

УДК 631.559:631.582.631.816.1

## ПРОДУКТИВНОСТЬ 4-ПОЛЬНОГО СЕВОБОРОТА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НОРМ УДОБРЕНИЙ, РАССЧИТАННЫХ С ПОМОЩЬЮ БАЛАНСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ

Ю. П. ЖУКОВ, Т. П. КОЗЬМЕНКО, О. В. КОМЛЕВА

(Кафедра агрономической и биологической химии)

Излагаются результаты исследований, проведенных в полевом опыте в 1983—1984 гг. Показано, что применение рассчитанных с помощью балансовых коэффициентов норм удобрений под культуры 4-польного севооборота на среднеоккультуренной дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Московской области обеспечивало получение превышающей плановую урожайности горохо-овсяной смеси (сено), плановой урожайности озимой пшеницы (1984 г.) и картофеля (1984 г.) и близкой к плановой урожайности ячменя (1984 г.).

Максимальные урожайность отдельных культур и продуктивность севооборота в среднем за 2 года достигнуты при расчете системы удобрения по следующим балансовым коэффициентам использования элементов питания: азота — 80 %, фосфора — 50, калия — 100 %.

Цель настоящего исследования — определение возможности получения плановых урожаев сельскохозяйственных культур хорошего качества при одновременном улучшении эффективного плодородия среднеоккультуренной дерново-подзолистой почвы в условиях Центрального Нечерноземья при использовании систем удобрения, рассчитанных с помощью балансовых коэффициентов [1, 2, 3].

### Методика и условия проведения опытов

Работа проводится с 1983 г. в полевом опыте в совхозе «Константиновский» Загорского района Московской области. Изучаемый севооборот — вико (горохо)-овсяная смесь, озимая пшеница, картофель, ячмень. Системы удобрения различаются пла-

новыми балансовыми коэффициентами использования фосфорных удобрений при разовом и дробном внесении азотных; сопоставляются эквивалентные по питательным элементам минеральная (3-я) и навозо-минеральная (5-я) системы (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

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

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

Примечание. Система 1 — контроль.

Опыт развернут во времени и в пространстве. Площадь делянки 165 м<sup>2</sup> (15×11). Для изучения влияния разового и дробного внесения азотных удобрений на урожайность культур все делянки разделены на 2 части (по 70 м<sup>2</sup>). Повторность опыта 4-кратная, расположение делянок рендомизированное.

В 1984 г. все делянки с озимой пшеницей в фазу кущения опрыскивали смесью аминной соли 2,4-Д из расчета 1 кг д. в. на 1 га с хлорхолинхлоридом при расходе препарата 3 кг на 1 га. Посевы ячменя в ту же фазу опрыскивали смесью 2,4-Д в той же дозе с кампозаном-М при расходе препарата 4 кг/га.

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая: в пахотном горизонте рН<sub>СОЛ</sub> — 5,5, Н<sub>г</sub> — 2,46 мг на 100 г, v — 81,1%, содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O по Кирсанову соответственно 6,5 и 9,2 мг на 100 г, гумуса по Тюрину — 2,5%. По содержанию P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O почва относится к 3-му классу.

Балансовые коэффициенты использования азота и калия почвы и удобрений в среднем по севообороту для всех систем приняты постоянными и равными соответственно 80 и 100%, коэффициенты использования фосфора — минимальные (50%) во 2-й системе, средние (70%) — в 3-й и 5-й системах и максимальные (90%) — в 4-й си-

