

УДК 631.811+631.816.16

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ ИЗВЕСТКОВАНИЯ И СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОСФАТОВ
И КАЛИЯ В СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ**

Ю. К. ЧУПРИКОВ, Н. Д. ФИЛАТОВ

(Кафедра агрономической и биологической химии)

В практике агрохимических исследований в последнее время все большее внимание уделяется выявлению зависимости между агрохимическими свойствами почвы, содержанием в ней подвижных элементов питания и эффективностью удобрений.

Уровень химизации земледелия сказывается на урожае сельскохозяйственных культур, эффективности удобрений, «остаточных запасах» питательных элементов в почве [5, 6]. Так, положительное действие «остаточного фосфора и калия» на урожайность культурных растений положено в основу применения удобрений в «запас» [1]. Высокое со-

держание фосфора и калия в почве значительно влияет на эффективность вновь вносимых удобрений. Зафосфачивание почвы приводит к снижению действия фосфорных удобрений и увеличению прибавок урожая от азотных и калийных удобрений [4]. Результаты более 2000 полевых опытов, проведенных в ФРГ, свидетельствуют об увеличении прибавок урожая зерновых и пропашных культур при внесении азотных и калийных удобрений на фоне повышенного содержания фосфатов в почве [4].

Нами изучалось влияние минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы, картофеля и ячменя при различной обеспеченности серой лесной почвы фосфором и калием.

Условия и методика проведения опытов

Стационарный полевой опыт заложен в 1971 г. в совхозе «Парники» Ленинского района Тульской области на серой лесной почве; агрохимические фоны были следующие: I — естественное плодородие; II — естественное плодородие + CaCO₃ по полной гидролитической кислотности; III — CaCO₃ + 240P; IV — CaCO₃ + 480P; V — CaCO₃ + 480P180K. Известь, суперфосфат и хлористый калий вносили в чистом пару. На каждом фоне в 4-кратной повторности заложены опыты по схеме: 1 — без удобрений (контроль); 2 — 60N60P; 3 — 60N60K; 4 — 60P60K; 5 — 30N60P60K; 6 — 60N60P60K; 7 — 90N60P60K; 8 — 60N30P60K; 9 — 60N90P60K; 10 — 60N60P30K; 11 — 60N60P90K; 12 — 90N90P90K; 13 — 120N120P120K. В качестве азотных удобрений использовали аммиачную селитру. Воз-

делывались озимая пшеница сорта Миrowsкая 808 (1972), картофель Лорх (1973) и ячмень Винер (1974). Удобрения вносили ежегодно.

О механическом составе и агрохимических свойствах серой лесной почвы до закладки полевого опыта можно судить по данным табл. 1 и 2.

Количество осадков в годы проведения опыта было неодинаковым. 1972 год отличался значительным недостатком влаги, особенно в период вегетации озимой пшеницы. Количество осадков, выпавшее в 1973 и 1974 гг., было несколько выше среднего многолетнего. Средние месячные температуры в вегетационные периоды 1972, 1973 и 1974 гг. превышали средние многолетние.

Таблица 1

Механический состав почвы

Горизонт и глубина отбора образца, см	Гигроскопическая влага, %	Содержание, %, фракций, мм						
		1,0—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	> 0,001	сумма фракций > 0,01
А _{пах} , 0—20	1,7	0,1	4,7	53,3	13,0	13,2	15,7	41,9
А _г , 25—35	2,0	0,2	1,1	54,4	8,6	14,2	21,4	44,2

Таблица 2

Агрохимические показатели почвы

Горизонт и глубина отбора образца, см	Гумус по Тюрину, %	pH _{сол}	N _г		S	v, %	N _{гидр}	P ₂ O ₅ K ₂ O	
			мэв на 100 г					по Кирсанову, мг на 100 г	
А _{пах} , 0—20	2,8	5,4	4,0	17,4	81,3	9,9	9,2	10,1	
А _г , 25—35	2,3	5,1	3,7	18,1	83,0	5,6	8,9	10,0	

Результаты и их обсуждение

Известкование серой лесной почвы по полной гидролитической кислотности, проводившееся перед закладкой полевого опыта, не оказало существенного влияния на урожайность озимой пшеницы, картофеля и ячменя (табл. 3): на фоне естественного плодородия урожай составил

Влияние известкования и содержания в почве подвижных фосфатов и калия
на эффективность аммиачной селитры

