

УДК 631.816.1:631.582

ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР ПОЛЕВОГО СЕВООБОРОТА ПРИ СИСТЕМЕ УДОБРЕНИЯ, РАССЧИТАННОЙ БАЛАНСОВЫМ МЕТОДОМ

Ю. П. ЖУКОВ, В. П. КОМКОВ

(Кафедра агрономической и биологической химии)

Для рационального применения удобрений важно определить оптимальные нормы и сочетания элементов на основе учета биологических особенностей культур, свойств применяемых удобрений, почвенно-климатических и организационно-хозяйственных условий.

Наиболее перспективным способом определения оптимальных норм удобрений является балансовый метод [1—3, 7, 8, 10—12]. В целях совершенствования этого метода было предложено [4—6, 9] вынос питательных элементов плановым урожаем культур трансформировать в норму удобрений, применяя не разностные, а балансовые коэффициенты использования удобрений¹. Применение последних при расчетах оптимальных норм удобрений позволяет одновременно планировать желаемое изменение эффективного плодородия почв [4—6].

В предлагаемой работе изложены результаты экспериментальной проверки возможности получения плановых урожаев культур в севообороте племенного птицеводческого завода (ППЗ) «Смена» Загорского района Московской области при системе применения удобрений, рассчитанной балансовым методом в новой его модификации, т. е. с помощью балансовых коэффициентов использования питательных веществ из удобрений.

Условия и методы исследований

Полевые производственные опыты проводили в контрольном севообороте 1 (841 га) со следующим чередованием культур: ячмень с подсевом трав — травы 1-го года — травы 2-го года пользования — озимая пшеница — кормовые культуры (50 % — кукуруза на силос, 50 % — кормовая свекла) — овес с подсевом трав — травы 1-го года — травы 2-го года пользования — озимая пшеница. В каждом поле севооборота оставляли контрольные полосы шириной 10—15 м, площадью 0,10—0,25 га, где удобрения не вносили (контроль). Систему удобрения разрабатывали в начале 1976 г. с учетом фактического средневзвешенного эффективного плодородия почв всего севооборотного участка для получения плановых уровней урожаев 1980 г.

Почвы дерново-среднеподзолистые среднесуглинистые, подстилаемые тяжелыми и средними суглинками, мощность пахотного горизонта 20—24 см. Содержание гумуса —

низкое (1,8 % по Тюрину), подвижного фосфора — среднее и повышенное (III—IV классы), обменного калия — высокое (V класс), насыщенность основаниями хорошая, гидrolитическая кислотность — 2—4 мг-экв на 100 г почвы, pH близкая к нейтральной или нейтральная (V—VI классы).

При расчетах исходили из выноса питательных элементов плановыми урожаями культур, который трансформировали в нормы удобрений с помощью балансовых коэффициентов использования удобрений за ротацию севооборота. Последние, учитывая средневзвешенное плодородие почв севооборотного участка, принимали равными: для минеральных удобрений — N — 80; P₂O₅ — 50 и K₂O — 90 %; для органических — соответственно 60, 60 и 90 %, причем действие органических удобрений рассчитывали на 3 года в следующих размерах: по азоту — соответственно 25, 25 и 10 %, фосфору — 30, 20 и 10, калию — 60, 20 и 10 %.

¹ Вынос элемента с урожаем в процентах к его количеству, внесенному с удобрениями.

Общая схема удобрения в полевом севообороте 1 (навоз, т; NPK, кг д. в./га)

Культура	Планоый урожай, ц/га	Основное				Припосевное		Подкормка N
		навоз или известь	N	P	K	P	N+K	
Травы 1-го года пользования	60	—	—	—	—	—	—	60
Травы 2-го года пользования	60	—	—	—	—	—	—	90
Оз. пшеница	45	Навоз, 20	30	100	70	10	—	150
Кукуруза на силос 50 %	300	Известь	120	70	140	10	—	—
Кормовая свекла 50 %	500	»	370	130	430	10	10+10	—
Овес с подсевом трав	31	—	110	190	405	10	—	—
Травы 1-го года пользования	60	—	—	—	—	—	—	60
Травы 2-го года пользования	60	—	—	—	—	—	—	90
Оз. пшеница	45	—	30	120	150	10	—	170
Ячмень с подсевом трав	45	Известь	120	220	480	10	—	—

Рассчитанные для трав фосфорно-калийные удобрения вносили под покровную культуру, а азотные — весной в подкормку, причем при определении выноса азота травами принимали в расчет только половину действительного его выноса, так как клевер может усваивать этот элемент из атмосферы.

