

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОСФАТОВ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ГЛЕЕВАТОЙ ПОЧВЕ

М. А. КУЗЬМИЧ, Ю. К. ЧУПРИКОВ

(Кафедра агрономической и биологической химии)

Доступность растениям почвенных и остаточных фосфатов, а также отзывчивость растений на фосфорные удобрения резко меняются как в отдельные годы, так и в течение вегетационного периода [6, 7, 9, 16]. В одних случаях приводятся данные о значительной мобилизации фосфатов, в других — о снижении их доступности, а в ряде работ сообщается, что содержание в почве подвижных фосфатов на протяжении вегетационного периода не меняется [4, 13—15, 18].

Изменение доступности растениям фосфатов чаще всего связывают с колебаниями температуры и влажности почвы [3, 10, 17, 23, 25, 26, 27]. Поэтому важно знать, в каком состоянии необходимо анализировать почвенные образцы: высушенными до воздушно-сухого состояния или при их естественной влажности. По некоторым данным, высушивание почвенного образца приводит к изменению количества подвижной фосфорной кислоты [2, 3, 17, 20], а также к перераспределению фосфора по фракциям [5].

Установление пределов возможных колебаний подвижности фосфатов и доступности их растениям в зависимости от предшествующей удобренности почвы, а также выяснение причин этих явлений позволят более рационально применять удобрения с учетом почвенного плодородия.

Нами была предпринята попытка в процессе сравнительного изучения методов определения подвижности фосфатов в почвах оценить степень их пригодности для установления обеспеченности растений фосфором, а также выявить факторы, влияющие на динамику подвижных фосфатов.

Методика исследований

Наши исследования проводились на участке стационарного полевого опыта, заложенного в 1960 г. в учхозе «Дубки» Рузского района Московской области по следующей схеме: 1 — контроль (без удобрений), 2 — навоз 40 т/га; 3 — $N_{200}P_{100}K_{240}$ (минеральные удобрения); 4 — навоз 40 т/га + $N_{200}P_{100}K_{240}$; 5 — навоз 20 т/га + $N_{100}P_{50}K_{120}$; 6 — навоз 80 т/га.

Перед закладкой опыта участок производственно в дозе по гидролитической кислотности. Почва опытного участка среднетерноватая сильноподзолистая среднесуглинистая глееватая на алюмосиликатной морене. Агрохимические показатели почвы до закладки опыта: гумус по Тюрину — 1,60%, pH_{KCl} — 4,45, Нг — 4,38 мэкв, S — 4,64 мэкв на 100 г, V — 51,4%, P_2O_5 по Кирсанову — 1,9 мг, K_2O по Масловой — 10,3 мг на 100 г почвы.

До 1965 г. изучалось действие удобрений при ежегодном их внесении. С 1965 г. — последствие удобрений, для этой цели делянки были разделены пополам. На од-

ной половине делянки (вариант а) продолжалось внесение навоза и минеральных удобрений по старой схеме, на другой (вариант б) — внесение удобрений было прекращено. Общая площадь делянки после разделения составляла 120,5 м², учетная площадь — 79,5 м². В 1975 г. в почву делянок 26, 36, 46 и 56 были внесены следующие количества минеральных удобрений: 26 — $N_{200}P_{1200}K_{240}$; 36 — $N_{200}P_{2400}K_{240}$; 46 — $N_{200}P_{100}K_{240}$; 56 — $N_{200}P_{200}K_{240}$.

В варианте 66 удобрения не вносили, следовательно, здесь продолжали изучать их последствие. В 1976—1977 гг. удобрения в опыте не применяли.

Почвенные образцы отбирали тростьевым буром во всех вариантах опыта в пяти точках каждой повторности на глубину 0—20 см. Из индивидуальных образцов непосредственно на поле составляли смешанный образец, который помещали в полиэтиленовый пакет. Во влажных почвенных образцах в день их отбора определяли влажность почв — весовым методом; закисное и

Метеорологические условия 1977 г.

