

Г. К. ШЕЛЕВОЙ, Р. Н. СТЕПКИНА

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПОЧВЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ В ЗЕРНОСОЕВЫХ СЕВОБОРОТАХ

Лугово-черноземовидные почвы являются наиболее плодородными на Дальнем Востоке и занимают около 400 тыс. га. Здесь имеются все предпосылки для интенсивного ведения сельского хозяйства. Однако химические свойства и агрохимическая ценность почв в связи с длительным применением удобрений изучены еще недостаточно.

Многие авторы отмечают, что систематическое внесение навоза существенно повышает содержание органического вещества в почве [1-5]. Минеральные удобрения в большинстве случаев или повышают содержание гумуса, хотя и в меньшей степени, чем навоз, или поддерживают его на исходном уровне [3, 6, 7]. Совместное применение навоза и минеральных удобрений увеличивает содержание гумуса, особенно в подпахотном слое [8].

Исследования проводили в полевом пятипольном севообороте, заложенном в 1962-1964 гг. Принято следующее чередование культур: занятый пар (соево-овсяная смесь), соя, пшеница, соя, пшеница. Схема внесения удобрений представлена в табл. I.

В опыте изучали виды удобрений (азотные, фосфорные, калийные, органические), нормы внесения, сочетание органических и минеральных удобрений, распределение удобрений между культурами севооборота. Агрохимические исследования проводили по окончании ротаций севооборота.

Внесение минеральных удобрений в течение 15 лет на лугово-черноземовидной почве не увеличило содержание гумуса в почве. Так, по окончании первой ротации на варианте с внесением удобрений $N_{210}P_{240}$ за ротацию севообо-

Таблица I

Система распределения удобрений по полям севооборота

Вариант	Кол-во удобрений за ротацию	Соя + овес (1972-1974)	Соя (1973-1975)	Пшеница (1974-1976)	Соя (1975-1977)	Пшеница (1976-1978)
1	Контроль	-	-	-	-	-
2	P ₁₅₀	P ₃₀	P ₆₀	P ₆₀	-	-
3	N ₁₂₀	N ₆₀	N ₃₀	N ₃₀	-	-
4	N ₁₂₀ P ₁₅₀	N ₆₀ P ₃₀	N ₃₀ P ₆₀	N ₃₀	P ₆₀	-
5	N ₁₂₀ P ₁₅₀ ^K I ₂₀	N ₆₀ P ₃₀ ^K 60	N ₃₀ P ₆₀ ^K 30	N ₃₀ ^K 30	P ₆₀	-
6	N ₂₁₀ P ₂₄₀	N ₉₀ P ₆₀	N ₆₀ P ₉₀	N ₃₀ P ₃₀	N ₃₀ P ₆₀	-
7	N ₂₁₀ P ₂₄₀	N ₉₀ P ₆₀	N ₃₀ P ₆₀	N ₃₀ P ₃₀	N ₃₀ P ₆₀	N ₃₀ P ₃₀
8	N ₂₁₀ P ₂₄₀	N ₉₀ P ₆₀	P ₆₀	N ₆₀ P ₃₀	P ₆₀	N ₆₀ P ₃₀
9	N ₁₂₀ P ₁₅₀ ⁺ навоз 24 т	N ₆₀ P ₃₀ + навоз 12 т	N ₃₀ P ₆₀	N ₃₀	P ₆₀ + навоз 12 т	-

рота содержание гумуса составило 4,52, по окончании второй ротации - 4,50 и по окончании третьей - 4,45% (табл. I, 2). Совместное применение минеральных удобрений $N_{120}P_{150}$ и органических в дозе 24 т/га за ротацию севооборота несколько изменило содержание гумуса в почве и составило по окончании первой ротации 4,60, второй - 4,66 и третьей - 4,71%.

Отмечено, что внесение навоза увеличивает емкость поглощения и содержание поглощенных оснований. В зависимости от состава и особенностей почвы минеральные удобрения действуют по-разному. Большинство исследователей отмечают уменьшение суммы поглощенных оснований при длительном применении удобрений [9, 10].

