

УДК 631.55:631.811+631.582+632.95

УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В СЕВООБОРОТЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАСЧЕТНЫХ НОРМ УДОБРЕНИЙ В СОЧЕТАНИИ С ПЕСТИЦИДАМИ

Т. П. ДАДАБАЕВА

(Кафедра агрономической и биологической химии)

Представлены результаты экспериментальной проверки возможности получения планируемых урожаев сельскохозяйственных культур за 1 ротацию севооборота при комплексном применении рассчитанных с помощью балансовых коэффициентов норм удобрений, гербицидов и ретардантов.

Максимальный эффект от комплексного применения средств химизации может быть достигнут только при научно обоснованном сочетании оптимальных норм и соотношений удобрений, определенных с учетом планируемых урожаев и почвенно-климатических условий, с пестицидами и ретардантами. Комплексное применение средств химизации должно быть направлено на получение планируемых урожаев хорошего качества при одновременном регулировании плодородия почв и надежном обеспечении охраны окружающей среды.

Целью наших исследований являлись теоретическое обоснование и экспериментальная проверка возможностей получения планируемых урожаев сельскохозяйственных культур при одновременном регулировании эффективного плодородия дерново-подзолистой почвы путем применения систем удобрений, рассчитанных с помощью балансовых коэффициентов, в сочетании с принятыми в производстве гербицидами и ретардантами.

Исследования проводили в 1983—1986 гг. Полевой стационарный опыт был заложен в совхозе «Константиновский» Загорского района Московской области в 4-польном севообороте, развернутом во времени и пространстве, со следующим чередованием культур: горохоовсяная смесь, озимая пшеница Мироновская 808, картофель Лорх, ячмень Надя.

Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая; пахотный горизонт перед закладной опыта по обеспеченности подвижным фосфором и обменным калием соответствовал 3-му классу.

Схема опыта, методика исследований и данные о продуктивности культур севооборота представлены в предыдущих сообщениях [2, 4]. Схемой опыта (система 1 — без удобрений) предусмотрено 4 испытывавшихся системы (варианты) удобрений: системы 2—4 различаются плановыми балансовыми коэффициентами использования фосфора; системы 3 и 5 — видами удобрений (минеральная — 3-я и навозно-минеральная — 5-я системы). За основу расчета норм удобрений принимались данные о хозяйственном выносе элементов питания планируемые урожаями, определяемом плановым содержанием их в основной и побочной продукции и соотношениями между последними.

Все делянки с озимой пшеницей в фазу кущения обрабатывали смесью аминной соли 2,4-Д (1 кг д. в. на 1 га) и хлорхолинхлорида (3 кг на 1 га), а делянки с ячменем — в ту же фазу смесью 2,4-Д и кампозана М, посадки картофеля — хлорхолинхлоридом, а в 1985 и 1986 гг. — ридомилом.

Для изучения эффективности разового и дробного внесения азотных удобрений все делянки были разделены на 2 равные части (общая площадь делянки 165 м²). Учет урожая основной продукции проводили сплошным методом, побочной — выборочным. Содержание питательных элементов в товарной и побочной частях урожая, а также агрохимические показатели почвы определяли общепринятыми методами.

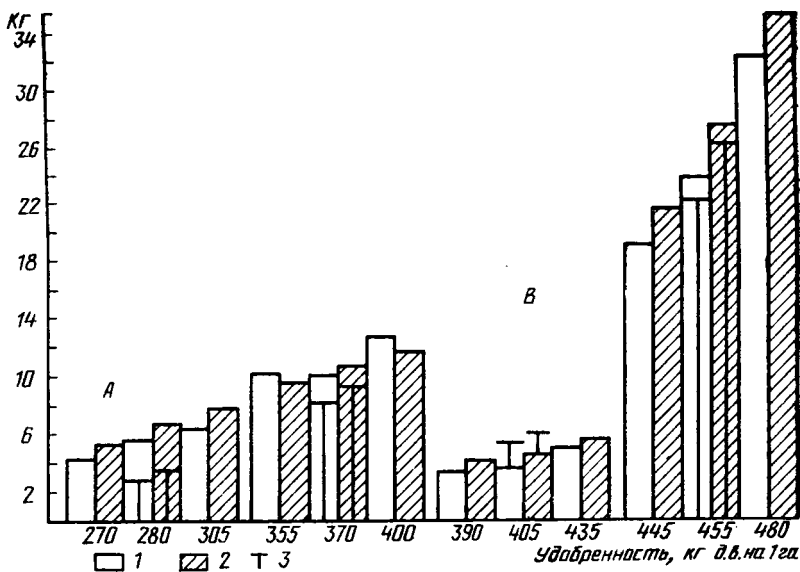
Урожайность культур севооборота (ц/га) при расчетных системах удобрений;
(в этой и последующих таблицах в скобках — дробное внесение азотных удобрений)