В общей схеме (табл. 1) указаны способы внесения удобрений и их дозы, а также распределение поддерживающего известкования в полях севооборота. Так как отдельные поля севооборота различались по эффективному плодородию, на основании общей схемы ежегодно составляли планы применения удобрений с учетом конкретного размещения культур по полям. Если плодородие конкретного поля было ниже среднего по севообороту на один класс, дозы удобрений увеличивали на 10 % (поправочный коэффициент 1,1); на два класса — на 30 % (поправочный коэффициент 1,3) и т. д. Если плодородие поля было выше среднего на один класс, дозы удобрений уменьшали на 10 % (коэффициент 0,9), на два класса — на 30 % (коэффициент 0,7) и т. д. Так как лучших полей было столько же, сколько и худших, то общее количество удобрений оставалось неизменным, но вместе с этим менее богатые поля получали больше удобрений, чем более богатые.

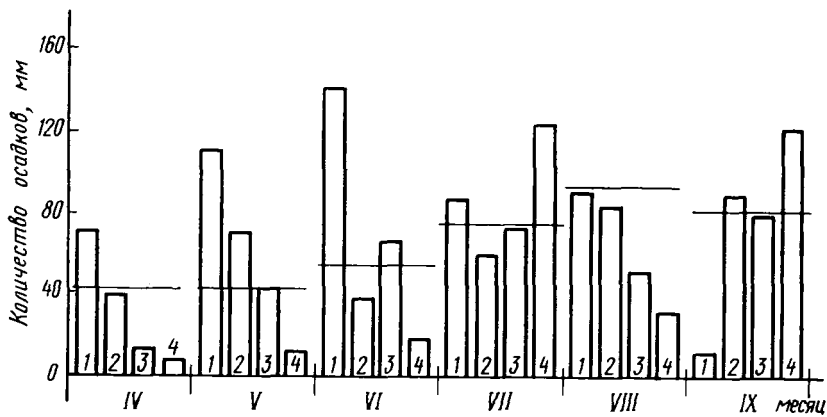
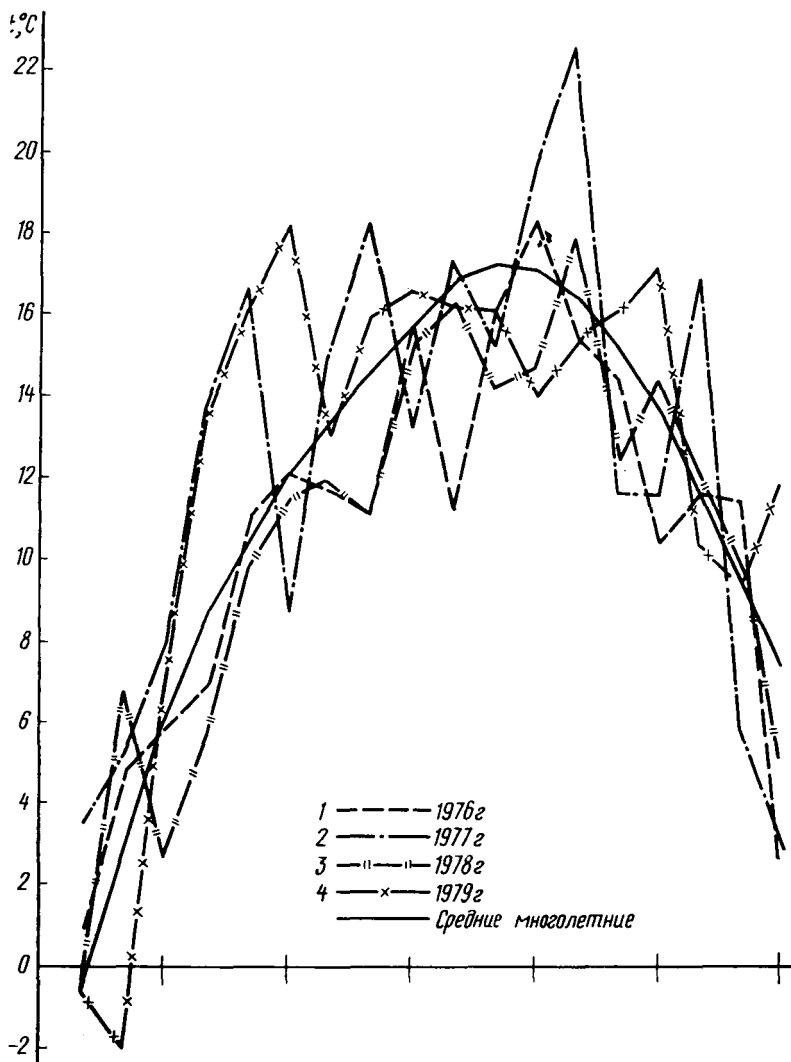
Разработанная система наряду с получением плановых урожаев была рассчитана на дальнейшее улучшение почвенного плодородия всех полей севооборота, так как дозы удобрений превышали планируемый вынос по азоту на 25—20 %; по фосфору — на 100 и по калию — на 10 %. Удобрения вносили в виде аммиачной селитры, нитроаммофоски, гранулированного суперфосфата, калийной соли и хлористого калия.