Показатель	Ап- рель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Сумма
Среднемесячная температура воздуха °С	6,2	13,4	15,6	17,6	14,7	8,9	76,4
Средняя многолетняя	3,2	11,1	14,9	17,1	15,3	9,9	71,5
Количество атмосферных осадков, мм	49	109	84	69	74	45	430
Среднее многолетнее	37	55	73	83	79	63	390

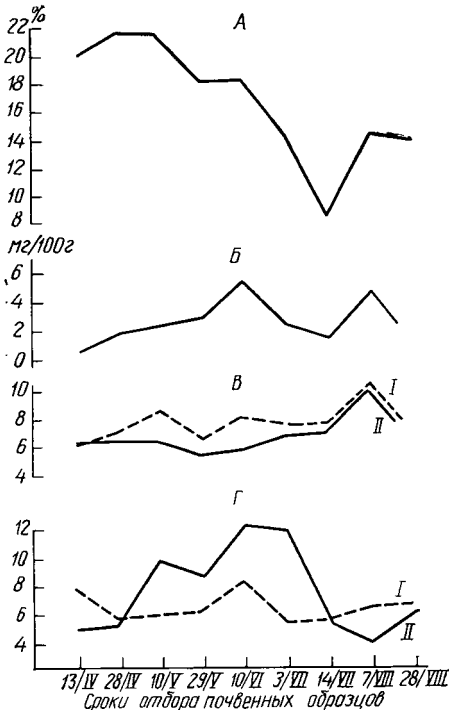
окисное железо (вытяжка 0,1 н. H_2SO_4 с окрашиванием α - α -дипиридиллом); подвижные фосфаты методами Кирсанова и Олсена (вытяжку 0,5 н. $NaHCO_3$ обесцвечивали активированным углем); запас растворимых фосфатов в вытяжках Кирсанова и Олсена с помощью ^{32}P по Соколову. Навеску почвы брали с учетом ее влажности. После высушивания образец измельчали в фарфоровой ступке, просеивали через сито 1 мм и снова определяли подвижные фос-

фаты двумя методами. Фосфор в растениях и почве определяли колориметрически на ФЭК с окрашиванием раствора по методу Мерфи-Райли [1]. Все образцы анализировали в 2-кратной повторности.

Метеорологические условия 1977 г. в целом были благоприятными для формирования урожая клевера. Количество осадков и температура воздуха были выше средне-многолетних (табл. 1).

Результаты исследований

Увеличение подвижности фосфатов некоторые авторы связывают с развитием в почве восстановительных процессов при избыточном ее увлажнении [7, 12, 24, 25, 27].



Сезонная динамика некоторых показателей почв в варианте 2а в 1977 г.

I — в воздушно-сухих образцах; II — в образцах без высушивания; А — влажность почвы, % от массы почвы; Б — Fe^{++} в пересчете на Fe_2O_3 , мг/100 г; В — P_2O_5 по Олсену, мг/100 г; Г — P_2O_5 по Кирсанову, мг/100 г.

Влажность почвы на протяжении всего периода наблюдений не поднималась выше 24% от массы почвы, а чаще всего выражено избыточное увлажнение отсутствовало (рисунок, табл. 2). Тем не менее при сильном уплотнении почвы (под клевером) параллельно с повышением температуры увеличивалось содержание в ней закисного и окисного железа, что свидетельствует о развитии восстановительных процессов (рисунок, табл. 3). Максимальное количество закисных форм железа накопилось в почве при внесении 80 т/га навоза, 10 июня оно составило 6,2 мг Fe_2O_3 на 100 г почвы.

По данным С. П. Яркова и др. [24], значительное количество закисного железа образуется даже при влажности 40% от полной влагоемкости.

Содержание подвижных фосфатов, определяемое методом Кирсанова во влажных почвенных образцах сразу после оттаивания почвы, было очень низким (рисунок, табл. 4). При повышении температуры воздуха и почвы количество

Изменение влажности почвы в течение вегетационного периода 1977 г.
(% от массы почвы)

