов в конкрециях почвы определяли методом Чанга и Джексона, а также по Гинзбург и Лебедевой. Последний отличается от метода Чанга и Джексона тем, что из исходной навески конкреций (почвы) выделяют фракцию разноосновных фосфатов кальция, магния и закисных форм железа, затем фракцию фосфатов алюминия и окисного железа и далее высокоосновных фосфатов кальция типа фосфорит, апатит. Это позволяет отделить фракции более растворимых соединений фосфатов кальция, магния и закисного железа от менее растворимых форм окисного железа и высокоосновных фосфатов кальция.

Изменения агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы под влиянием 15-кратного внесения навоза и минеральных удобрений

Показатели	До закладки опыта	Без удобрений (контроль)	Навоз 40 т/га	N ₂₀₀ P ₁₀₀ K ₂₄₀	Навоз 40 т/га + N ₂₀₀ P ₁₀₀ K ₂₄₀	Навоз 20 т/га + N ₁₀₀ P ₅₀ K ₁₂₀	Навоз 80 т/га
pH _{сол}	4,45	6,00	6,30	5,45	5,90	6,10	6,40
Подвижный алюминий по Соколову, мг/100 г	2,65	—	—	0,02	0,01	—	—
Обменная кислотность, мэкв/100 г	0,35	0,01	0,01	0,07	0,04	0,01	0,01
Гидролитическая кислотность, мэкв/100 г	4,38	0,83	0,81	1,64	1,52	1,40	0,94
Сумма поглощенных оснований по Гедройцу, мэкв/100 г	4,64	13,85	14,21	9,50	12,90	13,78	16,51
Степень насыщенности основаниями, %	51,5	94,3	94,4	85,2	89,4	90,8	94,5
Гумус по Тюрину, %	1,60	1,54	2,34	1,64	2,14	1,97	3,20
P ₂ O ₅ по Кирсанову, мг/100 г	1,87	2,00	11,30	13,10	24,00	7,50	19,30
K ₂ O по Масловой, мг/100 г	10,3	10,2	25,6	32,4	68,7	23,80	67,2

Результаты исследований

Применение одного навоза или совместно с минеральными удобрениями в течение 15 лет в условиях бессменного возделывания кукурузы оказало значительное влияние на свойства почвы (табл. 1). Существенно снизилась ее кислотность, увеличилась величина рН солевой вытяжки и снизилась гидролитическая кислотность, возросла сумма поглощенных оснований, произошло заметное накопление гумуса. Ежегодное использование одних минеральных удобрений способствовало подкислению дерново-подзолистой почвы, содержание гумуса оставалось таким же, как до закладки стационарного опыта в 1960 г. Очень сильное действие удобрения оказали на накопление в дерново-подзолистой почве подвижных фосфатов и калия.

Как видно из табл. 2, содержание новообразований в пахотном слое в 2—1,5 раза выше, чем в слое почвы 20—40 см. Длительное применение удобрений не влияло на этот показатель.

Фосфор органических и минеральных удобрений (табл. 3) больше накапливался в конкрециях почвы, чем в самой почве, не только в пахотном слое (0—20 см), но и в подпахотном (20—40 см). Об этом свидетельствует величина коэффициента концентрации фосфатов в конкрециях (отношение содержания фосфора в новообразованиях к его содержанию в почве).

Содержание конкреций (%) в почве полевого опыта в мае 1975 г.

Горизонт, см	Без удобрений (контроль)	Навоз 40 т/га	N ₂₀₀ P ₁₀₀ K ₂₄₀	Навоз 40 т/га + N ₂₀₀ P ₁₀₀ K ₂₄₀	Навоз 20 т/га + N ₁₀₀ P ₅₀ K ₁₂₀	Навоз 80 т/га
0—20	5,0	6,3	6,7	6,0	4,5	4,2
20—40	3,0	2,9	3,4	3,1	2,3	3,0

Наблюдалось более интенсивное накопление фосфора в конкрециях почвы при ежегодном внесении минеральных удобрений, чем в вариантах с одним навозом при эквивалентном внесении элементов питания (ср. коэффициенты концентрации фосфора в вариантах навоз 40 т/га и N₂₀₀P₁₀₀K₂₄₀).