Учет урожая основной продукции всех культур проводили сплошным методом в 4-кратной повторности, побочной — выборочным методом в 7—10-кратной повторности. Перед уборкой урожая определяли соотношение между товарной и нетоварной

продукцией и отбирали образцы для анализов, затем их высушивали, измельчали и анализировали на содержание азота, фосфора и калия. Кроме того, определяли основные показатели качества товарной продукции отдельных культур. Рассчитывали потребление питательных элементов культурами севооборота, коэффициенты использования ими питательных элементов и баланс питательных элементов в севообороте; сравнивали полученные результаты с плановыми показателями. Урожайные данные пересчитывали на стандартную влажность (зерно — 14 %; солома, сено — 16 %; силосные — сырая масса) и статистически обрабатывали.

Большое влияние на продуктивность культур и эффективность удобрений оказывают погодные условия. Загорский район, где расположен ППЗ «Смена», относится к первому агроклиматическому району, где сумма среднесуточных температур за период вегетации растений составляет 1800—1900°, среднегодовая температура воздуха +3,3° (зимой —9,2°, летом +15,8°). Снеготаяние начинается в среднем 14—24 марта и длится 15—20 дней. Сход устойчивого снежного покрова наблюдается 3—8 апреля, что по времени почти совпадает с переходом среднесуточной температуры воздуха через 0°. Среднегодовое количество осадков составляет 620 мм, в том числе в период активной вегетации растений — в среднем 250—270 мм.

Как видно на рисунке, 1976 год был избыточно влажным, особенно в первой половине вегетации, а 1977 год по количеству и распределению осадков — более благоприятный, чем 1976. Наиболее засушливым в первой половине вегетации растений оказался 1979 год. Естественно, что отклонения влагообеспеченности влияли на продуктивность сельскохозяйственных культур и графики выполнения технологических операций. Агротехника возделывания культур в хозяйстве и в контрольном севообороте была общепринятой для Московской области. В ряде случаев изменялись только сроки проведения отдельных работ.



Температура воздуха и количество осадков вегетационных периодов в годы исследований (данные Загорского метеопункта).