Вариант опыта	13/IV	28/IV	10/V	29/V	10/VII	3/VII	14/VII	7/VIII	28/VIII
1 (контроль)	18,0	19,2	19,0	18,0	14,2	8,2	5,8	9,7	10,6
2а	20,0	21,6	21,4	18,0	18,2	14,2	8,3	14,4	13,8
2б	19,6	20,0	21,6	20,0	17,2	12,8	5,0	12,0	12,4
3а	18,0	20,2	20,0	16,0	16,2	14,8	5,1	13,2	11,6
3б	18,0	21,8	23,4	18,0	16,8	15,2	7,0	16,6	14,0
4а	20,0	22,4	23,4	20,0	19,0	11,2	4,8	14,9	13,2
4б	19,0	19,8	22,8	20,0	17,4	11,0	6,6	14,5	12,6
5а	20,4	21,4	21,6	20,0	16,6	9,8	7,3	16,3	13,4
5б	20,6	21,0	22,8	18,0	16,8	11,8	7,6	13,0	14,4
6а	21,4	23,0	23,2	20,0	18,0	15,6	8,8	16,6	13,6
6б	19,0	21,6	20,4	20,0	16,2	11,6	9,6	13,8	12,6

подвижных фосфатов резко увеличилось. В варианте 2а (40 т/га навоза), например, разница между минимальным и максимальным его содержанием (13 апреля — 10 июня) достигла 7,5 мг P_2O_5 . При этом почва перешла из класса с низкой обеспеченностью подвижным фосфором в класс с повышенной обеспеченностью. В вариантах, в которых отмечено более высокое содержание подвижных фосфатов, эта разница была еще больше (табл. 5, варианты 2б, 3а, 3б и 4а).

Таблица 3

Динамика содержания закисного (в числителе) и окисного (в знаменателе) железа в почве в течение вегетационного периода 1977 г.
(мг Fe_2O_3 на 100 г воздушно-сухой почвы)

Вариант опыта	13/IV	28/IV	10/V	29/V	10/VII	14/VII	3/VII	7/VIII	28/VIII
1 (контроль)	0,1	1,0	2,4	2,5	4,4	3,5	1,6	4,2	1,7
	4,6	8,4	10,5	12,5	9,2	6,1	6,7	15,1	7,5
2а	0,3	1,7	2,3	2,8	5,5	2,5	1,4	4,7	2,2
	5,1	8,8	12,3	12,7	9,5	11,1	5,4	14,6	8,6
2б	0,1	1,5	1,6	2,4	5,3	3,5	1,3	3,2	2,1
	5,2	11,8	11,6	9,7	9,6	8,7	5,6	16,1	8,5
3а	0,1	1,4	1,4	2,7	4,6	4,0	1,2	2,2	1,5
	5,0	8,6	9,5	9,9	8,6	9,6	5,7	21,8	6,8
3б	0,1	0,2	1,5	4,3	5,1	2,9	1,3	2,3	3,9
	3,2	5,2	9,2	14,0	10,5	9,0	7,1	33,2	6,7
4а	0,1	1,9	2,4	2,1	5,9	3,2	1,8	3,4	2,7
	4,2	10,6	9,0	10,6	10,0	9,7	5,9	21,1	7,4
4б	0,1	2,5	2,6	2,6	4,6	4,1	1,8	2,3	1,8
	4,6	11,3	8,5	9,7	7,0	9,9	6,4	19,0	8,1
5а	0,1	2,1	2,4	3,2	5,8	4,7	1,9	3,9	2,0
	4,7	11,4	10,5	11,0	8,6	9,6	5,5	13,9	8,2
5б	0,6	1,9	2,9	2,9	5,7	4,9	2,2	4,3	2,0
	5,2	8,6	9,7	8,2	7,7	9,2	6,7	18,4	7,5
6а	0,4	2,1	3,2	4,8	6,2	3,6	2,2	5,1	3,8
	6,0	12,5	16,1	11,8	8,1	9,0	6,6	19,9	11,0
6б	0,2	2,0	3,4	4,8	6,2	3,7	2,1	4,9	3,4
	6,0	12,6	13,2	9,7	8,8	9,9	7,5	15,9	10,1

При повышенных температурах воздуха и недостаточном количестве осадков влажность почвы 3 июля снизилась, а 14 июля она составила всего 5—9% от массы почвы. В этих условиях уменьшилось содержание как окисного, так и закисного железа, а также подвижных фосфатов.

Высушивание почвенных образцов до воздушно-сухого состояния привело к увеличению P_2O_5 , извлекаемой 0,2 н. HCl только при отсутствии в почве значительных количеств подвижных форм железа (табл. 4, рисунок, 13 апреля). Если же содержание последних было повышенным, то отмечалось снижение количества подвижной P_2O_5 , как и в период кратковременной засухи 14 июля.