Таблица 3

Содержание валового фосфора (мг P₂O₅ на 100 г вещества) в почве и конкрециях в слоях 0—20 см (в числителе) и 20—40 см (в знаменателе)

Объект исследования	Без удобрений (контроль)	Навоз 40 т/га	N ₂₀₀ P ₁₀₀ K ₂₄₀	Навоз 40 т/га + N ₂₀₀ P ₁₀₀ K ₂₄₀	Навоз 20 т/га + N ₁₀₀ P ₅₀ K ₁₂₀	Навоз 80 т/га
Почва	105	120	130	166	123	168
	98	115	120	127	103	145
Конкреции	310	607	730	700	390	670
	215	320	530	500	250	370
Коэффициент концентрации фосфора	2,9	5,0	5,6	4,2	3,1	4,0
	2,2	3,0	4,4	4,3	2,5	3,0
Наружные слои конкреций	310	640	810	798	430	720
Внутренние слои конкреций	310	587	602	585	320	650

Минимальное накопление фосфора в конкрециях отмечено при совместном внесении 20 т/га навоза и минеральных удобрений N₁₀₀P₅₀K₁₂₀ (табл. 3). В новообразованиях подпахотного слоя почвы во всех удобрениях вариантах опыта, кроме варианта с совместным внесением навоза 20 т/га и N₁₀₀P₅₀K₁₂₀, наблюдалось существенное увеличение коэффициента концентрации фосфатов по сравнению с контролем.

В наружных слоях новообразований концентрировалось значительно больше фосфора, чем во внутренних, во всех вариантах с удобрениями (табл. 3).

В контрольном варианте фосфаты в основном были представлены минеральными формами (77,3% минеральные, 7,4% органические формы). Длительное применение удобрений не оказало существенного влияния на относительное содержание органических форм фосфора в конкрециях, зато произошло заметное увеличение содержания суммы минеральных фосфатов (табл. 5). В еще больших размерах произошло накопление в конкрециях неизвлекаемых фосфатов при первичной последовательной их обработке по методу Чанга и Джексона. Из табл. 4 видно, что при внесении одних минеральных удобрений сумма активных минеральных фосфатов в новообразованиях увеличилась на 152,1 мг, сумма фракций трудноизвлекаемых форм — на 230 мг P₂O₅ на 100 г конкреций.

Динамика содержания минеральных фосфатов в конкрециях
(определение по Чангу и Джексону), 1975 г.

Фракции фосфатов	Без удоб- рений (контроль)	Навоз 40 т/га	$N_{200}P_{100}$ K_{240}	Навоз 40 т/га+ $N_{200}P_{100}K_{240}$	Навоз 20 т/га+ $N_{100}P_{50}K_{120}$	Навоз 90 т/га
1 н. NH_4Cl	Нет	Нет	Нет	1,3 26,0	Нет	2,5 20,1
0,5 н. NH_4F , рН 8,5	16,8 8,4	45,2 10,0	43,3 8,5	61,0 5,8	40,1 8,5	58,3 3,3
0,1 н. NaOH	168,3 37,5	206,3 31,6	263,5 39,6	239,6 25,0	190,0 20,0	227,3 17,0
0,5 н. H_2SO_4	53,8 16,0	70,7 27,0	84,2 35,0	90,1 23,7	60,1 14,0	88,3 15,0
Сумма минеральных фосфатов	238,9 26,0	322,8 23,7	391,0 29,3	392,0 17,8	290,2 16,0	376,4 11,4
Органические фосфаты	23,1 2,4	40,3 1,5	60,0 1,3	45,0 1,8	22,5 2,4	46,4 0,7
Валовой фосфор	310 9,5	607 20,7	730 23,6	700 16,2	390 8,9	670 11,1
Фосфор в остатке	48,0 4,0	233,9 44,4	278,0 44,2	254,0 27,0	72,3 13,4	239,2 30,8

Примечание. В числителе — P_2O_5 , мг на 100 г конкреций, в знаменателе — % к содержанию в исходной почве.

