

УДК 631.55:1631.811+631.582+ 632.954

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАССЧИТАННЫХ С ПОМОЩЬЮ БАЛАНСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ В СЕВОБОРОТЕ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ ПОДМОСКОВЬЯ

Ю. П. ЖУКОВ, Т. П. КОЗЬМЕНКО

(Кафедра агрономической и биологической химии)

Изучалась возможность получения планируемых уровней урожайности отдельных сельскохозяйственных культур и общей продуктивности севооборота при использовании рассчитанных с помощью балансовых коэффициентов систем удобрения в сочетании с пестицидами и ретардантами на среднекультуренной дерново-подзолистой почве.

Результаты опытов, в которых изучалось влияние систем удобрения, рассчитанных с помощью балансовых коэффициентов, на планируемую урожайность культур в севообороте, показали реальную возможность увеличения продуктивности севооборотов при одновременном изменении эффективного плодородия почв в желаемом направлении; принципиально доказана возможность получения высоких планируемых урожаев при хорошем качестве продукции [1—3, 6, 7].

Освоение интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур предопределяет необходимость систематических научных поисков, направленных на получение высоких программируемых урожаев в конкретных почвенно-климатических условиях [1, 5].

Нами испытывались системы удобрения в сочетании с гербицидами и ретардантами, позволяющие получать запланированные уровни урожайности возделываемых культур и продуктивности севооборота.

Методика

Исследования проводятся с 1983 г. в полевом опыте в совхозе «Константиновский» Загорского района Московской области в 4-польном севообороте: вика (горох)+овес — озимая пшеница — картофель — ячмень. Схема опыта представлена в табл. 1. Системы удобрения различаются плановыми балансовыми коэффициентами использования фосфорных удобрений при разовом и дробном внесении азотных; сопоставляются эквивалентные по питательным элементам минеральная (3-я) и навозно-минеральная (5-я) системы (табл. 1).

Для изучения влияния разового и дробного внесения азотных удобрений на урожайность культур все делянки были разделены на 2 части, общая площадь делянки 165 м². Повторность опыта 4-кратная, расположение делянок рендомизированное.

Делянки с озимой пшеницей в фазу кущения опрыскивали смесью 2,4-Д (1 кг д. в. на 1 га) и хлорхлорид (3 кг на 1 га), а делянки с ячменем в ту же фазу — смесью 2,4-Д в той же дозе и кампозана (4 кг на 1 га).

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. Агрохимические показатели почвы в слое 0—20 см следующие: рН_{сол} — 5,5, N_p — 2,46 мг*экв на 100 г, V — 81,1 %, содержание P₂O₅ и K₂O по Кирсанову — соответственно 65 и 92 мг на 1 кг, гумуса по Тюрину — 1,25 %.

Результаты учетов урожайности пересчитывали на стандартную влажность (зерно — 14 %, солома и сено — 16 %, ботва и клубни — сырая масса) и обрабатывали дисперсионным методом [4]. Более подробно условия проведения исследований описаны нами ранее [3].

Результаты

Под влиянием удобрений, гербицидов и ретардантов (табл. 2) как в отдельные годы, так и в среднем за ротацию получены достоверные прибавки урожаев всех культур. Планируемый уровень урожайности (60 ц/га) получен в посевах смеси гороха и овса при дробном внесении азотных удобрений во всех вариантах и при разовом внесении во всех вариантах, кроме 5-го. Самая низкая фактическая урожайность состави-

Схема опыта в 4-польном севообороте. 1983 — 1986 гг.
(удобрения в кг д. в. на 1 га)

Элемент питания	Оз. пшеница	Картофель	Ячмень	Вика (горох) + овес (сено)	Плановые балансовые коэффициенты
Система 2					
N	50+80+45	100+70	80+45	80+80	80
P ₂ O ₅	100	80	80	100	50
K ₂ O	160	230	100	140	100
Система 3					
N		Нормы те же, что в системе 2		2	
P ₂ O ₅	70	55	55	70	70
K ₂ O		Нормы те же, что в системе 2			
Система 4					
N		Нормы те же, что в системе 2		2	
P ₂ O ₅	55	45	45	55	90
K ₂ O		Нормы те же, что в системе 2			
Система 5					
Навоз	40 т/га				
N	80+45	50+70	40+45	140	80
P ₂ O ₅	40	30	40	60	70
K ₂ O	60	190	60	120	100

Примечание. Система 1—контроль (без удобрения).