В последующие сроки отбора проб (7 и 28 августа) при увеличении влажности почвы содержание закисного железа в почве несколько повысилось, однако количество подвижных фосфатов существенно не изменилось. Возможно, это является следствием повышенного потребления фосфора отрастающим клевером, так как 20 июля проводили I укос клевера.

Таким образом, данные о содержании подвижных фосфатов в воздушно-сухих образцах, полученные методом Кирсанова, в одних случаях завышены, в других занижены, т. е. не дают правильного представления об обеспеченности почвы этими соединениями.

Получение равновесной концентрации подвижных фосфатов в почве, которая имеет место при высушивании почвы, вероятно, удобно для составления картограмм, рассчитанных на пользование в течение нескольких лет. Для изучения процессов мобилизации почвенных фос-

Т а б л и ц а 4

Динамика содержания подвижных фосфатов, определяемого по методу Кирсанова, во влажных (числитель) и воздушно-сухих (знаменатель) образцах почвы в 1977 г.

Вариант опыта	Сроки отбора образцов									HcP _{0a}
	13/IV	28/IV	10/V	29/V	10/VI	3/VII	14/VII	7/VIII	28/VIII	
1 (контроль)	1,1	1,7	2,3	2,0	1,7	0,8	1,2	0,8	1,1	0,4
	2,2	1,3	1,1	1,2	1,1	1,0	0,9	1,1	1,1	
2а	4,9	5,2	9,9	8,6	12,4	12,1	5,5	3,9	6,0	2,4
	8,0	5,8	6,1	6,3	8,5	5,4	5,7	6,6	6,7	
2б	10,0	15,5	15,4	13,4	22,9	16,9	6,6	6,0	7,8	3,3
	15,5	10,3	15,3	12,8	14,4	10,0	7,0	8,0	6,4	
3а	6,0	7,0	11,5	14,4	18,9	14,9	6,0	4,9	4,3	3,3
	8,6	6,4	7,1	9,9	7,5	12,0	5,9	5,6	5,7	
3б	51,8	44,8	51,0	50,7	60,6	41,0	16,0	21,5	32,0	6,5
	54,6	47,2	47,8	51,6	38,4	53,0	14,7	21,7	26,1	
4а	12,2	11,2	18,7	20,3	20,8	15,9	16,3	10,8	11,8	6,6
	19,6	12,0	10,8	12,6	12,5	11,6	16,6	10,8	10,9	
4б	4,6	5,4	6,7	6,2	6,5	3,1	3,1	2,6	3,6	1,2
	6,4	4,2	3,5	3,3	3,7	2,3	3,3	3,2	3,0	
5а	5,0	4,9	5,5	7,1	5,4	4,2	4,2	1,4	3,7	1,1
	8,0	5,4	4,3	5,7	3,6	3,0	5,0	2,5	2,7	
5б	4,7	6,2	10,3	4,5	6,5	2,5	6,8	1,0	4,8	1,2
	6,5	6,4	6,6	2,9	4,4	2,6	5,4	1,4	2,9	
6а	10,8	14,8	17,4	15,8	18,9	8,5	11,9	10,8	10,5	2,8
	14,5	10,1	10,9	10,4	13,1	9,1	12,4	9,8	9,9	
6б	6,6	5,6	9,4	8,2	8,1	3,1	5,3	4,4	4,4	1,4
	7,9	5,4	5,3	5,8	4,4	3,4	3,6	3,7	4,0	

Динамика содержания подвижных фосфатов, определяемых по методу Олсена, во влажных (числитель) и воздушно-сухих (знаменатель) образцах почвы в 1977 г.