Этот вывод подтверждается и результатами расчетов относительного содержания активных минеральных и трудноизвлекаемых форм фосфора по отношению к валовому количеству. Во всех вариантах с удобрениями значительно увеличивалось содержание трудноизвлекаемых фракций фосфатов и снижалась доля активных минеральных форм. Действительно, при внесении 40 т/га навоза в течение 15 лет содержание активной минеральной группы по отношению к валовому количеству в конкрециях снизилось с 77,3 до 53,1%, а неизвлеченных форм увеличилось с 15,4 до 38,3%. Систематическое внесение 20 т/га навоза совместно с $N_{100}P_{50}K_{120}$ не оказывало столь сильного влияния на перераспределение этих форм фосфатов.

Активная минеральная группа фосфатов состоит в основном из фосфатов, переходящих в 0,1 н. NaOH вытяжку, в которую главным

Таблица 5

Относительное содержание фракций минеральных фосфатов
(% к их сумме в конкрециях),
определенное методом Чанга — Джексона, 1975 г.

Фракция фосфатов	Без удоб- рений (контроль)	Навоз 40 т/га	$N_{200}P_{100}$ K_{240}	Навоз 40 т/га+ $N_{200}P_{100}K_{240}$	Навоз 20 т/га+ $N_{100}P_{50}K_{120}$	Навоз 80 т/га
1 н. NH_4Cl	Нет	Нет	Нет	0,3	Нет	0,6
0,5 н. NH_4F , рН 8,5	7,1	14,2	11,1	15,6	13,8	15,5
0,1 н. NaOH	70,4	63,9	67,4	61,2	65,5	60,4
0,5 н. H_2SO_4	22,5	21,9	21,5	22,9	20,7	23,5
Минеральные фосфа- ты, % от валового	77,3	53,1	53,5	56,0	74,4	56,1
Неизвлеченный оста- ток, % от валового	15,4	38,3	38,4	36,2	18,2	35,7
Органические фосфа- ты, % от валового	7,4	6,6	8,2	6,4	5,7	6,9

образом выделяются фосфаты, связанные с железом (контроль, табл. 4).

Применение навоза, а также и минеральных удобрений способствовало значительному накоплению фосфатов железа, алюминия и кальция в конкрециях. Причем систематическое применение одних минеральных удобрений оказывало более сильное действие на связывание фосфора железом, чем внесение одного навоза. Кроме того, наблюдалось увеличение фракции фосфатов, выделенных из марганцово-железистых новообразований фтораммонийной вытяжкой. Так, в расчете на 100 г новообразований в контрольном варианте количество фосфатов этой фракции было на 28,4 мг P_2O_5 меньше, чем при внесении 40 т навоза на 1 га.

Удобрения оказали влияние и на перераспределение содержания отдельных фракций фосфатов в сумме активных форм. Так, наблюдалось некоторое снижение (на 3,0—10,0%) содержания фосфатов железа в конкрециях вариантов с удобрениями и увеличение содержания фосфатов, переходящих во фтораммонийную вытяжку (на 4,0—8,5%).

Фосфаты удобрений более интенсивно связывались марганцово-железистыми новообразованиями, чем самой почвой, причем в основном в форме трудноизвлекаемых фосфатов. Так, содержание суммы активных минеральных фосфатов в конкрециях, выраженное в процентах к исходной почве контрольного варианта, было равно 26,0, а при систематическом внесении 40 т навоза — 23,7%; содержание неизвлекаемой фракции фосфатов после первичной обработки конкреций составило соответственно 4,0 и 44,4%.