Вариант	Фон				
	I	II	III	IV	V
Оз. пшеница, 1972 г.					
1—60P60K	31,7	27,9	33,3	34,6	37,6
2—то же+30N	33,1	38,2	34,5	35,5	39,3
3— » » +60N	33,8	33,4	35,0	36,5	39,1
4— » » +90N	36,4	33,5	36,5	37,5	40,2
	I—II НСР ₀₅ фона=11,9		II—V НСР ₀₅ фона=0,76		
	I—II НСР ₀₅ удобр=3,9		II—V НСР ₀₅ удобр=9,05		
Картофель, 1973 г.					
1—60P60K	125	134	164	173	155
2—то же+30N	135	171	209	190	162
3— » » +60N	198	198	227	200	217
4— » » +90N	204	226	228	226	239
	I—II НСР ₀₅ фона=23,2		II—V НСР ₀₅ фона=21,8		
	I—II НСР ₀₅ удобр=24,1		II—V НСР ₀₅ удобр=29,9		
Ячмень, 1974 г.					
1—60P60K	29,4	29,9	32,3	33,7	32,1
2—то же+30N	36,5	36,6	36,4	37,5	33,7
3— » » +60N	37,4	35,4	37,3	35,8	37,7
4— » » +90N	41,1	36,9	40,6	37,7	37,5
	I—II НСР ₀₅ фона=3,2		II—V НСР ₀₅ фона=1,89		
	I—II НСР ₀₅ удобр=3,5		II—V НСР ₀₅ удобр=1,93		

соответственно 23,7; 94 и 32,5 ц/га, а при внесении извести — 24,5; 121 и 30,5 ц/га.

Данные об эффективности применения различных доз и соотношений азотных, фосфорных и калийных удобрений на фоне извести и без нее приведены в табл. 3—5. Из них видно, что действие аммиачной селитры, внесенной под озимую пшеницу, на делянках естественного плодородия проявилось только при норме 90N, а по извести оно было эффективным уже при норме 30N. Дальнейшее увеличение нормы азота по известкованному фону не дало прибавок урожая. Урожайность ячменя на делянках естественного плодородия возрастала по мере увеличения норм азота; более высокие нормы азота по фону извести были неэффективны для ячменя (табл. 3, варианты 1—4, фон I и II).

При увеличении норм азота под картофель как по известкованному фону, так и без извести прибавки урожая возрастали. Известь оказывала положительное влияние на урожайность картофеля только в случае применения 30N (табл. 3, вариант 2, фон I и II).

При увеличении норм азота под картофель как по известкованному удобрением под озимую пшеницу и ячмень по фону извести и без нее урожайность этих культур заметно не увеличилась. Не получено достоверных прибавок урожая и от применения извести во всех вариантах с удобрениями (табл. 4, варианты 1—4, фон I и II).

Применение различных доз суперфосфата при посадке картофеля способствовало росту урожая клубней; на известкованном фоне прибавки были выше, чем без извести. На фоне азотно-калийных удобрений внесение извести привело к заметному снижению урожая картофеля, положительное ее действие наблюдалось только в варианте 60N90P60K (табл. 4, варианты 1, 3 и 4, фон I и II).

Хлористый калий и 60N60P оказали положительное влияние только на урожайность картофеля: прибавки урожая клубней получены как

Таблица 4

Влияние известкования и содержания в почве подвижных фосфатов и калия на эффективность суперфосфата

Вариант	Фон				
	I	II	III	IV	V
Оз. пшеница					
1—60N60K	33,1	29,5	34,7	36,0	38,8
2—то же+30P	34,1	33,8	34,6	36,5	39,6
3— » »+60P	38,8	33,4	35,0	36,5	39,1
4— » »+90P	35,9	33,5	36,2	36,8	39,6
	I—II НСР ₀₅ фона=3,4		II—V НСР ₀₅ фона=8,24		
	I—II НСР ₀₅ удобр=8,1		II—V НСР ₀₅ удобр=1,06		
Картофель					
1—60N60K	157	134	169	178	170
2—то же+30P	183	198	201	186	185
3— » »+60P	198	198	227	200	217
4— » »+90P	209	232	229	223	239
	I—II НСР ₀₅ фона=4,8		II—V НСР ₀₅ фона=26,4		
	I—II НСР ₀₅ удобр=27,5		II—V НСР ₀₅ удобр=25,8		
Ячмень					
1—60N60K	36,9	35,9	36,6	37,2	34,0
2—то же+30P	37,0	35,4	38,2	37,2	35,3
3— » »+60P	37,4	35,4	37,3	35,8	37,7
4— » »+90P	37,9	35,0	38,7	36,7	35,3
	I—II НСР ₀₅ фона=2,9		II—V НСР ₀₅ фона=4,84		
	I—II НСР ₀₅ удобр=6,9		II—V НСР ₀₅ удобр=3,08		

