

УДК 631.582:631.816.1:691.67

## ДЕЙСТВИЕ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВОГО СЕВООБОРОТА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

В. А. ДЕМИН, Б. С. КОНДРАШИН, Е. Н. МАКСИМОВА, А. В. ШКУРЫЧЕВА

(Кафедра агрономической и биологической химии)

Изучалось влияние различных систем удобрения и полива на урожайность сельскохозяйственных культур в 4-польном кормовом севообороте.

Применение навозно-минеральной системы удобрения в прифермском севообороте на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве при орошении обеспечило высокую продуктивность культур и окупаемость удобрений прибавками урожая при хорошем качестве кормовой продукции.

В связи с возросшей химизацией земледелия важно располагать данными о влиянии повышенных и высоких норм удобрений на урожай и его качество, а также на плодородие почвы. Основной целью наших исследований являлось установление оптимальных норм удобрений в кормовых севооборотах на орошаемых хорошоокультуренных дерново-подзолистых почвах в районах интенсивной химизации земледелия Нечерноземной зоны РСФСР [1, 4].

В большинстве случаев эффективность удобрений в севооборотах изучалась на мало- и среднеокультуренных почвах при невысоких нормах удобрений [2, 3, 5].

### Методика

Исследования проводили в 1984—1986 гг. в стационарном опыте, заложенном в 1976 г. в учхозе «Михайловское» Московской области. Схема опыта включала 5 вариантов удобрения (в среднем на 1 га севооборота): 1-й — без удобрений; 2-й — 115N62P127K; 3-й — 115N62P127K+17 т навоза; 4-й — 170N102P198K;

Таблица 1

Метеорологические условия  
вегетационных периодов 1984—1986 гг.

Год	Май	Июнь	Июль	Август
Средняя температура воздуха, °С				
1984	14,8	14,4	16,5	14,2
1985	12,1	14,2	15,6	18,3
1986	12,8	17,4	16,4	19,7
Средняя многолетняя	11,5	15,0	17,4	15,5
Сумма осадков, мм				
1984	36	151	103	39
1985	55	93	83	13
1986	28	111	78	107
Средняя многолетняя	46	68	85	73

5-й — 170N102P198K+17 т навоза; 6-й — 170N198K, фосфорное удобрение вносили в запас (один раз в четыре года).

Нормы минеральных удобрений под отдельные культуры севооборота и агрохимическая характеристика почвы перед закладкой опыта представлены в работах [1, 4].

Действие удобрений изучали на двух участках — с орошением и без орошения. В зависимости от погодных условий в 1977, 1982 и 1986 гг. проводили эпизодическое орошение отдельных культур севооборота, а в 1979, 1981 и 1985 гг. — систематическое, т. е. в течение 6 лет из 11 требовалось орошение.

Остро ощущался дефицит влаги в 1985 г. (табл. 1). В августе этого года с помощью установки КИ-50 («Радуга») провели 2-кратный полив картофеля и кукурузы, норма разовая — 300—350 м<sup>3</sup>/га. В 1986 г. эти культуры поливали один раз. Ввиду неблагоприятных погодных условий в 1984 г. кукурузу пересевали викоовсяной смесью. В 1984 и 1986 гг. выпал град, который повредил растения, особенно картофеля, что отрицательно сказалось на урожайности.

## Результаты

В среднем за три года 3-й ротации севооборота урожайность сельскохозяйственных культур в варианте 2 на обоих участках была значительно выше, чем в контроле. Увеличение норм удобрений до 170N102P198K (вариант 4) обеспечивало по сравнению с 1-м уровнем (вариант 2) получение достоверных прибавок урожая, кроме ячменя.

Таблица 2

Урожайность (ц/га) культур севооборота в среднем за 1984—1986 гг.\*

Культура	Вариант опыта						НСР <sub>05</sub>
	1	2	3	4	5	6	
<b>Викоовсяная смесь:</b>							
сено	37,4 36,8	50,9 50,1	65,4 65,9	63,5 63,8	69,4 68,7	63,8 63,3	2,8 2,6
зеленая масса**	131 131	253 251	271 270	281 281	309 299	283 293	12 12
Оз. рожь (зеленая масса)	134 126	245 240	277 275	287 279	296 291	286 284	19 18
Кукуруза (зеленая масса)	269 219	559 422	619 476	650 489	700 528	643 492	21 20
Картофель (клубни)	152 130	223 185	256 219	277 229	298 240	274 229	15 15
Ячмень (зерно)	24,0 23,1	36,4 36,3	36,2 37,1	36,8 37,1	37,3 37,6	37,0 37,0	1,9 1,9

\* Здесь и в табл. 3—6 в числителе — с поливом, в знаменателе — без полива.