Система Удобрения	1983 г.	1984 г.	1985 г.	1986 г.	В среднем за ротацию
Горохоовсяная смесь (сено)					
1	26,6	31,3	24,1	25,4	26,9
2	91,8	82,9	69,3 (75,0)	64,0 (68,9)	77,0
3	64,2	65,7	63,5 (68,0)	57,0 (62,4)	63,6
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:					
I	—	—	2,3	2,6	—
II	5,6	5,0	4,7	3,9	4,8
Оз. пшеница (зерно)					
1	5,7*	16,6	8,6	6,5	10,6**
2	17,2 (22,9)	40,9 (43,2)	31,8 (35,2)	24,2 (27,8)	32,3 (35,4)
3	16,6 (20,9)	32,8 (34,9)	24,5 (25,6)	22,6 (24,5)	26,6 (28,3)
4	15,2 (20,0)	29,8 (32,6)	20,7 (25,7)	20,9 (21,3)	23,8 (26,5)
5	13,4 (16,7)	45,6 (48,6)	35,0 (36,1)	25,4 (28,6)	35,3 (37,8)
НСР:					
I	1,7	1,8	3,3	1,4	2,4
II	2,3	1,7	4,4	1,2	6,3
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)	213 (234)	284 (301)	188 (205)
НСР:					
I	22	15	25	35	40
II	24	12	32	32	38
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 (20,0)	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)	21,8 (23,5)
НСР:					
I	2,3	4,1	4,2	3,4	4,0
II	1,4	3,4	2,1	3,1	4,1

Примечание. Одна звездочка — урожайность ячменя, две — урожайность в среднем за 3 года; здесь и в табл. 3 — I НСР₀₅ для разового и дробного внесения азотных удобрений, II — для систем удобрения и взаимодействия факторов.

Под влиянием различной удобренности посевов и разных агрометеорологических условий урожайность возделываемых культур значительно варьировала по вариантам и годам в течение I ротации. Планируемый урожай горохоовсяной смеси (сена) — 60 ц/га — получен практически во все годы исследований и во всех вариантах, за исключением варианта 5 в 1983 г. и вариантов 3—5 в 1986 г. (табл. 1). В среднем за ротацию планируемая урожайность горохоовсяной смеси практически достигнута при использовании всех систем удобрений. Минеральная система удобрений (3-я) по урожайности горохоовсяной смеси каждый год и в среднем за ротацию достоверно превосходила эквивалентную по питательным элементам навозно-минеральную.

Значительным оказалось влияние расчетных норм удобрений, применяемых в комплексе с гербицидами и ретардантами, на урожайность озимой пшеницы (табл. 1). В наиболее благоприятном 1984 го-



Окупаемость 1 кг NPK прибавкой урожая ячменя (А), горохоовсяной смеси (Б), озимой пшеницы (В) и картофеля (Г).

1 и 2 — соответственно разовое и дробное внесение азотных удобрений; 3 — навозно-минеральная система.

ду получен планируемый уровень урожайности в вариантах 2 и 5. Дробное внесение азотных удобрений имело явное преимущество перед разовым во все годы исследований.

Расчетные нормы удобрений позволили также резко увеличить урожайность картофеля во все годы исследований. В среднем за ротацию севооборота планируемая урожайность достигнута при использовании системы 2 и была близка к планируемой при системах 3 и 5. Последние системы по урожаю картофеля в среднем за ротацию оказались практически равноценными. Следует отметить, что при дробном внесении азотных удобрений под картофель по сравнению с разовым достоверных прибавок урожаев не получено, но постоянно наблюдалась тенденция к увеличению урожайности.