ла 95 % планируемой. Соотношение гороха и овса в урожае зеленой массы сильно варьировало по годам в зависимости от погодных условий, в среднем доля гороха в урожае была несколько выше, чем овса.

Дробное внесение азотных удобрений в смешанных посевах гороха и овса не имело преимуществ перед разовым в системах 4 и 5, причем система 3 (минеральная) по урожайности превосходила систему 5 (навозно-минеральную).

Плохая перезимовка и неблагоприятные погодные условия 1985—1986 гг. не позволили получить запланированный уровень урожайности озимой пшеницы (45 ц/га), хотя в отдельные годы (1984) он был достигнут (система 5).

Максимальная урожайность в среднем за ротацию получена при использовании систем 2 и 5. При дробном внесении азотных удобрений прибавки урожая были достоверны во всех вариантах. Навозно-минеральная система в отдельные годы (1984—1985) по этому показателю превосходила минеральную, но в среднем за севооборот эти системы были практически равноценны. Соотношение зерна и соломы у озимой пшеницы равнялось планируемому (1 : 1).

Погодные условия в вегетационный период оказывали очень сильное влияние на урожай клубней картофеля. Так, в наиболее благоприятном 1986 г. урожай превосходил планируемый (250 ц/га) уровень во всех вариантах, в 1983—1984 гг. он был значительно ниже, а в среднем за ротацию планируемый урожай получен лишь при использовании системы 2 и дробном внесении азотных удобрений. Урожайность картофеля при разовом внесении азотных удобрений составила 240 ц/га (96 % плана). Отношение клубней к ботве, несмотря на колебания в отдельные годы, при внесении удобрений в среднем за ротацию оказалось довольно близким к желаемому.

Урожайность ячменя во всех вариантах с удобрениями была в 1,5—2,5 раза выше, чем в контроле: при разовом внесении азотных удобрений максимальная прибавка составила 19 ц/га, при дробном — 22 ц/га. Максимальный урожай (52,8 ц/га) получен в 1986 г. при дробном внесении азотных удобрений.

Урожайность культур севооборота (ц/га) при расчетных системах удобрения
(здесь и в табл. 3—6 в скобках — дробное внесение азотных удобрений)

Система удобрения	1983 г.	1984 г.	1985 г.	1986 г.	Среднее
Горох+овес (сено)					
1	26,6	31,3	24,1	25,4	26,9
2	91,8	82,9	69,3 (75,0)	64,0 (68,4)	77,0
3	64,2	65,7	63,5 (68,0)	57,0 (62,4)	62,6
4	60,7	71,9	61,7 (63,4)	55,5 (56,9)	62,5
5	54,5	60,1	58,7 (60,7)	54,0 (58,6)	56,8
НСР ₀₅	5,6	4,5	2,3 (4,7)	2,5 (3,9)	—
Оз. пшеница (зерно)*					
1	5,7	16,6	8,6	6,5	9,4
2	17,2 (22,9)	40,9 (43,2)	31,8 (35,2)	24,2 (27,8)	28,5 (32,3)
3	16,6(20,9)	32,8 (34,9)	24,5 (25,6)	22,6 (24,5)	24,1 (26,5)
4	15,2(20,0)	29,8 (32,6)	20,7(25,7)	20,9 (21,3)	21,7(24,9)
5	13,4 (16,7)	45,6 (48,6)	35,0 (36,1)	25,4(28,6)	29,9 (32,5)
НСР ₀₅	1,7 (2,3)	1,6 (1,6)	3,3 (4,4)	1,38(1,15)	—
Картофель (клубни)					
1	54	98	88	117	89
2	137 (158)	253 (259)	267 (279)	302 (321)	240 (254)
3	115(133)	189 (207)	198 (223)	278 (286)	195 (212)
4	113(130)	157 (160)	164 (191)	253 (251)	172 (183)
5	82(100)	173 (183)	231 (234)	284 (301)	188 (205)
НСР ₀₅	22 (24)	14 (11)	24,9 (32)	35,8 (32)	—
Ячмень (зерно)					
1	4,9	13,3	18,6	20,7	14,4
2	15,0(21,1)	34,3(35,1)	37,2 (40,2)	47,2 (52,8)	33,4 (37,3)
3	15,2(20)	27,6 (30,1)	30,8 (33,5)	42,4 (45,5)	29,0 (32,3)
4	10,8(14,5)	22,7 (25,1)	27,9 (29,7)	40,1 (43,9)	25,4 (28,3)
5	9,9(12,3)	17,5 (18,9)	22,4 (24,0)	37,6 (38,7)	21,9 (23,5)
НСР ₀₅	2,3(1,4)	3,8 (3,1)	4,2 (2,1)	3,4 (1,8)	—

*В 1983 г. — ячмень (зерно).