\*\* Пересев кукурузы в 1984 г.

Без орошения одинаковые и наиболее высокие урожаи получены в вариантах 3 и 4 (табл. 2).

При орошении урожайность картофеля и кукурузы на удобренных участках увеличилась соответственно в 1,2 и 1,3 раза по сравнению с контролем. В результате внесения навоза на фоне 115N62P127K прибавка урожая зеленой массы кукурузы составила 60 ц/га, клубней кар-

тофеля — 33 ц/га, при использовании навоза на фоне 170N102P198K — соответственно 50 и 21 ц/га. Следовательно, максимальная урожайность отмечалась в варианте 5: кукурузы поукосно — 700 ц/га, картофеля — 298 ц/га. В среднем за 1984—1986 гг. при орошении во всех вариантах опыта урожайность этих культур повысилась. В указанные годы при запасном и ежегодном применении повышенной нормы двойного суперфосфата урожайность культур севооборота была одинаковой.

В табл. 3 представлены данные об урожайности кукурузы и картофеля в отдельные годы при орошении. В засушливом 1985 г. был про-

Т а б л и ц а 3

Урожай зеленой массы кукурузы и клубней картофеля (ц/га)  
в зависимости от удобрения и орошения

Культура	Вариант опыта						НСР <sub>05</sub>		
	1	2	3	4	5	6	общая	для удоб- рений	для оро- шения
1985 г.									
Кукуруза	$\frac{267}{172}$	$\frac{585}{322}$	$\frac{633}{361}$	$\frac{686}{384}$	$\frac{725}{401}$	$\frac{669}{387}$	20	12	10
Картофель	$\frac{228}{173}$	$\frac{329}{221}$	$\frac{376}{269}$	$\frac{418}{294}$	$\frac{466}{309}$	$\frac{414}{289}$	17	10	8
1986 г.									
Кукуруза	$\frac{270}{266}$	$\frac{533}{522}$	$\frac{605}{590}$	$\frac{614}{593}$	$\frac{674}{655}$	$\frac{617}{597}$	18	10	9
Картофель	$\frac{164}{158}$	$\frac{253}{241}$	$\frac{287}{279}$	$\frac{302}{286}$	$\frac{312}{298}$	$\frac{300}{284}$	15	9	7

веден разовый полив во всех вариантах опыта. Наибольшая урожайность обеих культур получена в варианте 5 (табл. 3). Орошение обеспечивало высокие прибавки урожая, особенно при увеличении норм удобрений. На участках с поливом по сравнению с неполивными участками более четко проявилось действие и последствие навоза на обоих фонах минеральных удобрений.

Таким образом, в 1985 г. при орошении картофеля и кукурузы оказались эффективными все системы удобрения, урожайность во всех опытных вариантах превышала планируемый уровень.

В 1986 г. при разовом поливе кукурузы и картофеля их урожайность увеличилась незначительно.

В среднем за три года в 3-й ротации севооборота в варианте 2 при отсутствии полива урожайность ячменя и картофеля приближалась к планируемому уровню, озимой ржи и однолетних трав была на 13—16 %, а кукурузы поукосно на 14 % выше. В варианте 4 фактическая урожайность викоовсяной смеси, озимой ржи и кукурузы даже при неблагоприятных погодных условиях также превышала планируемую (примерно на 10 %), лишь урожайность картофеля и ячменя была соответственно на 24 и 26 % ниже.

На орошаемом участке в результате применения минеральной и навозно-минеральной системы удобрения (1-го уровня) урожайность сельскохозяйственных культур значительно превышала планируемую. При более высоких нормах удобрения фактическая урожайность кукурузы была на 45 % выше планируемой, а картофеля — на 14 % ниже (из-за указанных выше причин).

В 1984—1986 гг. продуктивность севооборота при орошении в вариантах 2 и 3 составила соответственно 73 и 81 ц корм. ед. с 1 га, без орошения — 65 и 74 ц корм. ед. Максимальная продуктивность севооборота в условиях орошения получена в варианте 5 — в среднем

90 ц корм. ед. с 1 га, а на отдельных полях — 150—171 ц. При орошении на фоне удобрения продуктивность культур за три года 3-й ротации повысилась на 9—12 %.