Таблица 2

Влияние 15-летнего применения удобрений
на содержание гумуса, %

Вариант	Кол-во удобрений за три ротации севооборота	Закладка			Среднее по трем закладкам
		I-я	2-я	3-я	
0-20 см					
I	Контроль	4,30	4,17	4,29	4,25
2	P_{450}	4,36	4,17	4,24	4,26
3	N_{360}	4,40	4,36	4,34	4,37
5	$N_{360}P_{450}K_{360}$	4,44	4,30	4,34	4,37
8	$N_{630}P_{720}$	4,50	4,32	4,65	4,45
9	$N_{360}P_{450}$ + навоз 72 т	4,82	4,52	4,81	4,71
20-40 см					
I	Контроль	3,00	2,76	3,19	2,98
2	P_{450}	3,11	2,76	3,20	3,02
3	N_{360}	3,12	2,83	3,21	3,05
5	$N_{360}P_{450}K_{360}$	3,17	2,72	3,28	3,06
8	$N_{630}P_{720}$	3,22	2,95	3,32	3,16
9	$N_{360}P_{450}$ + навоз 72 т	3,23	3,01	3,35	3,20
	НСР ₀₅				0,36

Таблица 3

Динамика подвижного фосфора в севообороте в связи с внесением удобрений, P_2O_5 мг/кг почвы

Вариант	Внесено удобрений под предшествующий (пшеница)	Внесено удобрений по сою	Соя			Внесено удобрений под пшеницу	Пшеница		
			1975-1977				1976-1978		
			23.VI	7-16.VII	30.IX-7.X		31.V-7.VI	17-28.VI	6-19.VIII
1	Контроль	Контроль	22,4	22,4	19,4	Контроль	27,2	24,7	22,7
2	P_{60}	-	24,4	33,5	26,6	-	41,8	36,2	38,0
3	N_{30}	-	24,4	23,5	15,6	-	24,9	20,2	21,4
4	N_{30}	P_{60}	31,2	32,6	25,2	-	34,8	31,0	31,1
5	$N_{30}K_{30}$	P_{60}	40,6	34,4	27,9	-	37,7	35,8	34,6
6	$N_{30}P_{30}$	$N_{30}P_{60}$	46,1	41,9	42,8	-	44,6	43,3	59,8
7	$N_{30}P_{30}$	$N_{30}P_{60}$	34,8	40,7	39,4	$N_{30}P_{30}$	44,7	51,3	65,7
8	$N_{60}P_{30}$	P_{60}	34,3	37,8	35,1	$N_{60}P_{30}$	48,9	44,7	47,8
9	N_{30}	P_{60} + навоз	43,0	43,2	41,0	-	52,2	52,8	55,3

12 т

В наших опытах 15-летнее внесение минеральных удобрений и сочетание их с органическими на лугово-черноземовидной почве не повлияло на содержание суммы поглощенных оснований и составило в пахотном слое 24,4-27,7 мг-экв/100 г почвы и в подпахотном - 23,0-25,9. Степень насыщенности основаниями была равна 85-87%. Активная кислотность почвы от вносимых удобрений на всех вариантах не изменялась, была одинаковой и вполне благоприятной для жизнедеятельности растений и составляла 6,2. Обменная кислотность слабокислая, pH равнялось 5,2. Гидролитическая кислотность лугово-черноземовидной почвы при длительном применении удобрений изменялась незначительно. В среднем по трем закладкам она составила в контроле 4,22, по вариантам - 4,18-4,38 мг-экв/100 г почвы.

Минеральные удобрения и их сочетания с органическими значительно увеличивали содержание подвижного фосфора в севообороте (табл. 3). Более высокое содержание фосфора на протяжении всего вегетационного периода сои отмечалось на вариантах 4, 5, 6, 7, 8, 9 при внесении фосфорных удобрений в дозе 60 кг д.в/га. На варианте 2 их последствие слабо повлияло на содержание фосфора в почве в первый период вегетации, но к концу вегетации содержание подвижного фосфора здесь было выше, чем на контроле и на варианте 3, где вносили один азот.

На содержание подвижного фосфора под посевами пшеницы заметно влияет последствие фосфорных удобрений, особенно на варианте 9 с внесением органических удобрений. На протяжении вегетации оно составляло 31,0-55,3 мг/кг почвы. Его содержание увеличивается от ротации к ротации, внесение $N_{210}P_{240}$ за ротацию севооборота увеличивало содержание фосфора в первой ротации до 28,5 мг/кг (на контроле 20 мг/кг), во второй - до 35,7 и в третьей - до 47,8 мг/кг.