Все расчетные нормы удобрений обеспечили достоверные прибавки урожая зерна ячменя (табл. 1), причем во всех вариантах урожайность более чем в 2 раза превышала контроль. Планируемая урожайность (40 ц/га) в среднем за ротацию получена в варианте 2 при дробном внесении азотных удобрений, а в благоприятные по погодным условиям годы — в варианте 2 (1985 г.) и при всех системах удобрений (1986 г.). По ежегодной урожайности ячменя и в среднем за ротацию севооборота минеральная система (3-я) имела явное преимущество перед навозно-минеральной (5-я).

При комплексном применении расчетных норм удобрений, гербицидов и ретардантов по мере роста удобренности посевов за счет увеличения норм фосфорных удобрений окупаемость 1 кг NPK прибавкой урожая зерна заметно возрастала: у ячменя — от 4,1 до 7,5 кг, у озимой пшеницы — от 3,2 до 5,7 кг (рисунок). В вариантах с одинаковой удобренностью посевов окупаемость 1 кг NPK прибавкой урожая ячменя оказалась примерно вдвое выше при минеральной системе (3-й), чем при навозно-минеральной. У озимой пшеницы оплата единицы удобрений была значительно выше в последнем случае. В результате дробного внесения азотных удобрений окупаемость 1 кг питательных веществ удобрений прибавкой урожая как ячменя, так и озимой пшеницы при всех изучавшихся системах постоянно превышала таковую при их разовом внесении. С увеличением удобренности посевов окупаемость 1 кг NPK урожаем картофеля возрастала от 21,1 до 34,4 кг, горохоовсяной смеси — от 8,1 до 12,5 кг (рисунок). Однако

Балансовые коэффициенты использования культурами питательных элементов удобрений (%) в среднем за ротацию севооборота

Система удобрения	Плано́вые	Факти́ческие	Плано́вые	Факти́ческие	Плано́вые	Факти́ческие
	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
2	80	74 (80)	50	48 (50)	100	83 (88)
3	80	57 (60)	70	54 (56)	100	68 (70)
4	80	52 (54)	90	64 (66)	100	65 (66)
5	80	55 (58)	70	51 (53)	100	63 (66)

дробное внесение азотных удобрений под горохоовсяную смесь не имело преимуществ по этому показателю.

В связи с неравнозначными условиями для роста и развития отдельных культур в те или иные годы исследований мы ежегодно определяли продуктивность севооборота. В среднем за I ротацию расчетные системы в комплексе с гербицидами и ретардантами позволили в 2—2,9 раза увеличить продуктивность севооборота по сравнению с контролем.

Качество основной продукции оценивали по содержанию белка в зерне и сене и содержанию крахмала в клубнях. В результате применения удобрений содержание сырого белка в горохоовсяном сене повысилось на 2,8—4,9 %, в зерне озимой пшеницы — на 2,7—3,8, в зерне ячменя — на 1,8—2,1 %. Несмотря на заметное снижение содержания крахмала в клубнях картофеля под действием удобрений, общий сбор его с урожаями возрос более чем в 2 раза.

Затраты питательных элементов на единицу основной и соответствующее количество побочной продукции являются одним из основных показателей, используемых в балансовых расчетах [1, 3]. В среднем за ротацию севооборота при внесении удобрений затраты азота и калия на единицу продукции всех возделываемых культур возросли, причем при дробном внесении азотных удобрений эти показатели практически не изменились. Затраты фосфора под влиянием удобрений увеличились только у картофеля.

Критерием обоснованности принятой системы удобрения наряду с получением планируемых урожаев хорошего качества является баланс питательных элементов, характеристикой которого служат балансовые коэффициенты использования культурами питательных элементов удобрений [1, 3]. В среднем за ротацию севооборота наиболее близкими к планируемым балансовые коэффициенты использования удобрений оказались в варианте 2, где получена практически равная

Таблица 3

Агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы (A_{пах}) после 4 лет возделывания культур при расчетных системах удобрения

Система удобрения	pH _{сол}	N _T	S	P ₂ O ₅	K ₂ O	Гумус по Тюрину, %
		мг-экв на 100 г		мг на 100 г		
0	5,5	2,46	10,2	6,5	9,2	1,25
1	5,5	2,50	9,9	6,4	9,3	1,24
2	5,4 (5,4)	3,42 (3,30)	12,1 (13,8)	9,4 (9,1)	11,2 (10,8)	1,2 (1,2)
3	5,4 (5,4)	3,11 (2,93)	11,0 (12,6)	9,0 (8,6)	12,3 (12,2)	1,2 (1,2)
4	5,5 (5,4)	3,24 (3,20)	12,0 (13,0)	8,2 (7,9)	13,3 (12,9)	1,21 (1,21)
5	5,4 (5,5)	3,18 (3,11)	12,7 (13,1)	8,7 (8,3)	12,1 (11,7)	1,24 (1,25)
НСР:						
I		0,67	0,40	0,86	0,98	—
II		0,54	0,32	0,74	0,81	—

Примечание. 0 — перед закладкой опыта в 1983 г.