Результаты исследований

Применение удобрений в соответствии с разработанной системой вызвало резкий рост урожайности всех сельскохозяйственных культур (табл. 2), причем овес, горох — овес — подсолнечник, многолетние травы уже в 1976 г. дали урожай, близкие или равные планируемому на 1980 г. В 1977 г. урожайность всех культур еще более возросла, а по ряду культур (озимая пшеница, однолетние травы, смеси и кукуруза)

Таблица 2

Урожайность культур контрольного севооборота 1 (ц/га)

Культура, продукция	1976			1977			Средняя за 1976—1977 гг.		Планируемая на 1980 г.
	контроль	опыт	НСР _{об}	контроль	опыт	НСР _{об}	контроль	опыт	
Оз. пшеница, зерно	28,9	41,9	8,8	40,6	49,2	1,2	34,8	45,5	45,0
Ячмень, зерно	21,0	39,4	7,2	27,0	40,0	9,0	24,0	39,7	45,0
Овес, зерно	21,4	30,6	8,9	—	—	—	21,4*	30,6*	31,0
Кормовая свекла, корнеплоды	180	274	39	142	365	38	161	320	500
Кукуруза, силос	—	—	—	164	377	85	164*	377*	300
Горох + овес + подсолнечник, силос	254	324	23	280	431	72	267	377	300
Многолетние травы, сено	30,1	57,0	4,5	26,8	57,8	14,0	28,4	57,4	60
Однолетние травы, зеленая масса	—	—	—	103	275	—	103*	275*	200

* Однолетние данные.

она заметно превысила планируемую, и только урожайность ячменя и особенно кормовой свеклы оказалась заметно ниже.

Используемая система удобрения благоприятно влияла и на соотношение в урожае товарной и нетоварной продукции. При этом, как правило, увеличивался выход товарной продукции. Так, удельный вес соломы озимой пшеницы в 1976 г. уменьшался с 1,97 до 1,67, а в 1977 г. — с 1,15 до 1,13. Доля корней в хозяйственном урожае кормовой свеклы под влиянием удобрений в 1976 г. возрастала с 1,07 до 1,17, а в 1977 г. — с 1,18 до 1,88. Непостоянным было только соотношение зерна и соломы у ячменя: в 1976 г. удельный вес соломы возрастал с 1,45 до 1,65, а в 1977 г. — наоборот, снижался с 1,37 до 1,22, что объясняется прежде всего различиями этих лет по влагообеспеченности.

Удобрения заметно влияли и на некоторые показатели качества продукции. Так, в 1976 г. содержание белка в зерне озимой пшеницы увеличивалось с 8,6 до 9,8 %, в зерне ячменя — с 7,5 до 8,6 %, овса — с 7,6 до 8,4 %. Вместе с тем содержание сырого белка в сене многолетних трав практически не изменялось (13,1—12,9 %). В 1977 г. у зерновых культур оно оказалось более высоким, так как год был менее влажным: в зерне озимой пшеницы содержание сырого белка увеличилось с 10,2 до 12,4 %, в зерне ячменя — с 8,1 до 10,3 %. В этом году было высоким и заметно возрастало под влиянием удобрений содержание суммы сахаров и корнях кормовой свеклы (с 16,2 до 17,6 %).

Важным показателем эффективности удобрений является потребление культурами питательных элементов. Результаты анализов товарной и нетоварной продукции культур севооборота показали, что под влиянием удобрений в растениях, как правило, возрастало относительное содержание всех питательных элементов, но наиболее заметно азота

и калия, причем с ростом доз соответствующих удобрений увеличение относительного содержания питательных элементов в продукции было более значительным. Например, в зерне озимой пшеницы содержание общего азота в 1976 г. под влиянием удобрений возрастало с 1,54 до 1,87 %, а в 1977 г. — с 2,00 до 2,12, в соломе — соответственно с 0,50 до 0,55 и с 0,56 до 0,62 %. Содержание фосфора в 1976 г. было значительно выше, чем в 1977 г., а под влиянием удобрений в 1976 г. оно снижалось с 1,01 до 0,82 %, в 1977 г. — возрастало с 0,53 до 0,59 %; в соломе — увеличивалось соответственно с 0,29 до 0,50 и с 0,29 до 0,32 %. Содержание калия в зерне под воздействием удобрений повышалось в эти годы с 0,34 до 0,39 и с 0,44 до 0,48 %, в соломе возрастало с 0,87 до 1,21 % в 1976 г. и снижалось с 1,45 до 1,16 % в 1977 г.