Вариант опыта	13/IV	29/IV	10/V	29/V	10/VI	3/VI	14/VII	7/VIII	28/VIII	НСР ₀₅
1 (контрль)	1,6	2,8	2,3	2,2	1,7	2,4	2,6	3,0	2,6	0,4
	2,4	3,4	3,4	3,4	2,3	3,6	3,8	2,9	2,4	
2а	6,2	6,5	6,5	5,4	5,7	6,9	7,0	9,9	7,4	0,6
	6,2	7,0	8,5	6,6	8,2	7,5	7,8	10,4	8,2	
2б	8,3	8,0	10,2	11,0	9,6	14,3	7,9	14,5	10,5	3,4
	9,9	11,6	14,3	13,2	13,9	14,7	15,7	9,7	10,6	
3а	7,0	13,0	7,3	10,6	11,4	12,0	8,7	11,0	7,7	1,8
	8,5	8,1	8,1	14,1	7,7	13,7	10,1	9,4	10,2	
3б	23,3	18,6	18,6	32,5	26,4	16,6	24,5	23,5	22,0	4,5
	23,3	21,8	19,8	34,2	29,5	25,8	18,6	19,1	20,1	
4а	13,1	18,9	10,7	11,1	7,1	13,7	12,6	22,7	14,0	2,8
	12,3	12,2	12,0	15,2	7,3	15,2	13,2	15,3	16,2	
4б	4,4	9,5	6,3	4,2	4,3	5,5	6,3	8,2	6,3	0,9
	5,5	8,5	7,5	6,0	6,2	6,3	7,6	6,6	5,2	
5а	5,8	9,1	7,3	6,0	4,9	6,9	8,6	7,4	6,7	0,8
	6,6	8,4	6,4	7,7	5,3	7,0	6,5	5,9	6,1	
5б	4,5	6,1	7,6	4,9	4,4	6,1	8,6	4,9	6,1	0,5
	5,7	6,5	8,9	5,6	6,5	5,6	9,2	4,7	5,9	
6а	11,0	13,2	11,7	8,8	7,9	13,2	17,4	15,1	13,8	0,6
	10,4	13,8	12,2	10,4	7,8	13,4	14,9	14,1	14,5	
6б	7,3	10,9	7,3	5,4	3,0	6,3	7,4	6,4	6,0	1,6
	5,3	7,0	5,9	7,6	6,3	7,5	8,6	6,5	7,4	

фатов анализировать почву необходимо только в естественном состоянии, без высушивания.

В то же время на содержание подвижной P_2O_5 , определяемой методом Олсена (рисунок, табл. 5), высушивание почвы повлияло в меньшей степени. Количество подвижных фосфатов здесь также увеличивалось при повышении температуры, но размеры колебаний были значительно меньше.

Высокая зависимость результатов, получаемых с использованием метода Кирсанова, от содержания в почве подвижных форм железа и отсутствие такой зависимости при методе Олсена обусловили необходимость исследования наличия процессов вторичного осаждения в вытяжках 0,2 н. HCl и 0,5 н. $NaHCO_3$ с помощью ^{32}P по методу Соколова [1].

Результаты исследований показали (табл. 6), что во всех вариантах опыта экстрагентом 0,2 н. HCl было растворено больше фосфора (запас растворимых фосфатов), чем 0,5 н. $NaHCO_3$. В тех случаях, когда содержание подвижных фосфатов, определяемых обоими методами, практически одинаковое (табл. 6, варианты 1, 4б, 5б), это объясняется различной степенью вторичного осаждения фосфатов при использовании метода Кирсанова. При извлечении подвижной фосфорной кислоты по методу Кирсанова количество вторично осажденного фосфора находится в обратной зависимости от общего содержания в почве подвижных фосфатов. О подобной зависимости сообщают Соколов и др. [22]. Как указывает Гладкова [8], обратное поглощение фосфатов из вытяжек зависит от pH, ионного состава раствора, соотношения навески почвы и объема растворителя и т. д.

Рассчитанная нами связь между содержанием подвижных (x) и запасом растворимых фосфатов (y) настолько тесная ($r=0,996\pm 0,003$), что она переходит в функциональную зависимость, выражаемую уравнением $y=7,5+1,28x$. Используя приведенное уравнение, мы рассчитали показатели запаса растворимых фосфатов 0,2 н. HCl. Они оказались близкими к полученным при непосредственном определении (табл. 6).