планируемой продуктивности севооборота (табл. 2). При использовании других систем фактические коэффициенты были ниже запланированных.

Обобщенные по всем полям результаты анализа почвы, проведенные по завершении I ротации севооборота, показали, что меньшим балансовым коэффициентам использования фосфорных и калийных удобрений, как правило, соответствовало более высокое содержание в почве их подвижных форм. Во всех вариантах с удобрениями наблюдалась тенденция к увеличению обменной кислотности, а гидролитическая кислотность и сумма поглощенных оснований достоверно возросли. Содержание гумуса при всех испытывавшихся системах не изменилось (табл. 3).

В более глубоких горизонтах почвы существенных различий между вариантами опыта в агрохимических показателях не обнаружено.

Выводы

1. При комплексном применении рассчитанных с помощью балансовых коэффициентов норм удобрений, пестицидов и ретардантов в 4-польном севообороте на среднеоккультуренной дерново-подзолистой почве получены близкая или равная запланированной урожайность возделываемых культур и соответствующая планируемой продуктивности севооборота за I ротацию.

2. Планируемая продуктивность севооборота (58 ц корм. ед. на 1 га) получена при использовании минеральной системы, рассчитанной с учетом следующих балансовых коэффициентов использования удобрений: N — 80 %, P₂O₅ — 50, K₂O — 100 %. При увеличении коэффициента использования фосфора до 70 и 90 % урожайность культур и продуктивность севооборота достоверно снижались, но и в этих вариантах получено 72—88 % плановой продуктивности.

3. При дробном внесении азотных удобрений урожайность озимой пшеницы достоверно повышалась во все годы исследований, урожайность ячменя — в годы с избыточным увлажнением в первую половину вегетации и несколько повышалась урожайность картофеля и горохоовсяной смеси в течение всех периодов наблюдений.

4. Эквивалентные по питательным элементам минеральная и навозно-минеральная системы для отдельных культур были неравноценны: для озимой пшеницы преимущество имела навозно-минеральная, для ячменя — минеральная; а для горохоовсяной смеси и картофеля, а также при определении средней продуктивности севооборота эти системы были равноценны.

5. Балансовые коэффициенты использования удобрений в среднем за ротацию севооборота соответствовали продуктивности при всех применяемых системах и были несколько ниже планируемых. Наиболее близкими или равными планируемым оказались балансовые коэффициенты использования питательных элементов в варианте 2 при дробном внесении азотных удобрений, где получен планируемый уровень продуктивности севооборота.

6. В пахотном горизонте почвы в конце I ротации севооборота содержание подвижного фосфора и обменного калия достоверно увеличилось в соответствии с величинами балансовых коэффициентов использования питательных элементов удобрений. Изменения основных агрохимических показателей в более глубоких горизонтах почвы были незначительны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жуков Ю. П. Система удобрения в хозяйствах Нечерноземья. — М.: Московский рабочий, 1983. — 2. Жуков Ю. П., Козьменко Т. П., Комлева О. В. Продуктивность 4-польного севооборота при использовании норм удобрений, рассчитанных с помощью балансовых коэффициентов. — Изв. ТСХА, 1986, вып. 4, с. 73—77. — 3. Жуков Ю. П. Результаты применения системы удобрения, рассчитанной

с помощью балансовых коэффициентов, за две ротации севооборота. — Изв. ТСХА, 1986, вып. 5, с. 47—57. — 4. Жуков Ю. П., Козьменко Т. П. Эффективность рассчитанных с помощью балан-

совых коэффициентов систем удобрения в севообороте на среднекультуренной почве Подмосковья. — Изв. ТСХА, 1988, вып. 2, с. 65—71.

Статья поступила 5 июня 1988 г.

SUMMARY

Results of experimental verification of the possibility to obtain planned crop yields in one rotation under combined application of fertilizers, herbicides and retardants at the rates calculated by means of balance coefficients are presented in the paper.