Аналогичные изменения в относительном содержании питательных элементов наблюдались и у других зерновых культур. У кукурузы и

Т а б л и ц а 3

Затраты питательных элементов на создание единицы товарной продукции с соответствующим количеством нетоварной (кг на 10 ц) у культур севооборота (в числителе — контроль, в знаменателе — опыт)

Культуры	N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	план- руемые	1976	1977	план- руемые	1976	1977	план- руемые	1976	1977
Оз. пшеница	38	$\frac{24}{28}$	$\frac{26}{34}$	14	$\frac{16}{17}$	$\frac{9}{10}$	30	$\frac{21}{25}$	$\frac{21}{19}$
Ячмень	36	$\frac{28}{30}$	$\frac{18}{16}$	12	$\frac{11}{14}$	$\frac{10}{11}$	32	$\frac{32}{39}$	$\frac{18}{16}$
Овес	32	$\frac{26}{27}$	He опр.	15	$\frac{11}{12}$	He опр.	29	$\frac{23}{24}$	He опр.
Кормовая свекла	6,5	$\frac{5,0}{5,5}$	$\frac{4,5}{5,5}$	1,5	$\frac{2,0}{2,0}$	$\frac{1,6}{2,7}$	8,5	$\frac{8,0}{8,0}$	$\frac{10}{17}$
Горох + овес + подсол- нечник, зеленая масса	4,0	$\frac{5,0}{5,0}$	$\frac{3,0}{3,5}$	1,5	$\frac{1,5}{2,0}$	$\frac{2,0}{1,8}$	5,0	$\frac{6,0}{5,5}$	$\frac{6,0}{7,5}$
Многолетние травы, сено	10	$\frac{10,5}{10,5}$	$\frac{10,5}{10,5}$	5	$\frac{7,0}{7,0}$	$\frac{7,2}{6,4}$	24	$\frac{31}{27}$	$\frac{31}{28}$
Кукуруза, зеленая масса	4,0	He опр.	$\frac{4,4}{5,0}$	1,5	He опр.	$\frac{2,0}{2,0}$	5,0	He опр.	$\frac{8,7}{8,6}$

кормовой свеклы оно увеличивалось, а у многолетних трав, напротив, несколько уменьшалось.

Одним из важных параметров, используемых в балансовых расчетах для определения оптимальных норм удобрений, являются затраты питательных элементов на создание единицы основной с соответствующим количеством побочной продукции. Расчеты показали, что фактические затраты азота и калия на 10 ц зерна с соответствующим количеством соломы у зерновых культур и особенно у ячменя были значительно ниже, плановых, тогда как затраты фосфора только у озимой пшеницы оказались ниже плановых (табл. 3). Отсюда следует, что для получения плановых или близких к ним урожаев зерновых культур нормы азотно-калийных удобрений в будущем могут быть несколько уменьшены, так как эти культуры при данной системе удобрения расходуют питательные элементы более экономно, хотя урожайность их и качество урожая не снижаются.

У других культур севооборота фактические затраты питательных элементов на создание единицы продукции были довольно близкими

к плановым или даже несколько большими. Увеличение затрат фосфора и калия на 10 ц корнеплодов с соответствующим количеством ботвы объясняется более низкой, чем фактическая, урожайностью. Это показывает, что фактором, лимитирующим рост урожая данной культуры, является не недостаток удобрения, а, в частности, несвоевременная и низкокачественная борьба с сорняками.

У калиелюбивых культур (кукуруза, подсолнечник, многолетние травы) фактические затраты всех элементов и особенно калия также были выше плановых.

Следует подчеркнуть, что под влиянием удобрений у подавляющего большинства культур севооборота несколько (а иногда и заметно) воз-

Т а б л и ц а 4

Потребление питательных элементов культурами севооборота в 1976 г.