Исследования группового состава фосфатов показывают, что сумма трех групп фосфатов занимает значительный удельный вес (16-18%) в общем балансе фосфора в пахотном слое (табл. 4). На долю же первой и второй групп, от которых в первую очередь зависит величина урожая, приходится лишь 3-3,5%. В составе третьей группы преобладают фосфаты железа, кальция, алюминия. С увеличением общего количества фосфора в почве возрастает и содержание его легкорастворимых

Таблица 4

Групповой состав фосфатов по Чирикову
при внесении удобрений в севообороте
(P_2O_5 мг/кг почвы)

Вариант	Кол-во удобрений за три ротации севооборота	Валовой фосфор	Растворители и группы фосфатов				
			I H_2O	II* CH_3COOH	III [±] HC	IV NH_4OH	V
1	Контроль	2040	9	7I	194	964	802
2	P_{450}	2333	7	92	20I	947	1086
3	N_{360}	2167	7	9I	187	93I	95I
8	$N_{630}P_{720}$	2378	7	II3	265	1025	896
9	$N_{360}P_{450}$ + навоз 72 т	2438	8	IOI	239	IOI6	IO74

*) За вычетом предшествующих групп.

форм. Так, с внесением органических удобрений суммарное количество растворимых фосфатов первых трех групп оказалось на 14% выше, чем в контроле. Содержание органических фосфатов четвертой группы изменялось незначительно. В почве высокоудобренных делянок более высоким было и содержание труднорастворимых фосфатов пятой группы.

Многочратное применение удобрений, вызвавшее некоторое изменение почвенного плодородия, способствовало дальнейшему росту урожайности таких культур, как пшеница и соево-овсяная смесь. Менее отзывчивой на удобрения была соя (табл. 5).

Наилучшей дозой удобрений для пшеницы является $N_{60}P_{30}$, для соево-овсяной смеси - $N_{90}P_{60}$ или $N_{60}P_{30}$ + 12 т навоза. При систематическом внесении таких доз продуктивность севооборота увеличивается с каждой ротацией. Так, сбор зерна на варианте с внесением $N_{210}P_{240}$ за ротацию севооборота составил в первой 73,5, во второй 77,4 и в третьей ротации - 87,9 ц/га. На варианте без удобрений эти показатели были ниже и составили соответственно 63,4; 60,6 и 73,0 ц/га. Выход кормовых единиц и сбор зерна в третьей ротации представлены в табл. 6.

Таблица 5

Влияние длительного применения удобрений
на урожай сельскохозяйственных культур
в севооборотах, ц/га

Вариант	Соя+овес, 1972- 1974	Соя, 1973- 1975	Пшеница, 1974- 1976	Соя, 1975- 1977	Пшеница, 1976- 1978
1	164	18,2	19,3	18,4	17,1
2	186	19,8	19,4	19,4	16,6
3	197	18,9	22,2	19,1	19,5
4	218	19,0	22,7	19,7	20,3
5	235	19,3	24,0	19,6	19,5
6	226	19,7	25,3	19,3	21,0
7	220	19,2	24,2	19,1	23,4
8	255	19,7	24,1	19,9	24,2
9	244	19,9	24,2	20,8	23,8
НСР ₀₅ , ц/га	11,4	1,7	2,2	1,3	4,3

Таблица 6

Влияние длительного применения удобрений
на продуктивность севооборота в третьей ротации

Вариант	Внесено удобрений за ротацию севооборота	Выход кормовых единиц за ротацию			Сбор зерна, ц/га
		Всего	Основная продукция	Побочная продукция	
1	Контроль	121,6	95,1	26,5	73,0
2	P ₁₅₀	124,3	99,4	24,9	75,2
3	N ₁₂₀	130,0	104,9	25,1	79,7
4	N ₁₂₀ P ₁₅₀	137,2	109,7	27,5	81,7
5	N ₁₂₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀	136,7	109,9	26,8	82,4
6	N ₂₁₀ P ₂₄₀	141,7	113,5	28,2	85,3
7	N ₂₁₀ P ₂₄₀	142,1	113,4	28,7	85,9
8	N ₂₁₀ P ₂₄₀	145,2	116,4	28,8	87,9
9	N ₁₂₀ P ₁₅₀ + навоз 24 т	147,5	119,2	28,3	88,7

Азотные удобрения увеличили суммарный выход кормовых единиц по всем культурам, что за 5 лет составило 130 ц/га. Совместное применение азотно-фосфорных удобрений, особенно в повышенных дозах, увеличивает выход кормовых единиц на 15 ц/га (вариант 8).