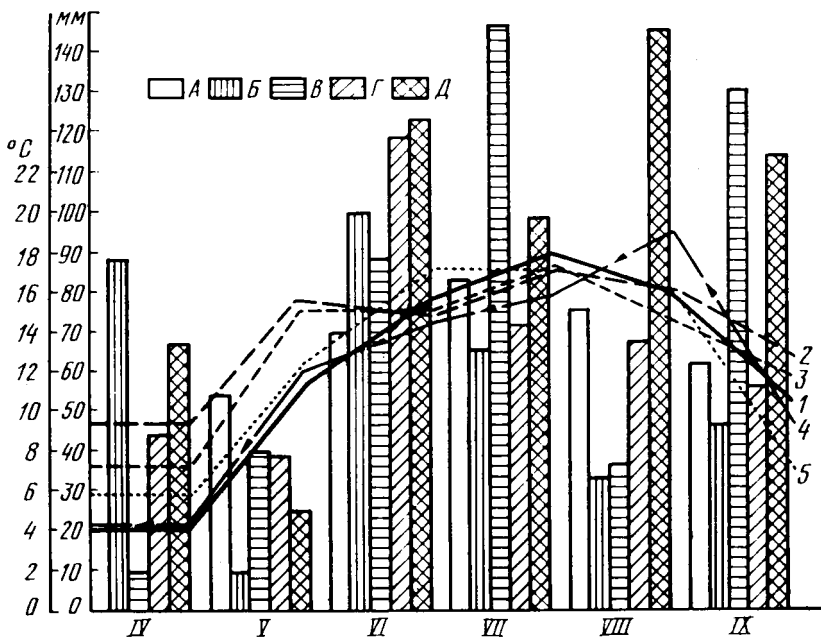
Дробное внесение азотных удобрений имело явное преимущество перед разовым в посевах зерновых культур и при системах 2 и 3 в посевах горохоовсяной смеси.

Урожайность ячменя и озимой пшеницы в среднем за ротацию севооборота оказалась ниже планируемого уровня во всех вариантах из-за низких урожаев в 1-й год освоения севооборота вследствие высокой засоренности поля, позднего срока сева, низкого качества семян. Кроме того, в отдельные годы погодные условия (рисунок) были неблагоприятными для отдельных культур (1984 г. — для ячменя, в 1985/86 г. — плохие условия перезимовки озимой пшеницы).

Таблица 3

Продуктивность севооборота и выход основной продукции при расчетных системах удобрения

Система удобрения	Продуктивность севооборота, ц корм. ед. на 1 га					Выход основной продукции, %
	1983 г.	1984 г.	1985 г.	1986 г.	в среднем за ротацию	
1	10	22	21	26	20	83,9
2	29 (34)	56 (58)	59 (63)	65 (70)	52 (56)	83,4 (83,3)
3	25 (29)	43 (46)	46 (51)	58 (62)	43 (47)	84,3 (83,2)
4	22 (26)	38 (40)	41 (46)	55 (56)	39 (42)	82,9 (83,4)
5	19 (21)	42 (45)	49 (52)	57 (61)	42 (45)	83,1 (83,4)



Количество осадков (мм) и температура воздуха (°C) в 1983—1986 гг.
 Температура: 1 — средняя многолетняя; 2 — 1983 г.; 3 — 1984 г.; 4 — 1985 г.; 5 — 1986 г.; количество осадков: А — среднее многолетнее, Б — 1983 г.; В — 1984 г.; Г — 1985 г.; Д — 1986 г.