Культуры	Внесено, кг/га	Вынесено урожаями, кг/га*			Коэффициенты использования удобрений, %					
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	разностные			балансовые		
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Оз. пшеница	100N110P80K	$\frac{69}{117}$	$\frac{46}{71}$	$\frac{61}{105}$	48	22	55	117	65	131
Горох — овес — подсолнечник, 50 %	120N70P110K	$\frac{127}{162}$	$\frac{38}{65}$	$\frac{153}{178}$	29	38	22	135	93	162
Кормовая свекла, 50 %	130N70P80K	$\frac{90}{151}$	$\frac{36}{55}$	$\frac{144}{219}$	46	27	93	115	79	274
Овес с подсевом трав	100N200P300K	$\frac{56}{83}$	$\frac{24}{37}$	$\frac{49}{73}$	27	6	8	83	19	24
Травы 1-го года пользования	70N	$\frac{32}{60}$	$\frac{21}{40}$	$\frac{93}{154}$	40	9	20	85	20	50
Травы 2-го года пользования	70N	$\frac{32}{60}$	$\frac{21}{40}$	$\frac{33}{154}$	40	9	20	85	20	50
Оз. пшеница	100N130P130K	$\frac{69}{117}$	$\frac{46}{71}$	$\frac{61}{105}$	48	19	33	117	55	81
Ячмень с подсевом	100N220P380K	$\frac{59}{118}$	$\frac{23}{55}$	$\frac{67}{154}$	54	14	22	118	25	41
Травы 1-го года пользования	70N	$\frac{32}{60}$	$\frac{21}{40}$	$\frac{93}{154}$	40	8	17	85	19	40
Травы 2-го года пользования	70N	$\frac{32}{60}$	$\frac{21}{40}$	$\frac{93}{154}$	40	8	17	85	19	40
В среднем за севооборот	89N81P109K	$\frac{54}{92}$	$\frac{29}{50}$	$\frac{84}{139}$	40	26	51	103	61	127
То же с учетом навоза**	123N98P149K	$\frac{54}{92}$	$\frac{29}{50}$	$\frac{84}{139}$	30	21	37	75	51	90

* В числителе — контроль, в знаменателе — система удобрения.

** Навоз вносили по 20 т на 1 га под оз. пшеницу в поле 1 и по 80 т под кормовую свеклу в поле 2.

растали затраты питательных элементов на создание единицы товарной продукции (табл. 3). Колебания этого показателя в разные годы обусловлены различиями в метеорологических условиях, повлекшими за собой изменение урожайности, соотношения между товарной и нетоварной продукцией и относительного содержания питательных элементов в отдельных органах растений.

Имея урожайные данные и результаты анализов растений, нетрудно рассчитать общий вынос элементов с урожаями, коэффициенты ис-

пользования удобрений и баланс питательных элементов в севообороте (табл. 4).

Разностные коэффициенты использования минеральных удобрений под отдельными культурами и в среднем за севооборот в 1976 г., как и предполагалось, оказались в 2—3 раза ниже балансовых. Последние правильно отражали использование растениями питательных элементов из удобрений и почвы, а также позволяли оценить возможное изменение почвенного плодородия в каждом поле севооборота. В среднем за севооборот в 1976 г. фактические балансовые коэффициенты использования органических и минеральных удобрений были по фосфору и калию практически равны плановым, а по азоту — только на 5 % ниже. Следовательно, и баланс питательных элементов в севообороте в

Т а б л и ц а 5

Экономическая эффективность применения системы удобрения, рассчитанной балансовым методом, в 1977 г. (числитель — фактические данные, знаменатель — плановые)