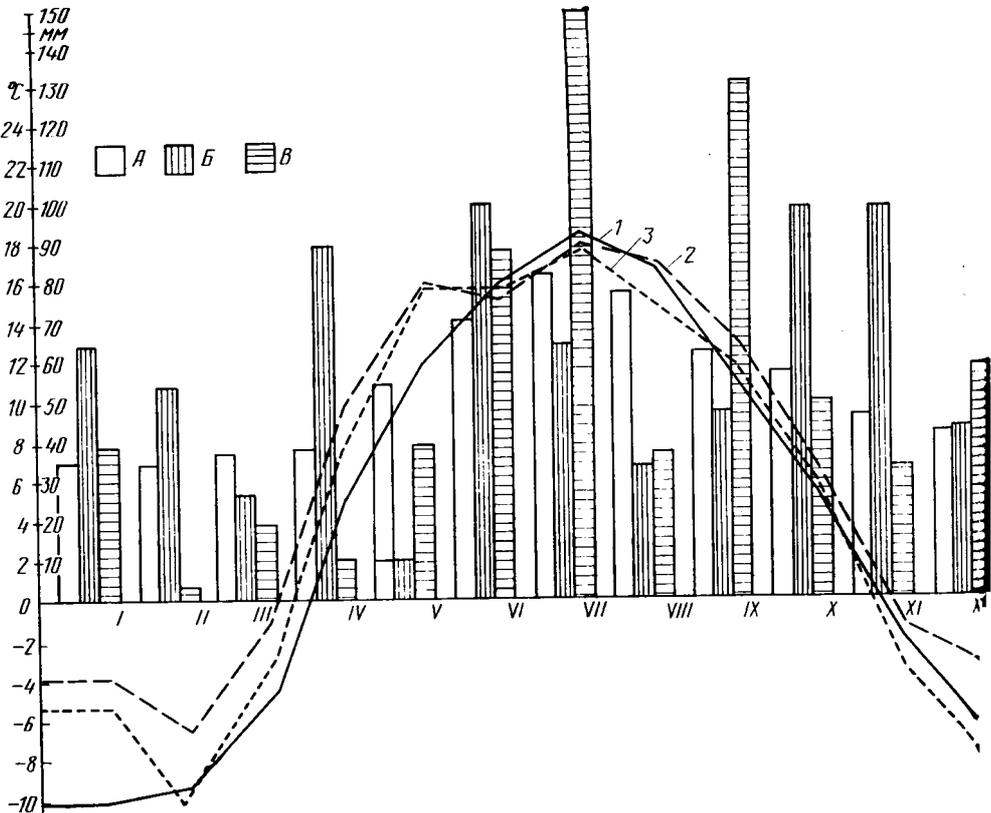
стеме. Планируемые параметры представлены в табл. 2.

Агротехника возделывания культур в севообороте — общепринятая для Московской области.

В 1983 г. вегетационный период (за исключением июня) был сухим и жарким, а в 1984 г. (за исключением мая) — прохладным и избыточно влажным (рисунок).

Удобрения в виде аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлористого калия вносили вручную: фосфорно-калийные — под зяблевую вспашку, азотные — в предпосевную культивацию. Под озимую пшеницу не менее 70% нормы азота ежегодно применяли в качестве весенних подкормок (в одну или две — первая в начале вегетации, вторая — в фазу цветения в соответствии со схемой опыта). При дробном внесении азота под ячмень 80 кг N вносили перед посевом под культивацию и 45 кг в фазу кущения, под картофель — в фазу полного появления всходов с последующей заделкой при междурядной обработке.

Посев зерновых проводили сеялкой СЗУ-3,6, посадку картофеля — картофеле-сажалкой СН-4Б в гребни. Урожай основной продукции определяли методом сплошного учета, побочной — выборочным методом. Полученные результаты пересчитывали на стандартную влажность (зерно — 14%, солома и сено — 16%, ботва — воздушно-сухая) и обрабатывали статистически [4].



Количество осадков и температура воздуха в 1983 и 1984 гг.

Температуры: 1 — средние многолетние, 2 — 1983 г.; 3 — 1984 г.; количество осадков: А — среднее многолетнее; Б — 1983 г.; В — 1984 г.

Плановые параметры, используемые при разработке систем (вариантов) удобрения

Культура	Планируемый урожай, ц/га	Желаемое содержание в растениях*, %			Соотношение товарной и нетоварной продукции	Вынос с 10 ц основной с соответствующим количеством побочной продукции		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Оз. пшеница	45	$\frac{2,5}{0,4}$	$\frac{0,8}{0,2}$	$\frac{0,5}{2,0}$	1:1,5	31	11	36
Картофель	250	$\frac{0,35}{0,48}$	$\frac{0,12}{0,1}$	$\frac{0,65}{0,7}$	2,5:1	5,4	1,6	9,2
Ячмень	40	$\frac{2,0}{0,5}$	$\frac{0,8}{0,2}$	$\frac{0,8}{1,7}$	1:1	25	10	25
Горохо-овсяная смесь	60	$\frac{2,4}{2,0}$	$\frac{0,85}{0,75}$	$\frac{2,5}{2,0}$	1:1	22	8	23

\* В числителе для оз. пшеницы и ячменя — зерно, для картофеля — клубни, для смеси — горох; в знаменателе — соответственно солома, ботва и овес.

### Результаты и их обсуждение

Уже в 1983 г. во всех вариантах удобрения были получены достоверные прибавки урожаев всех культур, но урожайность достигла планируемого уровня только в посевах горохо-овсяной смеси, причем 2-я система имела явное преимущество перед другими, а 3-я и 4-я — перед 5-й (табл. 3), минимальная эффективность которой обусловлена тем, что в соответствии со схемой навоз удалось внести только осенью после уборки ячменя.