Наряду с изучением изменения уровня урожайности отдельных культур определяли влияние расчетных систем удобрений на общую продуктивность севооборота (табл. 3). В результате применения расчетных доз удобрений продуктивность севооборота в отдельные годы и в среднем за ротацию повысилась в 2 с лишним раза. Продуктивность севооборота из года в год возрастала и достигла максимума в 1986 г. В среднем за ротацию наиболее близкой к планируемой была продуктивность при использовании системы 2 (56 ц корм. ед. на 1 га при плане 58 ц корм. ед.) и дробном внесении азотных удобрений. Выход основной продукции практически не различался по вариантам и при-

Таблица 4

Показатели качества основной продукции культур севооборота в среднем за ротацию при расчетных системах удобрения

Показатель	Система удобрения				
	1	2	3	4	5
Картофель					
Содержание крахмала, %	16,2	14,9 (14,6)	15,0 (14,9)	15,1 (14,9)	14,9 (15,1)
Сбор крахмала с урожаем, ц/га	14,5	40,2 (42,5)	32,4 (31,6)	28,3 (30,0)	30,5 (32,7)
Оз. пшеница					
Содержание сырого белка, %	11,5	14,7 (14,8)	15,1 (15,3)	14,2 (14,4)	14,5 (14,6)
Сбор белка с урожаем, ц/га	1,2	4,7 (5,2)	4,0 (4,3)	3,3 (3,8)	5,0 (5,4)
Ячмень					
Содержание сырого белка, %	9,9	12,0 (12,0)	11,8 (12,0)	11,8 (11,9)	11,7 (11,8)
Сбор белка с урожаем, ц/га	1,4	4,0 (4,5)	3,4 (3,9)	2,9 (3,4)	2,6 (2,8)

Затраты элементов питания (кг) на 10 ц основной и соответствующее количество побочной продукции (в среднем за ротацию)

Система удобрения	Горох+овес*	Оз пшеница	Картофель	Ячмень
N				
1	18	23	3,8	19
2	24 (25)	30 (31)	5,9 (6,0)	23 (25)
3	23 (23)	28 (28)	5,6 (5,4)	23 (24)
4	23 (24)	27 (28)	5,2 (5,3)	23 (24)
5	23 (24)	29 (30)	5,4 (5,5)	24 (25)
P ₂ O ₅				
1	7	10	1,4	9
2	8(7)	11 (12)	1,8 (1,8)	10(11)
3	7(8)	10 (11)	1,7 (1,6)	9 (10)
4	7(7)	10 (9)	1,7 (1,6)	10(10)
5	7(7)	11 (11)	1,7 (1,8)	10(10)
K ₂ O				
1	15	25	6,8	19
2	21 (22)	29 (31)	9,1 (9,0)	23 (24)
3	20 (21)	28 (30)	8,4 (8,4)	22 (23)
4	20 (22)	31 (31)	8,6 (8,7)	23 (23)
5	20 (20)	29 (32)	8,9 (8,9)	23 (23)

* Содержание азота с учетом азотфиксации.

ближался к запланированному. По продуктивности севооборота в среднем за ротацию системы 3 и 5 были довольно близки (табл. 3).

Под влиянием расчетных систем удобрения в зерне пшеницы и ячменя заметно возрастало содержание сырого белка, особенно при более высоких нормах удобрений (табл. 4).

Количество крахмала в клубнях картофеля несколько снижалось в вариантах с удобрением, но общий сбор его с урожаем значительно увеличивался за счет существенного повышения урожайности.

По результатам анализов были рассчитаны затраты питательных веществ на единицу основной и побочной продукции (табл. 5). У озимой пшеницы затраты азота и калия под влиянием удобрений заметно возросли, но оказались значительно ниже планируемых (по плану — соответственно 31 и 36 кг). Затраты фосфора были стабильны и практически не отличались от запланированного уровня (11 кг). В смешанных посевах гороха и овса удобрения в большей степени влияли на вынос калия и азота, затраты фосфора в расчете на 10 ц сена были стабильны, причем затраты азота и фосфора — близки к планируемому, а калия — значительно ниже (по плану соответственно 22,8 и 23 кг). Затраты питательных элементов на формирование 10 ц клубней и соответствующее количество ботвы у картофеля варьировали по годам, но в среднем за ротацию в вариантах с удобрениями они оказались довольно близки к планиваемым.

У ячменя затраты питательных элементов на 10 ц зерна и соответствующее количество соломы были стабильны по годам: затраты азота и фосфора близки к запланированным, затраты калия несколько ниже (по плану 25 кг).