Таблица 5

Влияние известкования и содержания в почве подвижных фосфатов и калия на эффективность хлористого калия

Вариант	Фон				
	I	II	III	IV	V
Оз. пшеница					
1—60N60P	35,2	30,3	35,5	37,2	39,7
2—то же+30K	34,8	32,7	35,5	36,0	38,5
3— » »+60K	33,8	33,4	35,0	36,6	39,1
4— » »+90K	34,8	34,6	35,0	37,0	38,9
	I—II НСР ₀₅ фона=6,8		II—V НСР ₀₅ фона=1,85		
	I—II НСР ₀₅ удобр=2,7		II—V НСР ₀₅ удобр=0,95		
Картофель					
1—60N60P	162	168	169	184	189
2—то же+30K	188	169	203	188	208
3— » »+60K	198	198	227	200	217
4— » »+90K	219	214	219	198	217
	I—II НСР ₀₅ фона=13,3		II—V НСР ₀₅ фона=25,6		
	I—II НСР ₀₅ удобр=24,2		II—V НСР ₀₅ удобр=21,2		
Ячмень					
1—60N60P	36,9	38,0	38,7	36,9	36,4
2—то же+30K	36,3	36,9	36,9	36,5	36,2
3— » »+60K	37,4	35,4	37,3	35,8	37,7
4— » »+90K	34,4	39,5	38,0	36,2	35,2
	I—II НСР ₀₅ фона=2,7		II—V НСР ₀₅ фона=1,8		
	I—II НСР ₀₅ удобр=1,5		II—V НСР ₀₅ удобр=1,6		

на известкованных делянках, так и без применения извести (табл. 5, варианты 1—4, фон I и II).

Аммиачная селитра независимо от ее доз не была эффективна ни на одном искусственно созданном фоне. Урожайность озимой пшеницы повышалась при более высоком уровне подвижных фосфатов и калия в почве (табл. 3, фон II и V, варианты 1—4).

В 1973 г. при посадке картофеля четко проявилась эффективность применения различных норм азота по всем изучаемым фонам.

Уровень обеспеченности почвы фосфатами и калием положительно сказался на урожайности картофеля только в вариантах без аммиачной селитры и при внесении 30N (табл. 3, варианты 1—4, фон II и V).

При возделывании ячменя в 1974 г. максимальный урожай (40,6 ц/га) получен при внесении 90N60P60K по фону III. Полное минеральное удобрение с 90 N на фонах IV и V не дало положительного эффекта (табл. 3). Таким образом, максимальные прибавки урожая ячменя получены при внесении различных доз аммиачной селитры на фоне P_2O_5 в дозе 240 кг/га.

Применение различных доз суперфосфата (варианты 1 и 4 в табл. 4) под озимую пшеницу в 1972 г. дало положительный эффект только при внесении их на фоне II и III ($CaCO_3$ и $CaCO_3 + 240P$).

Положительное влияние запаса подвижных фосфатов в почве на урожайность озимой пшеницы было выявлено только при внесении азотно-калийных удобрений. Повышение до определенного предела содержания в почве подвижных фосфатов путем внесения высоких доз суперфосфата обеспечивало получение достоверных прибавок урожая картофеля (табл. 4, варианты 1—4, фон II и III). Заправка почвы суперфосфатом в дозе 480 кг P_2O_5 и 180 кг K_2O (фон IV) не была оправдана.

Очень четко проявилось положительное действие различных доз суперфосфата в сочетании с азотно-калийными удобрениями на урожай культур по известкованному и другим фонам (табл. 4, варианты 1—4, фон II—V).

Суперфосфат был эффективным в посевах ячменя только в дозе 240 кг P_2O_5 на гектар (табл. 4). Увеличение доз хлористого калия, внесенного по известкованному фону в сочетании с 60N60P, обеспечивало получение достоверных прибавок урожая озимой пшеницы (табл. 5, фон II), в то время как на делянках с повышенным содержанием в почве фосфатов положительного действия калия на урожай не установлено.

Повышенные дозы суперфосфата и хлористого калия (фон V) не привели к повышению урожая клубней картофеля на делянках без калийных удобрений (табл. 5, вариант 1, фон II—V). Только при внесении хлористого калия совместно с 60N60P по фону III прибавка урожая картофеля была достоверной. Положительное действие различных доз калия на урожай клубней четко проявилось на фонах II, III и V.