Показатель	Многолетние травы		Оз. пшеница	Подсолнечник на силос	Кормовая свекла	Однолетние травы на зеленый корм	Ячмень	Кукуруза на силос
	1-го года пользования	2-го года пользования						
Урожайность, ц/га	65,2	47,0	49,2	431	365	275	40	377
	60,0	60,0	45,0	300	500	200	45	300
Себестоимость, руб/ц	1,47	2,04	4,05	0,58	1,86	0,71	5,48	0,67
	1,80	1,90	5,02	1,31	1,56	1,61	5,32	1,53
Чистый доход, руб/га	195	141	415	751	388	305	281	446
	179	179	336	501	547	204	323	329
Рентабельность, %	203	135	207	297	57	154	128	175
	162	150	140	127	70	63	134	71
Фактическая окупаемость дополнительных затрат	1,26	2,99	4,07	3,85	5,34	3,40	7,90	2,57

1976 г. оказался таким же близким к плановому: по азоту +31 кг/га (+33 % к выносу), по фосфору +48 кг/га (+98 % к выносу) и по калию +10 кг/га (+8 % к выносу) при плане соответственно +25; +100 и +10 % к выносу. Следует подчеркнуть, что использование питательных элементов из навоза рассчитывали не под отдельную культуру, а в среднем за севооборот; использование фосфорно-калийных удобрений, внесенных под покровную культуру, рассчитывали последовательно (покровная, травы 1-го и 2-го годов пользования).

В 1977 г. благодаря более высокой урожайности озимой пшеницы, кормовой свеклы и однолетних силосных культур фактические балансовые коэффициенты использования удобрений в среднем за севооборот были более высокими, чем в 1976 г.: соответственно по азоту — 94, фосфору — 57, калию — 113 %. Следовательно, баланс по азоту и фосфору оказался также положительным — соответственно +6 и +78 % к выносу этих элементов с урожаями, а по калию — отрицательным — 12 % к выносу, что объясняется более высокими против плановых урожаями калиелюбивых культур (кукуруза, подсолнечник и однолетние травы).

Расчеты, проведенные по материалам 1977 г., показали, что применение удобрений в соответствии с разработанной системой не только

агрономически целесообразно, но и экономически выгодно. Как видно из табл. 5, при более высокой фактической урожайности по сравнению с плановой экономические показатели, естественно, тоже превышали плановые. Но даже и там, где плановая урожайность не была достигнута (кормовая свекла, ячмень, многолетние травы 2-го года пользования), экономическая эффективность применения удобрений была достаточно высокой.

Наряду с детальным изучением действия удобрений в контрольном севообороте мы проанализировали динамику урожайности основных сельскохозяйственных культур в ППЗ «Смена» до (1973—1975 гг.) и после (1976—1979 гг.) внедрения в хозяйстве новой системы применения удобрений во всех севооборотах.

Как видно из табл. 6, в хозяйстве из года в год повышается продуктивность всех возделываемых культур, что обуславливается не толь-

Т а б л и ц а 6

Динамика урожайности (ц/га) основных сельскохозяйственных культур ППЗ «Смена» до (1973—1975 гг.) и после (1976—1979 гг.) внедрения в производство новой системы применения удобрений

Культуры	1973	1974	1975	Среднее за 3 года	1976	1977	1978	1979	Среднее за 4 года
Оз. пшеница	34,5	33,6	35,0	34,3	36,2	41,4	—	35,0	37,5
Ячмень	27,0	32,4	38,2	32,5	36,0	42,8	42,0	37,1	39,4
Овес	24,5	25,0	28,4	25,3	29,5	31,7	—	32,9	31,3
Кормовая свекла	229,0	149,0	260,0	213,0	236,0	277,0	404,0	471,0	346,0
Силосные	133,0	248,0	278,0	220,0	319,0	329,0	332,0	350,0	333,0
Многолетние травы на сено	34,8	42,0	43,8	40,2	49,0	55,3	56,4	60,1	55,2

ко совершенствованием технологических операций и повышением общей культуры земледелия, но, несомненно, и внедрением новой научно обоснованной системы применения удобрений. В самом деле, с 1976 г. резко возросла урожайность всех культур и наиболее значительно — кормовых и силосных, а также многолетних трав.