Таким образом, применение минеральных удобрений в течение 15 лет вызвало некоторое изменение агрохимических свойств лугово-черноземовидной почвы. Применение $N_{120}P_{150}$ и навоза в дозе 24 т/га за ротацию севооборота увеличило содержание подвижного фосфора к концу третьей ротации на 22,6 мг/кг почвы по сравнению с контролем. Такие агрохимические показатели, как содержание гумуса, сумма поглощенных оснований, кислотность не подвергались заметным изменениям под влиянием минеральных удобрений. Однако внесение их совместно с навозом существенно увеличивало содержание гумуса в сравнении с контролем на 0,46%.

Наиболее высокий урожай зеленой массы соево-овсяной смеси обеспечивается при внесении $N_{90}P_{60}$ и $N_{60}P_{30}$ и 12 т навоза. Под пшеницу наиболее эффективны азотные удобрения. Внесение их в дозе N_{60} увеличило урожай пшеницы в первой ротации на 24, во второй - на 59, в третьей - на 45% по сравнению с неудобренным вариантом. Соя менее отзывчива на удобрения. Прибавка от длительного применения удобрений составила 4-13%.

При систематическом внесении удобрений сбор зерна в кормовых единицах составил в зависимости от ротации севооборота 73-88 ц/га, что на 12-15 ц/га выше по сравнению с вариантами, где удобрения вносили в расчете на их последствие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е г о р о в В. Е. Из результатов полувекового опыта ТСХА с удобрениями, севооборотом и монокультурами. - Изв. ТСХА, 1963, вып. 6.
2. Г р и ч е н к о А. М., Ч е с н я к Г. Я., Ч е с н я к О. А. Динамика элементов плодородия мощного чернозема в зависимости от длительности сельскохозяйственного использования и внесения удобрений. - Почвоведение, 1964, № 5.

3. Л ю б а р с к а я Л. С. Влияние длительного систематического применения органических и минеральных удобрений на урожай культур и свойства почвы (Обзор результатов некоторых опытов Европейских стран). - В кн.: Влияние длительного применения удобрений на плодородие и продуктивность севооборотов. Вып. 3, М., 1968.
4. П о п о в а С. И. Влияние удобрений при систематическом их применении на плодородие дерново-сильнопodzolistых тяжелых почв. - Науч. тр./Всерос. НИИ сов, Владивосток: Примор. кн. изд-во, 1971.
5. С и н я г и н И. И. Повышение плодородия дерново-подзолистых почв. - М.: Знание, 1974.
6. К у д з и н Ю. К. Влияние длительного применения удобрений на некоторые свойства чернозема и продуктивность растений. - В кн.: Влияние длительного применения удобрений на плодородие и продуктивность севооборота. М., 1960.
7. А л е к с е е в а Е. Н. Влияние длительного применения удобрений на почвенное плодородие и урожай культур на средневщелочном черноземе в зоне неустойчивого увлажнения. - В кн.: Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. М.: Колос, 1978, вып. VI.
8. Д у к а В. И., Д у к а Л. В., П у т ы р я С. Т. Действие длительного систематического применения удобрений при интенсивном использовании земли на урожай культур, его качество и плодородие почвы в условиях Западной лесостепи УССР. - В кн.: Влияние длительного применения удобрений на плодородие почв и продуктивность севооборотов. М.: Колос, 1978, вып. VI.
9. Г у п а л о М. Г., К у д з и н Ю. К., С т е п а н е н к о А. Я., С у х о б р у с С. В. Реакция культур севооборота на удобрения при длительном применении их на черноземе лесостепи УССР. - В кн.: Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. М., 1968.
10. Г у р е в и ч С. М., С к о р о х о д В. И. Влияние длительного применения минеральных удобрений на агрохимические свойства и плодородие мощного чернозема. - Агрохимия, 1975, № 9.