При возделывании ячменя наблюдалась тенденция к снижению его урожая в мере увеличения заправки почвы суперфосфатом и хлористым калием (табл. 5, вариант 1, фон II—V). Не выявлено четкой закономерности увеличения прибавок урожая этой культуры и в вариантах с различными нормами калия при повышенном содержании подвижных фосфатов и калия в почве.

По мере увеличения уровня подвижных фосфатов в почве урожайность всех трех культур возрастала (табл. 6, вариант 1, фон I—IV). С увеличением доз NPK зависимость урожая озимой пшеницы от уровня заправки почвы суперфосфатом и калием значительно уменьшалась и при внесении 120N120P120K практически отсутствовала (табл. 6, варианты 5—7, фон I—IV).

Эффективность парных комбинаций и полного минерального удобрения
в зависимости от дозы суперфосфата и хлористого калия

Вариант	Фон			
	I	II	III	IV
Оз. пшеница				
1 — контроль	24,5	24,5	30,2	32,9
2—60N60P	30,3	35,5	37,2	39,7
3—60N60K	29,5	34,7	36,0	38,8
4—60P60K	27,9	33,3	34,6	37,6
5—60N60P60K	33,4	35,0	36,5	39,1
6—90N90P90K	36,8	37,6	37,6	38,5
7—120N120P120K	35,5	37,6	37,4	39,6
	HCP ₀₅ фона=5,5		HCP ₀₅ удобр=2,4	
Картофель				
1— контроль	121	129	139	137
2—60N60P	168	189	184	185
3—60N60K	134	169	178	170
4—60P60K	134	164	173	155
5—60N60P60K	198	227	200	217
6—90N90P90K	218	228	224	230
7—120N120P120K	242	226	248	225
	HCP ₀₅ фона=19,1		HCP ₀₅ удобр=27,6	
Ячмень				
1— контроль	30,5	31,6	33,8	30,5
2—60N60P	38,0	38,7	36,9	36,4
3—60N60K	35,9	36,6	37,2	34,0
4—60P60K	29,9	32,3	33,7	32,1
5—60N60P60K	35,4	37,3	35,8	37,7
6—90N90P90K	35,1	37,7	37,7	36,8
7—120N120P120K	34,8	38,7	37,7	35,2
	HCP ₀₅ фона=1,37		HCP ₀₅ удобр=1,42	

При исключении из NPK какого-либо элемента наблюдалось положительное действие повышенного содержания фосфора и калия в почве на урожайность озимой пшеницы и картофеля (табл. 6, варианты 2—4, фон I—IV). При увеличении доз NPK положительное действие более высокого уровня в почве фосфата и калия снижалось. Максимальный урожай ячменя получен при внесении азотно-фосфорных удобрений по фону I (табл. 6, вариант 2).

Эффективность повышенного содержания фосфатов в почве проявилась только при исключении из NPK фосфора или азота, причем достоверные прибавки урожая ячменя в этих вариантах получены по фону II и III. Различные дозы NPK положительно сказались на урожае ячменя только по фону II. Повышение уровня фосфора, а также фосфора и калия в почве не дало должного эффекта (табл. 6, варианты 5—7, фон I—IV).

По фону I получены наибольшие прибавки урожая озимой пшеницы, картофеля и ячменя только при внесении 60N60P (табл. 6, вариант 2). При исключении одного из элементов питания из NPK прибавки урожая сельскохозяйственных культур были только в вариантах с 60N60P. Урожайность ячменя в вариантах 3 и 4 снизилась при размещении этой культуры на фонах II и IV, а картофеля — на фонах II, III и IV (табл. 6). Увеличение доз NPK было эффективным только для картофеля и ячменя по фону III.