Заключение

Таким образом, убедительно показана высокая эффективность применения в севообороте удобрений в нормах, рассчитанных по новой модификации балансового метода, т. е. с помощью балансовых, а не разностных коэффициентов использования удобрений. Система применения удобрений, рассчитанная по балансовым коэффициентам, позволяет не только получать плановые урожаи культур при хорошем качестве продукции, но и одновременно прогнозировать изменение эффективного плодородия почв каждого поля и всего севооборотного участка в целом.

Для получения урожая зерновых 40—45 ц зерна с 1 га и близких к ним (в эквивалентном отношении) урожаях силосных культур, однолетних и многолетних трав на средне- и хорошообеспеченной подвижным фосфором и высокообеспеченной обменным калием дерново-подзолистой почве Подмоскovie, реакция которой близка к нейтральной, оптимальные нормы удобрений могут быть определены путем трансформации выноса питательных элементов плановыми урожаями культур через следующие балансовые коэффициенты использования удобрений в севообороте: по азоту — 80—90 %, по фосфору — 50—60, по калию — 90—110 %.

Полученные результаты позволяют рекомендовать новую модификацию балансового метода определения норм удобрений для дальнейших полевых и производственных ее испытаний с целью уточнения балансовых коэффициентов использования удобрений и затрат питательных элементов культурами в конкретных почвенно-климатических условиях Нечерноземья.

ЛИТЕРАТУРА

1. А ф е н д у л о в К. П., Л а н т у х о в а А. И. Удобрения под планируемый урожай. М.: Колос, 1973. — 2. Б е н е в с к и М. И. Оптимизация доз удобрений путем электронной обработки информации. — В сб.: VIII Междунар. конгр. по минеральным удобрениям (докл. зарубеж. участников). Т. 2, секция 3. М., 1976, с. 31—36. — 3. Ж у к о в Ю. П. Определение доз и разработка системы удобрения в севообороте. М.: ТСХА, 1974. — 4. Ж у к о в Ю. П. О рациональном удобрении орошаемых пастбищ. — Изв. ТСХА, 1978, вып. 1, с. 85—90. — 5. Ж у к о в Ю. П., Г л у х о в Н. И. Определение оптимальных доз и соотношений удобрений с учетом использования питательных элементов из удобрений и почвы. — Изв. ТСХА, 1977, вып. 4, с. 68—76. — 6. Ж у к о в Ю. П., З а г о н я й к о Л. И. Продуктивность овощного севооборота при использовании систем удобрения, рассчитанных балансовым методом. — Изв. ТСХА, 1979, вып. 4, с. 120—128. — 7. К у л а к о в с к а я Т. М. Применение удобрений. Минск: Ураджай, 1970. — 8. К у л а к о в с к а я Т. М. Рациональное использование удобрений в хозяйствах Западного региона. — В сб.: Науч. основы применения удобрений по зонам страны. М.: Колос, 1975, вып. 26, с. 55—64. — 9. Л и г у м С. Т. Балансовый коэффициент использования растениями питательных веществ из удобрений и почвы и его применение. — Агрохимия, 1977, № 5, с. 128—133. — 10. М и х а й л о в Н. Н., К н и п е р В. П. Определение потребности растений в удобрениях. М.: Колос, 1971. — 11. С а п о ж н и к о в Н. А., К о р н и л о в М. Ф. Научные основы системы удобрения в Нечерноземной полосе. Л.: Колос, 1977. — 12. Ш а т и л о в И. С., К а ю м о в М. К. Программирование урожая полевых культур в условиях интенсивной химизации. — В кн.: II Всерос. совещ. по химизации сельск. хоз-ва (доклады). Ч. 2. М., 1975, с. 83—97.

Статья поступила 1 августа 1980 г.

SUMMARY

The data of field tests (on breeding farm "Smena", Zagorsky district of Moscow region) of the system of using fertilizers in crop rotation worked out with the help of balance coefficients for using nutrient elements calculated for programmed crop yields are presented in the paper. Practical possibility to obtain on soddy-podzolic soils high yields of farm crops close to those which are programmed and at the same time to forecast changes in efficient soil fertility in each crop rotation field is shown. The dynamics in yields of the main crops on the farm before and after introducing the new system of using fertilizers is presented.