Урожайность зерновых культур оказалась ниже планируемой вследствие сильной засоренности полей (участок перед закладкой опыта был залужен) и поздних сроков сева. Все же у ячменя при 2-й и 3-й системах удобрения она была в 1,5 раза выше, чем в контроле: при разовом внесении азотных удобрений прибавки составили 10, при дробном — 15—16 ц/га. Под влиянием удобрений заметно возрастал удельный вес зерна в хозяйственном урожае и при дробном, и при разовом внесении азота.

Вместо озимой пшеницы в 1983 г. (табл. 3) высевали ячмень, урожаи которого здесь были несколько выше, чем в поле 3, видимо, за счет более высоких норм удобрений.

Урожайность картофеля в 1983 г. (табл. 3) была ниже плановой, вероятно, из-за недостаточно глубокой обработки почвы слабокультуренного участка, большой засоренности и невысокого качества посевного материала. Однако и здесь наблюдался существенный прирост урожайности при внесении удобрений во всех вариантах, причем лучшей опять-таки оказалась 2-я система (прибавки — 83 и 104 ц клубней на 1 га при разовом и дробном внесении азота), 3-я и 4-я системы были равноценными и более эффективными, чем 5-я.

Погодные условия в вегетационный период 1984 г. оказались неблагоприятными для картофеля и зерновых, но благоприятными для горохо-овсяной смеси. Зерновые (особенно ячмень) плохо вызревали, а на картофеле активизировалась фитофтора. Несмотря на это, в 1984 г. плановые уровни урожайности достигнуты по всем культурам, кроме ячменя (табл. 3).

У озимой пшеницы при 5-й системе удобрения и дробном внесении азота урожайность была даже выше плановой, а при 2-й системе — близкой к плановой. Следует отметить, что дробное внесение азотных удобрений заметно повышало урожайность зерна при всех системах удобрения. Минимальная урожайность получена в 4-м варианте.

**Урожайность культур севооборота при расчетных системах удобрения**  
(в скобках — дробное внесение азотных удобрений)

Система удобрения	Урожайность культур севооборота, ц/га		Отношение основной продукции к побочной и гороха к овсу	
	1983 г.	1984 г.	1983 г.	1984 г.
Горохо-овсяная смесь (сено)				
1	26,6	31,3	1,1	0,8
2	91,8	82,9	0,9	1,3
3	64,2	65,7	1,0	1,5
4	60,7	71,9	0,9	1,3
5	54,5	60,1	0,7	1,3
НСР <sub>05</sub>	5,6	4,5		
Ячмень в 1983 г., оз. пшеница (зерно) в 1984 г.				
1	5,7 (5,7)	16,6 (16,6)	0,9 (0,9)	1,1 (1,1)
2	17,2 (22,9)	40,9 (43,2)	0,9 (0,9)	1,3 (1,4)
3	16,0 (20,9)	32,8 (34,9)	0,9 (0,9)	1,3 (1,4)
4	15,2 (20,0)	29,8 (32,6)	0,9 (0,9)	1,3 (1,5)
5	13,4 (16,7)	45,6 (48,6)	1,0 (1,0)	1,4 (1,5)
НСР <sub>05</sub>	1,7 (2,3)	1,6 (1,6)		
Картофель (клубни)				
1	54 (54)	98 (98)	3,6 (3,6)	3,2 (3,2)
2	137 (158)	253 (259)	1,3 (1,4)	2,2 (2,0)
3	115 (138)	189 (207)	1,3 (1,4)	2,9 (2,8)
4	113 (130)	157 (160)	1,8 (1,7)	3,6 (3,1)
5	82 (100)	173 (183)	1,6 (1,8)	2,8 (2,4)
НСР <sub>05</sub>	22 (24)	14 (11)		
Ячмень (зерно)				
1	4,9 (4,9)	13,3 (13,3)	1,4 (1,4)	1,3 (1,3)
2	15,0 (21,1)	34,3 ((35,1)	1,4 (1,8)	1,2 (1,2)
3	15,2 (20,0)	27,6 (30,1)	1,6 (1,7)	1,3 (1,2)
4	10,8 (14,5)	22,7 (25,1)	1,9 (1,9)	1,2 (1,3)
5	9,9 (12,3)	17,5 (18,9)	1,7 (1,9)	1,3 (1,3)
НСР <sub>05</sub>	2,3 (1,4)	3,8 (3,1)		

В посевах ячменя из-за высокой их засоренности и неблагоприятных погодных условий достигнуть урожайности, близкой к плановой, удалось только при 2-й системе удобрения. Дробное внесение азотных удобрений положительно сказалось на урожайности ячменя во всех вариантах.

Удобрения обеспечили высокие прибавки урожая клубней картофеля, но неодинаковые по вариантам. Так, плановая урожайность получена при 2-й системе независимо от способа внесения азотных удобрений, а наиболее низкой она оказалась при 4-й системе. Дробное внесение азотных удобрений для этой культуры было несколько эффективнее однокоразового.