Следует также отметить, что при равном абсолютном содержании подвижных фосфатов в почве, определяемом обоими методами, обеспеченность культур фосфором согласно градациям предложенных авторами методов будет совершенно различной. Однако значения обратного осаждения фосфатов в том или ином растворителе не являются единственными критериями оценки пригодности метода для определения обеспеченности почвы фосфором. При выборе способа извлечения подвижных фосфатов из почвы необходимо учитывать пригодность ре-

Т а б л и ц а 6

Коэффициенты использования клевером подвижных и растворимых фосфатов
(в числителе — варианты а, в знаменателе — варианты б)

Показатель	Вариант опыта					
	1 (конт- роль)	2	3	4	5	6
Урожай, ц/га	35,1	$\frac{50,0}{49,9}$	$\frac{52,9}{52,8}$	$\frac{59,3}{53,3}$	$\frac{53,8}{44,8}$	$\frac{59,7}{44,9}$
Вынос P_2O_5 с урожаем, кг/га	18,9	$\frac{32,6}{37,4}$	$\frac{38,1}{46,3}$	$\frac{42,7}{29,6}$	$\frac{35,5}{25,1}$	$\frac{42,9}{26,5}$
Метод Кирсанова						
Подвижные фосфаты: содержание, мг $P_2O_5/100$ г	2,5	$\frac{10,3}{11,0}$	$\frac{12,4}{73,2}$	$\frac{23,3}{6,6}$	$\frac{9,8}{5,5}$	$\frac{18,7}{9,9}$
использование, %	25,3	$\frac{10,5}{11,3}$	$\frac{10,2}{2,1}$	$\frac{6,1}{14,9}$	$\frac{12,1}{15,2}$	$\frac{7,6}{8,9}$
Растворимые фосфаты: запас, мг $P_2O_5/100$ г	8,1	$\frac{22,9}{19,6}$	$\frac{21,3}{99,8}$	$\frac{39,6}{14,9}$	$\frac{21,3}{14,5}$	$\frac{36,1}{19,0}$
использование, %	7,8	$\frac{4,7}{6,4}$	$\frac{5,5}{1,5}$	$\frac{3,6}{6,6}$	$\frac{5,5}{5,8}$	$\frac{4,0}{4,7}$
запас по уравнению	10,7	$\frac{20,7}{21,6}$	$\frac{23,4}{101,2}$	$\frac{37,3}{15,9}$	$\frac{20,0}{14,5}$	$\frac{31,4}{20,2}$
Вторичное осаждение, %	68,8	$\frac{55,0}{44,0}$	$\frac{41,8}{26,5}$	$\frac{41,2}{55,7}$	$\frac{54,0}{61,7}$	$\frac{48,2}{52,1}$
Метод Олсена						
Подвижные фосфаты: содержание, мг $P_2O_5/100$ г	3,4	$\frac{6,6}{9,6}$	$\frac{8,6}{21,3}$	$\frac{12,2}{6,0}$	$\frac{6,8}{4,7}$	$\frac{12,1}{6,2}$
использование, %	18,6	$\frac{16,5}{13,0}$	$\frac{14,8}{7,2}$	$\frac{11,7}{16,4}$	$\frac{17,1}{17,8}$	$\frac{11,8}{14,2}$
Растворимые фосфаты: запас, мг $P_2O_5/100$ г	4,5	$\frac{8,8}{12,8}$	$\frac{11,9}{27,9}$	$\frac{17,2}{8,6}$	$\frac{9,2}{6,6}$	$\frac{16,3}{8,1}$
использование, %	14,0	$\frac{12,3}{9,7}$	$\frac{10,7}{5,5}$	$\frac{8,3}{11,5}$	$\frac{12,9}{12,7}$	$\frac{8,8}{10,9}$
Вторичное осаждение, %	24,4	$\frac{25,5}{25,0}$	$\frac{27,7}{23,7}$	$\frac{29,1}{30,2}$	$\frac{25,0}{28,8}$	$\frac{25,8}{23,5}$

актива для растворения главных форм усвояемых фосфатов данного типа почвы [8]. Исследованиями, проведенными ФАО ООН [16] в разных странах мира, было установлено, что метод Олсена (определение растворимости фосфора в 0,5 н NaHCO_3) дает более точные результаты, чем какой-либо другой метод в широком диапазоне почв — от оподзоленных на севере и до почв тропиков и субтропиков и от кислых почв до щелочных.