Окупаемость 1 кг удобрений прибавками урожая в 1984—1986 гг., особенно в варианте 2 при орошении, была высокой (табл. 4).

При внесении удобрений возрастало содержание сырого белка в продукции (табл. 5). Его количество значительно увеличилось уже при

Т а б л и ц а 4

Продуктивность севооборота и окупаемость удобрений

Показатель	Вариант опыта						НСР <sub>05</sub>
	1	2	3	4	5	6	
Планируемая продуктивность, ц корм. ед.	33	56	75	82	98	82	
Фактическая продуктивность за три года 3-й ротации (1984—1986 гг.), ц корм. ед.	44	73	81	85	90	85	3,6
	40	65	74	75	79	76	3,2
Окупаемость 1 кг д. в. удобрений за 1984—1986 гг., корм. ед.	9,6	7,8	8,8	7,1	8,7		
	8,4	7,2	7,6	6,1	7,8		

1-м уровне минеральных удобрений (вариант 2). В этом варианте содержание сырого белка в растениях в среднем было в 1,1—1,4 раза выше, чем в контроле. При увеличении норм минеральных удобрений и дополнительном внесении навоза содержание сырого белка во всех

Т а б л и ц а 5

Содержание сырого белка в зеленой массе культур (% на абсолютно сухую массу) в среднем за 1984—1986 гг.

Культура	Вариант опыта					
	1	2	3	4	5	6
Горохоовсяная смесь	12,0	13,6	14,7	14,9	15,4	15,3
	12,0	13,5	14,7	14,9	15,4	15,2
Оз. рожь	8,8	11,2	12,4	12,7	12,9	12,7
	8,9	11,1	12,3	12,6	12,8	12,6
Вика с овсом	11,4	12,8	14,4	14,6	14,6	14,4
	11,3	12,6	14,3	14,4	14,5	14,3
Кукуруза	9,4	11,4	11,7	12,0	12,2	12,1
	9,7	11,5	12,0	12,1	12,5	12,3

Т а б л и ц а 6

Содержание сырого белка в зерне ячменя (% на абсолютно сухую массу) и крахмала в клубнях картофеля (% на сырую массу) в среднем за 1984—1986 гг.

Культура	Вариант опыта					
	1	2	3	4	5	6
Ячмень	10,4	12,4	12,9	13,2	13,4	13,1
	10,3	12,4	12,9	13,2	13,3	13,1
Картофель	14,5	12,6	12,8	12,3	12,5	12,2
	14,6	12,8	13,0	12,3	12,5	12,3

опытных растениях продолжало увеличиваться и при самых высоких нормах удобрений в 1,2—1,6 раза превысило его уровень в контроле.

В результате применения 1-го уровня минеральных удобрений содержание белка в зерне ячменя по сравнению с контролем увеличилось в среднем на 2,0 %. При повышении норм минеральных удобрений до 2-го уровня этот показатель возрос всего на 0,3—0,5 %.

По мере увеличения норм минеральных удобрений абсолютное содержание крахмала в клубнях картофеля снизилось по сравнению с контролем на 1,6—2,3 % (табл. 6). При внесении навоза под картофель (40 т/га) на обоих фонах минеральных удобрений темпы снижения содержания крахмала в клубнях несколько уменьшались.

При внесении под горохоовсяную смесь и озимую рожь 130—170N, под кукурузу — 170—210N, под картофель и ячмень — 190—250N в вариантах 3 и 5 в среднем за 1985 и 1986 гг. содержание нитратов в продукции было значительно ниже предельно допустимой нормы

Содержание нитратов в растениях (% на сухую массу) в 1985 и 1986 гг.

Культура и фаза развития	Вариант опыта		
	1	3	5
Горохоовсяная смесь (цветение — выматывание)	0,02—0,08	0,07—0,15	0,09—0,21
Оз. рожь (начало колошения)	0,05—0,09	0,06—0,16	0,08—0,19
Кукуруза (цветение метелки)	0,02—0,12	0,09—0,22	0,12—0,27
Ячмень (молочная спелость)	0,01—0,02	0,01—0,02	0,02—0,04
Картофель (конец клубнеобразования)	0,05—0,10	0,07—0,14	0,08—0,16

(табл. 7). Максимальное их накопление отмечалось в 1986 г. в зеленой массе кукурузы (0,27 % на сухую массу) и горохоовсяной смеси (0,21 %), минимальное — в зеленой массе ячменя (0,01—0,04 % на сухую массу). В неблагоприятный по погодным условиям 1986 г. содержание нитратов в урожае было наиболее высоким.