Результаты определения, выполненного методом Гинзбург и Лебедевой, так же как и определение с использованием метода Чанга и

Т а б л и ц а 6

Динамика содержания минеральных фосфатов в конкрециях
(определение по методу Гинзбург — Лебедевой)

Фракция фосфатов	Без удобрений	Навоз 40 т/га	$N_{200}P_{100}K_{240}$	Навоз 40 т/га + $N_{200}P_{100}K_{240}$	Навоз 20 т/га + $N_{100}P_{50}K_{120}$	Навоз 80 т/га
1% $(NH_4)_2SO_4 + 0,25\%$ $(NH_4)_2MoO_4$, pH 4,8	11,5 7,6	21,3 9,8	16,3 9,8	19,3 3,0	17,4 6,9	20,6 3,0
$CH_3COOH + CH_3COONH_4 +$ $0,25\% (NH_4)_2MoO_4$, pH 4,2	14,2 21,5	25,3 33,0	27,5 51,6	25,9 19,2	22,2 29,1	26,2 9,2
0,5 н. NH_4F , pH 8,5	14,4 23,1	30,0 23,3	34,0 22,4	38,3 8,3	27,0 16,7	35,4 4,4
0,1 н. NaOH	140,0 35,0	171,1 28,7	210,3 33,6	193,9 21,5	160,2 19,7	179,7 14,2
0,5 н. H_2SO_4	52,4 22,6	67,0 20,0	89,0 27,2	100,0 24,3	60,0 12,3	102,0 19,8
Сумма минеральных фосфатов	232,5 26,3	314,7 24,2	377,1 29,3	377,4 17,3	286,8 16,5	363,9 11,4
Органические фосфаты	21,7 0,6	38,1 0,2	63,0 1,6	49,2 1,0	26,8 1,7	47,3 0,3
Валовой фосфор	310 9,5	607 20,7	730 23,6	700 16,2	390 8,9	670 11,1
Фосфор в остатке	53,8 2,1	244,1 46,8	275,9 47,3	269,1 40,3	72,9 9,1	250,4 25,6

Примечание. В числителе — P_2O_5 , мг на 100 г конкреций, в знаменателе — % к содержанию в исходной почве.

Относительное содержание фракций минеральных фосфатов (% к их сумме в конкрециях), определенное методом Гинзбург — Лебедевой, 1975 г.

Фракции фосфатов	Без удобрений (контроль)	Навоз 40 т/га	$N_{200}P_{100}K_{240}$	Навоз 40 т/га + $N_{200}P_{100}K_{240}$	Навоз 20 т/га + $N_{100}P_{40}K_{180}$	Навоз 80 т/га
1% $(NH_4)_2SO_4 + 0,25\%$ $(NH_4)_2MoO_4$, pH 4,8	4,9	6,7	4,3	5,1	6,2	5,6
$CH_3COOH + CH_3COONH_4 +$ $0,25\%$ $(NH_4)_2MoO_4$, pH 4,2	6,1	8,0	7,3	6,9	7,7	7,2
0,5 н. NH_4F , pH 8,5	6,1	9,5	9,0	10,1	9,4	9,7
0,1 н. NaOH	60,3	54,3	55,8	51,4	55,8	49,4
0,5 н. H_2SO_4	22,6	21,5	23,6	26,5	20,9	28,1
Минеральные фосфаты, % от валового	75,0	51,8	51,6	53,9	73,6	54,3
Неизвлеченный остаток, % от валового	17,4	40,2	37,8	38,4	18,7	37,4
Органические фосфаты, % от валового	7,0	6,3	8,6	7,0	6,8	7,5

Джексона, показали (табл. 6), что доля органических фосфатов в марганцово-железистых конкрециях очень незначительна, а применяемые удобрения слабо влияют на содержание этих форм в конкрециях. Так, если при внесении одних минеральных удобрений $N_{200}P_{100}K_{240}$ содержание фракции органических фосфатов в конкрециях было выше в 3 раза по сравнению с соответствующим показателем в контроле, то их отношение к фосфору в почве практически не изменилось (табл. 6, 7).

Удобрения способствовали снижению доли активной минеральной группы в валовом фосфоре конкреций и увеличению доли неизвлекаемых фосфатов при первичной обработке конкреций последовательными вытяжками (табл. 7). Это, несомненно, указывает на более сильную фиксацию фосфора конкрециями. Данный вывод подтверждают и результаты определения суммы активных минеральных форм фосфатов, а также содержания неизвлеченного остатка. Так, содержание активной группы минеральных фосфатов конкреций при систематическом внесении минеральных удобрений по сравнению с контрольным вариантом возросло на 144,6 мг, а неизвлеченного остатка — на 222,1 мг P_2O_5 в расчете на 100 г новообразований.