Результаты определения подвижных фосфатов соответствующим методом также необходимо сравнивать с данными, полученными, в полевых и вегетационных опытах. В литературе отмечается [21], что коэффициенты использования фосфора почвы как различными культурами, так и одной культурой в условиях полевых опытов значительно колеблются. В опытах с сахарной свеклой [19] использованию растениями подвижных фосфатов из почвы, определяемых по методу Кирсанова, изменялось от 8,2 до 41,2%. Колебания этого показателя существенно препятствуют практическому применению расчетов доз удобрений. Среди причин, обуславливающих колебания коэффициента использования фосфатов, автор отмечает свойства почвы, обеспеченность другими элементами питания, физиологические особенности возделываемых культур и т. д.

Использование клевером фосфатов почвы в условиях полевого опыта значительно колебалось в пределах одного поля (табл. 6). Размеры колебаний зависели от содержания подвижных фосфатов в почве и в значительной степени от используемого метода. Максимальное использование фосфатов отмечено в контрольном варианте при очень низком содержании в почве подвижных фосфатов (контроль), минимальное — при наиболее высоком их содержании (табл. 6, вариант 3б).

Амплитуда колебаний (отклонение от среднего уровня, выраженное в %) имеет наибольший размах при определении содержания подвижных фосфатов по методу Кирсанова. Прямая пропорциональная зависимость между содержанием подвижных фосфатов и выносом фосфора клевером отсутствует, поскольку обеспеченность другими элементами питания во всех вариантах полевого опыта различная. Однако тот факт, что при использовании метода Кирсанова отклонения от среднего уровня составляют 18—224%, а при использовании метода Олсена — 31—131%, свидетельствует о недостатках первого метода, обусловленных вторичным осаждением. Использование показателей запаса растворимых 0,2 н HCl фосфатов по методу Соколова так же, как и данных, полученных с помощью метода Олсена, резко снижает колебания коэффициента использования фосфатов из почвы. Это позволяет расширить применение на практике метода элементарного баланса при расчете доз удобрений, необходимых для получения определенного урожая.

Выводы

1. Содержание подвижных соединений фосфора в почве изменяется в течение вегетационного периода, что может быть связано с изменением температуры и влажности почвы.

2. При высушивании образцов дерново-подзолистой почвы до воздушно-сухого состояния результаты могут быть как завышенными, так и заниженными по сравнению с данными, полученными при анализе образцов в естественном состоянии, без высушивания.

3. Для определения содержания подвижных фосфатов в дерново-подзолистой почве можно использовать метод Олсена. Этот метод так же, как и определение запаса растворимых 0,2 н HCl подвижных фосфатов по Соколову, более точно отражает обеспеченность почвы фосфором по сравнению с методом Кирсанова, что позволяет расширить применение на практике метода элементарного баланса при расчетах доз удобрений.

4. Между запасом растворимых 0,2 н. НСІ фосфатов и содержанием подвижных фосфатов в дерново-подзолистой почве существует функциональная зависимость, выражаемая уравнением $y=7,5+1,28x$. Расчет запаса растворимых фосфатов (y) по этому уравнению позволяет учесть эффект вторичного осаждения в вытяжке 0,2 н. НСІ, что исключает необходимость использования ^{32}P .