Т а б л и ц а 4

**Продуктивность севооборота (ц корм. ед. на 1 кг) при расчетных системах удобрения**

Система удобрения	Разовое внесение азотных удобрений			Дробное внесение азотных удобрений		
	1983 г.	1984 г.	в среднем	1983 г.	1984 г.	в среднем
1	10	22	16	10	21	15
2	29	56	43	34	58	46
3	25	43	34	29	46	38
4	22	38	30	26	40	33
5	19	42	31	21	45	33

Урожайность горохо-овсяной смеси при всех системах удобрения достигала планируемого уровня, но максимальную ее величину обеспечила 2-я система.

В зависимости от вариантов удобрения и погодных условий изменялось соотношение основной и побочной продукции (табл. 3). Так, отношение зерна к соломе у озимой пшеницы в 1984 г. было близким к плановому, а удельный вес гороха в этом году оказался выше, чем овса, в то время как в 1983 г. это соотношение приближалось к 1.

В целом отношение основной продукции к побочной было близким к планируемому в оба года исследований, но в 1984 г. при более высоких урожаях всех культур оно в большей мере приближалось к желаемому уровню, особенно при дробном внесении азотных удобрений.

Плановая продуктивность севооборота (58 ц корм. ед. на 1 га) получена в 1984 г. при 2-й системе и дробном внесении азотных удобрений, близкая к плановой (56 ц корм. ед.) — при той же системе и разовом внесении азотных удобрений. В среднем за 2 года продуктивность севооборота была максимальной (43—46 ц корм. ед.) также при 2-й системе удобрения (табл. 4).

Эквивалентные по питательным элементам 3-я и 5-я системы (минеральная и навозно-минеральная) в 1983 г. сильно различались по продуктивности, а в 1984 г. были практически равноценными как при разовом, так и при дробном внесении азотных удобрений. Следует подчеркнуть, что применение расчетных доз удобрений в отдельные годы и в среднем за 2 года повышало продуктивность севооборота в 2 и более раз.

### Выводы

1. Применение рассчитанных с помощью балансовых коэффициентов норм удобрений под культуры 4-польного севооборота на средне-окультуренной дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Московской области обеспечивало получение превышающих плановые урожаев горохо-овсяной смеси (сено), плановых урожаев зерна озимой пшеницы (1984 г.) и клубней картофеля (1984 г.) и близких к плановым урожаев ячменя (1984 г.).

2. Максимальные урожайность отдельных культур и продуктивность севооборота в среднем за 2 года достигнуты при 2-й системе удобрения, рассчитанной по следующим балансовым коэффициентам использования удобрений: азота — 80 %, фосфора — 50 и калия — 100 %.

3. При повышении балансового коэффициента использования фосфора до 70 и 90 % наблюдалось снижение продуктивности севооборота в среднем за 2 года соответственно на 20 и 30 % по сравнению с продуктивностью при 2-й системе.

4. При дробном внесении азотных удобрений по сравнению с разовым достоверно повышалась урожайность озимой пшеницы и отмечалась тенденция к повышению урожайности ячменя и картофеля.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Жуков Ю. П. Система удобрения в хозяйствах Нечерноземья. М.: Москов. рабочий, 1983. — 2. Жуков Ю. П., Горст О. В. Продуктивность культур в 4-польном севообороте при системах удобрения, рассчитанных с помощью балансовых коэффициентов. — Изв. ТСХА, 1982, вып. 2, с. 57—62. — 3. Жуков Ю. П., Багаев В. Б.,

Реутов А. В. Эффективность рассчитанных с помощью балансовых коэффициентов норм удобрений в севообороте на окультуренной дерново-подзолистой почве. — Изв. ТСХА, 1982, вып. 4, с. 44—53. — 4. Зинченко А. П. Статистика. М.: Финансист, 1982.

*Статья поступила 20 декабря 1985 г.*

### SUMMARY

Results of the investigations conducted in the field experiment in 1983—1984 are discussed. It is shown that application of fertilizer rates calculated by means of balance coefficients under crops of 4-course rotation on mid-cultivated soddy-podzolic medium ioams of Moscow region provided obtaining yields of pea-oats mixture (hay) exceeding the programmed yields, obtaining programmed yields of winter wheat (1984) and potatoes (1984), and barley yields (1984) which are close to programmed ones.

Maximum yield of certain crops and maximum productivity of crop rotation for 2 years on the average are achieved with estimating the fertilizer system by the following balance coefficients of nutrient elements utilization: nitrogen — 80 %, phosphorus — 50 %, potassium — 100 %.