Содержание неизвлекаемого остатка фосфатов в конкрециях, выраженное в процентах от его уровня в исходной почве, в варианте $N_{200}P_{100}K_{240}$ увеличилось с 2,1 до 47,3%, тогда как содержание фракции активных минеральных фосфатов — с 26,3 до 29,3% (табл. 6, вар. 1 и 3).

Как показывает табл. 7, в контроле более половины всей фракции активных минеральных форм в конкрециях составляли фосфаты окисного железа. В условиях длительного ежегодного применения удобрений в активной минеральной группе происходило относительное снижение содержания фосфатов окисного железа с 60,3 до 49,4% в варианте 80 т навоза и увеличение доли фосфатов алюминия и закисного железа (с 6,1 до 9,7 и с 6,1 до 7,2% соответственно).

Количество минеральных фосфатов, выраженное в процентах к исходной почве, зависело не только от доз применяемых удобрений, но и от содержания самих новообразований в дерново-подзолистой почве. Это подтверждают данные о содержании фосфатов железа в конкрециях, выраженном в процентах к их количеству в исходной почве в вариантах 40 т навоза + $N_{200}P_{100}K_{240}$ и 80 т навоза.

Содержание валового фосфора в конкрециях и дерново-подзолистой почве
(мг P_2O_5 на 100 г вещества)

Анализируемый образец	Без удобрений (контроль)	Навоз 40 т/га	$N_{200}P_{100}K_{240}$	Навоз 40 т/га + $N_{200}P_{100}K_{240}$	Навоз 20 т/га + $N_{100}P_{50}K_{120}$	Навоз 80 т/га
Почва с конкрециями:						
после 5-летнего внесения удобрений, 1965 г.	120	173	177	182	154	176
через 10 лет последствие удобрения, 1975 г.	117	130	133	133	120	130
Почва без конкреций, 1975 г.	107	108	110	110	109	113
Конкреции, 1975 г.	310	510	670	580	335	600

В план проведения стационарного полевого опыта входило изучение не только прямого действия применяемых удобрений, но также и их последствия. Из табл. 8 видно, что в почве с конкрециями после 5-летнего применения навоза и минеральных удобрений произошло довольно значительное накопление валового фосфора по сравнению с содержанием его в почве контрольного варианта. После прекращения внесения удобрений в течение 10 лет их последствия наблюдалось довольно сильное снижение содержания валового фосфора в почве с конкрециями по сравнению с контролем. Тем не менее в почве ранее удобрявшихся участков содержалось P_2O_5 больше, чем в контроле. Следовательно, не все запасы фосфатов, накопившиеся в почве в период интенсивного применения удобрений, были использованы кукурузой.

В почве без марганцово-железистых новообразований валовые запасы фосфора были практически целиком использованы растениями, и содержание их во всех вариантах опыта не превышало контроль. Таким образом, фосфор, накапливающийся в конкрециях, мало доступен для растений, о чем свидетельствует и довольно высокое его содержание в новообразованиях и после длительного последствие удобрения. Так, через 10 лет после 5-летнего внесения 40 т навоза на 1 га в конкрециях (100 г) содержалось на 200 мг P_2O_5 больше, чем в новообразованиях почвы контрольного варианта, а при внесении 80 т навоза — на 310 мг P_2O_5 .

Применяемые удобрения оказывали довольно сильное влияние на содержание фосфатов, переходящих из конкреций в вытяжки 0,2 н. HCl и 0,5 н. $NaHCO_3$ (табл. 9).

Таблица 9

Содержание подвижных фосфатов в конкрециях (мг P_2O_5 на 100 г)

Метод	Без удобрений (контроль)	Навоз 40 т/га	$N_{200}P_{100}K_{240}$	Навоз 40 т/га + $N_{200}P_{100}K_{240}$	Навоз 20 т/га + $N_{100}P_{50}K_{120}$	Навоз 80 т/га
Кирсанова	0,9	3,4	2,7	4,4	2,1	6,2
	2,3	10,2	7,5	10,0	7,1	16,2
Олсена	2,1	3,9	4,3	5,5	3,1	6,3
	6,4	16,0	14,0	16,5	11,3	20,0

Примечание. В числителе — целые конкреции, в знаменателе — размолотые.