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимические методы исследования почв. М., «Наука», 1975, с. 131.
2. Адерихин П. Г. Влияние высушивания почвы на ее состав и свойства. — Тр. Юбил. сессии, посвящ. 100-летию со дня рождения В. В. Докучаева. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1949, с. 333—336.
3. Адерихин П. Г. Поглощение фосфорной кислоты почвами при различных условиях. — Бюл. общ-ва естествоиспытателей при Воронежском ун-те. Т. 8. 1953.
4. Важенин И. Г., Лебедева З. И., Ломакина Н. И. Динамика питательных веществ. — Агрхим. работы в Калининград. обл-ти. М., 1959.
5. Вервейко Е. И. Распределение фосфора удобрения по фракциям фосфатов в черноземе мощном. — Химия в сельск. х-ве, 1977, № 7, с. 38.
6. Гинзбург К. Е. Методы определения фосфора в почве. — В кн.: Агрхим. методы исследования почв. М., «Наука», 1975, с. 131.
7. Гиичиев И. Г. Динамика питательных веществ в луговой почве Терско-Сулакской низменности в связи с применением азотных удобрений под рис. — Агрхимия, 1972, № 11, с. 16—21.
8. Гладкова К. Ф. Методика определения запаса растворимых фосфатов в почве по поглощению ^{32}P из вытяжки. — В кн.: Фосфорные удобрения и питание растений. М., Изд-во с.-х. лит-ры, журн. и плак., 1963, с. 181—190.
9. Зверева Е. А., Ковальский М. В., Щербинина Л. И. Эффективность удобрений при систематическом их применении на темно-каштановых почвах Северного Кавказа в условиях орошения. — В кн.: Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. Вып. V. М., «Колос», 1974, с. 129—159.
10. Иванова Т. И., Спиридовская С. В. Поглощение фосфора ячменем и эффективность внесенных фосфатов в зависимости от температуры, влажности и агрохимических свойств почвы. — Агрхимия, 1970, № 9, с. 28—33.
11. Канивец И. И., Гнатовская А. И. Элементы почвенного плодородия и методы их изучения. Харьков—Киев, 1932.
12. Кауричев И. С., Федоров Е. Л., Ли Чан-Вей. О природе превращения фосфатов при развитии временных восстановительных процессов в дерново-подзолистых почвах. — Изв. ТСХА, 1958, вып. 2, с. 109—116.
13. Кирсанов А. Т. Химические методы определения потребности почв в удобрениях N, P и K, перспективы и условия их применения в СССР. — В кн.: Почвоведение и агрохимия, М.—Л., 1936.
14. Кораблева Л. И., Слуцкая Л. Д. Показатели нитрификационной способности почв и содержания в них подвижного фосфора и обменного калия при различных сроках отбора образцов. — Химия в сельск. х-ве, 1970, № 3, с. 66—67.
15. Кузнецов Е. Н., Константинова Л. П., Семчук В. П. Содержание подвижных форм фосфатов в почве в зависимости от сроков отбора образцов. — Агрхимия, 1972, № 11, с. 36—38.
16. Кук Д. У. Системы применения удобрений для получения максимальных урожаев. М., «Колос», 1975.
17. Лебедевцев А. П. Высыхание почвы как природный фактор образования ее плодородия. — Тр. Шатиловской с.-х. опыт. станции. Вып. 5. Орел, 1928.
18. Левенец Л. П., Кукоба С. М. Использование данных химического анализа почв в целях прогноза действия фосфорных удобрений на мощных и обыкновенных черноземах. — В кн.: Агрхимия и почвоведение. Вып. 3. Киев, 1967.
19. Михайлов Н. Н. Использование результатов химических анализов почв в практике применения удобрений. — Метод. указ. по географ. сети опытов с удобрениями. М., «Колос», 1965, с. 15.
20. Никитин В. В. Сравнительная оценка методов определения подвижных фосфатов в обыкновенных черноземах Юго-Востока ЦИП. — Агрхимия, 1971, № 10, с. 15—19.
21. Сапожников Н. А., Корнилов М. Ф. Науч. основы системы удобрения в нечерноземной полосе. Л., «Колос», 1977.
22. Соколов А. В., Сердобольский И. П., Синягина М. Г. Методика применения меченых атомов при агрохимических исследованиях. — В кн.: Агрхим. методы исследования почв. М., «Наука», 1975, с. 481.
23. Францессон В. А. Влияние высушивания и смачивания на подвижность P_2O_5 в черноземных почвах. — Тр. Юбил. сессии, посвящ. 100-летию со дня рождения В. В. Докучаева. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1949, с. 337—341.
24. Яркоков С. П., Кулаков Е. В., Кауричев И. С. Образование закисного железа и особенности фосфатного режима в дерново-подзолистых почвах. — Почвоведение, 1950, № 8, с. 465—471.
25. Ekrpete D. M. Soil Sci., 1976, vol. 121, N 4, p. 217—221.
26. Power J. F., Grunes D. L., Reichman C. A., Willis W. O. Agronomy J., 1964, N 6, p. 545—548.
27. Sahu S. K. Farm. J., 1975, vol. 16, N 10, p. 23—24.

Статья поступила 5 февраля 1979 г.

SUMMARY

In the field and laboratory experiments conducted on soddy-podzolic gleyish soil, the methods of determining mobile phosphates according to Kirsanov and according to Olsen have been compared, and the advantage of the latter under such conditions has been shown.

Among the factors which may affect the amount of mobile phosphates in the soil and their seasonal dynamics one should mention temperature and soil moisture, as well as the content of mobile forms of iron.