Внос азота, фосфора и калия в расчете на 10 ц зерна озимой пшеницы несколько различался в зависимости от фосфатного фона

Вынос элементов питания урожаем

Вариант	Оз. пшеница в расчете на 10 ц зерна			Картофель в расчете на 10 т клубней			Ячмень в расчете на 10 ц зерна		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Фон I									
1— контроль	25	9	19	62	18	64	27	9	13
2—60N60P	34	13	20	59	16	43	26	10	13
3—60N60K	37	12	29	53	16	55	27	9	13
4—60P60K	28	13	22	46	17	61	20	8	15
5—60N60P60K	35	14	27	88	17	62	27	8	19
6—120N120P120K	42	19	30	61	16	62	33	11	21
Фон II									
1— контроль	29	9	21	63	17	48	27	8	22
2—60N60P	35	13	18	74	22	50	27	8	18
3—60N60K	36	11	26	73	17	52	32	10	16
4—60P60K	30	13	20	49	15	58	30	9	15
5—60N60P60K	34	14	24	65	17	58	20	10	18
6—120N120P120K	45	26	31	60	17	54	28	11	16
Фон III									
1— контроль	27	10	21	68	16	45	27	10	20
2—60N60P	39	17	25	44	13	40	31	11	18
3—60N60K	35	12	20	53	14	46	26	10	16
4—60P60K	28	15	29	48	18	67	27	10	20
5—60N60P60K	38	17	27	69	15	50	30	10	19
6—120N120P120K	44	21	30	83	17	55	31	12	19
Фон IV									
1— контроль	26	11	20	54	17	55	26	11	18
2—60N60P	34	17	21	60	16	46	29	12	18
3—60N60K	29	12	21	58	17	47	30	12	23
4—60P60K	27	14	22	37	16	49	29	12	16
5—60N60P60K	33	18	24	54	17	60	28	11	23
6—120N120P120K	45	23	32	50	18	60	26	12	19
Фон V									
1— контроль	29	13	24	52	15	58	27	10	13
2—60N60P	34	14	20	55	19	63	26	10	13
3—60N60K	33	13	24	52	15	63	28	12	15
4—60P60K	30	14	25	42	20	73	26	12	15
5—60N60P60K	35	17	28	46	16	56	27	12	17
6—120N120P120K	44	21	33	72	19	64	26	12	17

(табл. 7, вариант 1, фон II, III и V). Применение азотно-калийных и азотно-фосфорных удобрений по всем фонам способствовало увеличению выноса азота, фосфора и калия. Повышение доз NPK практически не оказывало влияния на прибавки урожая зерна озимой пшеницы, при этом затраты азота возросли в 1,5, а фосфора и калия — соответственно в 1,5—2 и 1,1—1,2 раза (табл. 7, варианты 2, 3, 6, фон II—V).

При возделывании картофеля на фоне извести во всех вариантах опыта затраты азота повысились, а калия — снизились, на фосфатных фонах затраты азота и калия в расчете на 10 т клубней снизились (табл. 7, варианты 1—5, фон I—V). Внесение 60N60K по фону II способствовало значительному увеличению затрат азота. Исключение из NPK фосфора привело к резкому снижению урожая картофеля (табл. 4, 7, вариант 3, фон II). Внесение 60N60P60K по фону V обеспечивало наиболее экономное расходование элементов питания и получение сравнительно высокого урожая клубней (табл. 6, 7, вариант 5).

При возделывании ячменя на фоне V затраты азота были ниже, а

Содержание в почве и коэффициент использования P_2O_5 (в числителе) и K_2O (в знаменателе) озимой пшеницей, картофелем и ячменем

Фон	Оз. пшеница		Картофель		Ячмень	
	мг на 100 г	коэффициент использования	мг на 100 г	коэффициент использования	мг на 100 г	коэффициент использования
Контроль						
I	6,7	10,7	7,0	8,9	5,0	19,0
	8,2	18,3	8,0	25,1	8,7	16,1
II	4,7	15,6	5,5	12,7	5,0	16,2
	7,9	21,2	7,7	25,0	8,7	26,0
III	10,5	7,0	11,0	6,2	8,7	12,1
	7,1	24,1	7,1	27,4	8,9	23,3
IV	14,1	7,8	13,0	6,1	10,0	12,0
	9,5	21,2	9,9	25,7	11,9	17,0
V	13,8	10,3	13,0	5,3	11,6	8,7
	10,4	25,2	10,4	25,6	12,4	10,7
60N60K						
I	7,0	18,9	6,0	13,3	6,6	17,0
	7,7	30,4	7,7	30,1	9,4	17,0
II	5,0	21,6	5,3	14,2	5,3	22,5
	8,1	22,3	8,1	34,5	9,2	24,8
III	12,0	11,4	12,0	6,5	9,1	13,4
	7,0	42,1	7,0	31,8	8,6	24,1
IV	13,7	10,4	12,8	7,8	10,5	14,1
	9,5	27,4	10,4	26,4	11,9	18,5
V	14,8	11,3	13,4	6,3	11,7	11,6
	9,4	28,1	10,4	34,1	12,5	12,6

фосфора несколько выше, чем при выращивании ячменя на фоне естественного плодородия. Повышенные дозы NPK и парные комбинации удобрений обеспечивали повышение выноса азота, фосфора и калия на фоне естественного плодородия (табл. 6, варианты 5 и 6, фон I).