На основе данных о ежегодном хозяйственном выносе питательных элементов культурами и количестве вносимых удобрений были рассчитаны фактические балансовые коэффициенты использования последних (табл. 6).

Фактическое использование питательных элементов в севообороте при расчетных системах удобрения (в среднем за ротацию)

Система удобрения	Хозяйственный вынос культурами, кг/га			Внесено с удобрениями, кг/га			Балансовые коэффициенты использования, %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	33	15	38	—	—	—	—	—	—
2	117 (126)	43 (43)	132 (139)	158	90	158	74(80)	48 (48)	84 (88)
3	93 (101)	34 (34)	109 (111)	158	63	158	59 (64)	54 (54)	69 (70)
4	85 (92)	32 (31)	104 (103)	158	50	158	54 (58)	64 (62)	66 (65)
5	91 (96)	32 (33)	102 (108)	158	63	158	58 (61)	51 (52)	65 (68)

Наиболее близкими к планируемым оказались фактические коэффициенты использования питательных элементов при системе 2: по азоту при дробном внесении и по фосфору они практически соответствовали планируемым уровням, по калию были несколько ниже. В остальных вариантах фактические балансовые коэффициенты уступали запланированным, так как полученный урожай был ниже планируемого.

Выводы

1. Применение рассчитанных с помощью балансовых коэффициентов систем (норм) удобрений в сочетании с пестицидами и ретардантами под культуры 4-польного севооборота на среднекультуренной дерново-подзолистой почве обеспечило возможность получения близкой к планируемой урожайности отдельных культур и соответствующей планируемой продуктивности севооборота за ротацию.

2. При дробном внесении азотных удобрений по сравнению с разовым достоверно повышалась урожайность зерновых и отмечалась тенденция к увеличению урожайности картофеля; положительные результаты в смешанных посевах гороха и овса получены при системах 2 и 3.

3. Под влиянием расчетных систем удобрения в зерне озимой пшеницы и ячменя содержание сырого протеина возросло соответственно до 15,1 и 13,1 %; содержание крахмала в клубнях картофеля снизилось, однако сбор его с урожаем возрос в 2,5 раза.

4. Затраты азота и фосфора на образование единицы основной и побочной продукции при возделывании всех культур были близки к планиваемым, а затраты калия — значительно ниже.

5. Фактические балансовые коэффициенты использования удобрений были наиболее близки к планиваемым при системе 2, практически обеспечившей получение запланированного уровня продуктивности севооборота при дробном внесении азотных удобрений: по азоту — 80 % (при плане 80 %), фосфору — 48 (при плане 50 %), калию — 88 % (при плане 100 %). При других системах фактические коэффициенты использования удобрений оказались заметно ниже планиваемых, что объясняется более низкой урожайностью возделывавшихся культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жуков Ю. П. Система удобрения в хозяйствах Нечерноземья. — М.: Московский рабочий, 1983, с. 60—75. — 2. Жуков Ю. П., Р е у т о в А. В. Продуктивность культур и плодородие дерново-подзолистой почвы при разных уровнях расчетных норм удобрений в севообороте. — Изв. ТСХА, 1983, вып. 6, с. 3—14. — 3. Жуков Ю. П., К о з ь м е н к о Т. П., К о м л е в а О. В. Продуктивность 4-польного севооборота при использовании норм удобрений, рассчитанных с помощью балансовых коэффициентов. — Изв. ТСХА, 1986, вып. 4, с. 73—77. —
4. З и н ч е н к о А. П. Статистика. — М.: Финансы и статистика, 1982. — 5. Ка ю м о в М. К. Программирование урожаев. — М.: Московский рабочий, 1986. — 6. К о м к о в В. П. Эффективность удобрений в севообороте на дерново-подзолистых почвах при рассчитанной балансовым методом системе их применения. — Автореф. канд. дис. М., 1981. — 7. Сб. тр. ВИУА: Результаты исследований в длительных опытах с удобрениями по РСФСР. — М., 1986, вып. 17, с. 129.

Статья поступила 4 июня 1987 г.

SUMMARY

The possibility to obtain on common cultivated soddy-podzolic soil programmed yields of certain crops and general productivity of crop rotation by using fertilization systems, calculated by means of balance coefficients, in combination with pesticides and retardants was studied.