Переход фосфатов в указанные вытяжки из размолотых конкреций был в 2—3 раза выше, чем из целых (табл. 9). Судить о степени доступности вытесненных из конкреций фосфатов довольно трудно, так как еще не проведены прямые исследования с растениями, однако можно, видимо, считать хорошо доступными для растений те 10 и 16 мг P_2O_5 на 100 г почвы, которые перешли из размолотых конкреций в вытяжки, предложенные Кирсановым и Олсенем.

Выводы

1. Интенсивное применение навоза и минеральных удобрений на фоне извести, внесенной по полной гидrolитической кислотности, способствовало снижению кислотности дерново-подзолистой почвы, увеличению суммы поглощенных оснований и степени их насыщенности, накоплению гумуса и содержания подвижных элементов питания.

2. Длительное применение разных доз навоза и минеральных удобрений не оказало влияния на количество марганцово-железистых новообразований в почве.

3. Фосфор удобрений более интенсивно накапливается в конкрециях, чем в самой почве. При этом размеры аккумуляции его в наружных слоях новообразований были значительно больше, чем во внутренних.

4. Удобрения способствовали накоплению в конкрециях активных минеральных фосфатов, более 50% которых составляли фосфаты, связанные с закисным и окисным железом.

5. В марганцово-железистых конкрециях под действием удобрений наблюдалось значительное накопление трудноизвлекаемых фракций минеральных фосфатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимические методы исследования почв. М., «Наука», 1975. — 2. Иванов Г. И., Стрельченко Н. Е. Об аккумуляции фосфора в конкрециях почв Приморья. «Агрохимия», 1976, № 5, с. 28—33. — 3. Кашанский А. Д., Высоцкий К. Л. Особенности химического состава $Mn-Fe$ новообразований в связи с локальной неоднородностью горизонтов подзолистых почв. «Изв. ТСХА», 1977, вып. 5, с. 88—97. — 4. Кашанский А. Д., Высоцкий К. Л. Особенности распределения $Mn-Fe$ новообразований в связи с локальной неоднородностью горизонтов подзолистых почв. «Изв. ТСХА», 1977, вып. 4, с. 108—115. — 5. Макаров А. В. Современные конкреции в осадках и почвах и закономерности их географического распределения. М., «Наука», 1966. — 6. Мещеря-

ков А. М. Разложение почв серной и хлорной кислотами для определения азота и фосфора. «Почвоведение», 1963, № 5, с. 96—101. — 7. Попазов Д. И. О генезисе $Fe-Mn$ конкреций в дерново-подзолистых почвах и солодах. «Докл. ТСХА», 1958, вып. 39, с. 161—168. — 8. Попазов Д. И. Некоторые данные о химическом составе марганцово-железистых конкреций дерново-подзолистых и осолоделых почв. «Докл. ТСХА», 1957, вып. 29, с. 208—213. — 9. Полтева Р. Н., Соколова Т. А. Исследование конкреций из сильноподзолистой почвы. «Почвоведение», 1967, № 7, с. 44—51. — 10. Терещина Т. В. Минералогический и химический состав илистых фракций почвы и марганцово-железистых конкреций. «Вест. МГУ», Сер. Биол. и почвовед., 1973, № 4, с. 71—80.

Статья поступила 23 мая 1978 г.

SUMMARY

Continuous application of manure and mineral fertilizers did not produce any effect on the amount of manganese-iron concretions in soddy-podzolic soil. However, it should be noted that phosphorus accumulated in them even in higher amounts than in the soil. Among the phosphoric compounds formed in the concretions under the effect of fertilizers, iron phosphates and phosphates which could not be extracted by different successive extracts by means of Ginzburg — Lebedeva and Changa — Jekson techniques predominated.