Создание искусственных агрохимических фонов (внесение повышенных доз фосфорных и калийных удобрений) в первый год закладки полевого опыта обусловило заметное увеличение уровня подвижных фосфатов и обменного калия в почве. Как видно из табл. 8, при внесении суперфосфата в дозе 480 кг P_2O_5 на 1 га содержание подвижных фосфатов возросло в 2 раза по сравнению с их уровнем в почве естественного плодородия. Применение 60N60K не оказало влияния на содержание подвижных фосфатов в почве. Как в контрольном варианте, так и при внесении азотно-калийных удобрений содержание подвижных фосфатов по всем агрохимическим фонам по мере увеличения длительности проведения полевого опыта несколько уменьшалось.

Коэффициент использования подвижных фосфатов всеми тремя культурами заметно снижался по мере увеличения количества фосфатов в почве (табл. 8). При внесении азотно-калийных удобрений он несколько повышался. Применение азотно-фосфорных удобрений заметно увеличивало использование подвижного калия растениями (табл. 8).

Выводы

1. Известкование серой лесной почвы обеспечивало прибавку урожая картофеля как без удобрений, так и при внесении повышенной дозы суперфосфата на фоне азотно-калийных удобрений. Известь не

оказала положительного влияния на урожайность озимой пшеницы и картофеля при исключении фосфора из NPK и на урожайность ячменя при увеличении нормы азота на фосфорно-калийном фоне.

2. Увеличение дозы аммиачной селитры обеспечивало повышение урожайности всех изучаемых культур. Положительное действие различных доз фосфора и калия на фоне соответственно НК и NP проявилось только при возделывании картофеля как при известковании, так и без внесения извести.

3. Повышение уровня подвижных фосфатов в почве положительно сказалось на урожайности всех возделываемых культур. По мере увеличения дозы NPK действие повышенного содержания в почве подвижных фосфатов на урожай озимой пшеницы, картофеля и ячменя снижалось.

4. При увеличении дозы NPK в посевах всех изучаемых культур независимо от содержания в почве подвижных фосфатов возрастали затраты азота, фосфора и калия на создание единицы продукции. В варианте 60N60P60K при повышенном содержании подвижных фосфатов в почве окупаемость элементов питания и урожаи были наиболее высокими.

5. Коэффициенты использования подвижных фосфатов и калия озимой пшеницей, картофелем и ячменем в значительной мере зависели от вида культуры, доз удобрений и уровня содержания подвижных элементов питания в серой лесной почве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анзорге Х. Однократное внесение фосфорно-калийных удобрений на ряд лет. — Химия в сельск. хоз-ве, 1966, № 10, с. 15—18. — 2. Бонев М., Нейкова Е. Эффективность периодического внесения фосфорных удобрений на карбонатном черноземе. — Агрохимия, 1969, № 4, с. 35—40. — 3. Коричкая Т. Д., Маленко А. А. Увеличение запасов усвояемых и растворимых фосфатов в почве свеклосеющих районов Украины и Центрально-черноземной зоны. — В кн.: Фосфорные удобрения и питание растений. М.:

Колос, 1963, с. 41—60. — 4. Михайлов Н. Н., Тетерин В. П. Зависимость урожая и эффективность удобрений от содержания в почве подвижного фосфора. Сельск. хоз-во за рубежом, 1970, № 4, с. 10—18. — 5. Кук Дж. Регулирование плодородия почвы. М.: Колос, 1970. — 6. Юркин С. Н., Ковалева М. В. Особенности хозяйственного баланса в земледелии СССР. — Бюл. ВИУА, 1974, № 22, с. 7—10.

Статья поступила 14 апреля 1981 г.

SUMMARY

Variations in the efficiency of fertilizers in the stands of winter wheat, barley and potatoes with liming and with the amount of mobile phosphates and potassium in the gray forest soil of Tulsky region were studied in a long-term field experiment.

Liming increased the efficiency of higher doses of phosphoric fertilizers on the nitrogenous-potassic background. With higher content of mobile phosphates in the soil the yield gains in all the crops studied increased. The coefficients of utilization of mobile phosphates and potassium from the soil depended on the crop, on fertilizer doses, and on the content of mobile elements in the soil.