### Выводы

1. В среднем за три года 3-й ротации (1984—1986 гг.) при фермского севооборота при орошении на фоне 1-го уровня минеральной (305 кг д. в. на 1 га, или 115N62P127K) и навозно-минеральной систем удобрения (115N62P127K+17 т навоза на 1 га) и без орошения продуктивность севооборота была высокой: на орошаемом участке — соответственно 73 и 81 ц корм. ед. на 1 га, на неорошаемом — 65 и 74 ц корм. ед. Максимальная продуктивность севооборота получена в условиях орошения при 2-м уровне навозно-минеральной системы удобрения (170N102P198K+17 т навоза) — в среднем 90 ц корм. ед. на 1 га, а на отдельных полях — 150—171 ц корм. ед.

2. Потребность в орошении составила 54 % (6 лет из 11). При увеличении норм удобрений в севообороте эффективность орошения возрастала.

3. В среднем за 1984—1986 гг. при 1-м уровне минеральных удобрений на неполивном участке урожайность ячменя и картофеля была на 13—16 % выше планируемого уровня, озимой ржи, однолетних бобово-злаковых трав и кукурузы — на 14 %. При более высоких нормах удобрений получена планируемая урожайность викоовсяной смеси, озимой ржи, кукурузы, урожайность картофеля и ячменя была соответственно на 24 и 26 % ниже планируемой.

На орошаемом участке при 1-м уровне минеральной и навозно-минеральной систем удобрения урожайность картофеля и кукурузы превышала планируемый уровень примерно на 12—15 %, при 2-м уровне этих систем удобрения урожайность кукурузы была на 40—45 % выше планируемой, а картофеля — на 14 % ниже.

4. При запасном (1 раз в 4 года) и ежегодном внесении двойного суперфосфата урожайность культур не различалась.

5. В среднем за 1984—1986 гг. при увеличении норм удобрений содержание сырого белка в урожае сельскохозяйственных культур возрастало в 1,1—1,4 раза, а содержание крахмала в клубнях картофеля снижалось (на 1,6—2,3 %).

6. При внесении 130—170N под горохоовсяную смесь, 130—170N под озимую рожь, 170—210N под кукурузу, 190—250N под картофель и ячмень совместно с фосфором и калием в 1985 и 1986 гг. концентрация нитратов в продукции была значительно ниже нормы. Больше всего нитратов содержалось в зеленой массе кукурузы (0,27 % на сухую массу) и горохоовсяной смеси (0,21 %) в 1986 г.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Асаров Х. К., Демин В. А., Правда И. И. Урожай культур кормового севооборота и его качество в условиях орошения при разных системах удоб-

рений дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы. — Известия ТСХА, 1983, вып. 1, с. 14—22. — 2. Горбылев А. И. Вынос и баланс питательных веществ при различных вариантах системы удобрений в севообороте. — Почва, удобрение, урожай. Тр. БСХА, 1976, вып. 19, с. 62—69. — 3. Гулякин И. В., Жуков Ю. П., Чуприков Ю. К. Влияние многолетнего применения удобрений на Урожай сельскохозяйственных культур и свойства почвы. — Докл. ТСХА, 1973, вып. 193, с. 15—19. — 4. Демин В. А., Правда И. И. Урожайность культур в севообороте на дерново-подзолистой почве в зависимости от системы удобрения и орошения. — Изв. ТСХА, 1983, вып. 4, с. 18—23. — 5. Пискарев А. Н. Влияние удобрений на продуктивность севооборотов в условиях дерново-подзолистых почв. — Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. М.: Колос, 1973, вып. 4, с. 133—152. 6. Третьяков Н. Н., Латифов Н. Л., Осипов В. Н. и др. Урожайность кормовых культур в зависимости от метеорологических условий в Нечерноземной зоне РСФСР. — Изв. ТСХА, 1980, вып. 1, с. 37—48.

*Статья поступила 14 апреля 1987 г.*

## SUMMARY

The effect of different fertilization and irrigation systems on crop yield in four-course fodder crop rotation was studied.

Application of manure-mineral fertilizations system in by-farm crop rotation on soddy-podzolic medium loams under irrigation provided high crop production and compensation of fertilizers by yield increase accompanied by high fodder quality.