

# ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Известия ТСХА, выпуск 1, 1983 год

УДК 631.582:631.811:631.67:631.445.24

## УРОЖАЙ КУЛЬТУР КОРМОВОГО СЕВОБОРОТА И ЕГО КАЧЕСТВО В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ ПРИ РАЗНЫХ СИСТЕМАХ УДОБРЕНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СРЕДНЕСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ

Х. К. АСАРОВ, В. А. ДЕМИН, И. И. ПРАВДА  
(Кафедра агрономической и биологической химии)

В связи с возросшим уровнем химизации земледелия особую актуальность приобретает изучение влияния высоких норм удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур, качество продукции и плодородие почвы в стационарных полевых опытах, результаты которых в какой-то мере отражают картину будущих полей колхозов и совхозов [7]. Без проведения таких исследований трудно определить потребность сельского хозяйства в удобрениях на перспективу, правильно оценить возможность повышения урожайности при их внесении и почвенного плодородия [3]. Особого внимания заслуживает установление оптимальных норм удобрений в кормовых севооборотах на хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах в районах интенсивной химизации земледелия [4]. Очень слабо изучен этот вопрос в условиях орошения.

В 1976 г. в учхозе «Михайловское» Московской области был заложен стационарный полевой опыт, в котором определялось влияние разных систем применения удобрений в кормовом севообороте на урожай и его качество, а также на агрохимические показатели почвы. Ставилась цель — получить высокие запланированные урожаи сельскохозяйственных культур без снижения плодородия почвы.

В настоящем сообщении представлены результаты исследований, полученные за два года II ротации кормового севооборота (1980—1981 гг.).

### Методика и условия проведения опыта

Опыт проводили на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Перед его закладкой почва была произвесткована по полной гидролитической кислотности. В год закладки (1976 г.) опыта содержание гумуса (по Тюрину) составляло 1,64%;  $pH_{\text{сол}}=5,5-6,0$ ; гидролитическая кислотность — 2,35, обменная кислотность — 0,5—0,7, сумма поглощенных оснований — 11,3 мг-экв на 100 г; степень насыщенности основаниями — 83%, содержание подвижного алюминия — 0,2—0,4, подвижных форм фосфора и калия по Кирсанову — соответственно 11,8 и 11,5 мг на 100 г.

Опыт развернут во времени и пространстве и расположен на 4 полях. Чередование культур в кормовом севообороте следующее:

горохо-овсяная смесь, озимая рожь на зеленый корм и поукосно кукуруза на силос, картофель, ячмень.

Схема опыта включает 6 вариантов (средние ежегодные нормы удобрений на 1 га севооборота): 1-й — контроль (без удобрений); 2-й — фон I (115N62P127K или 12 ц стандартных туков); 3-й — фон I+17 т навоза; 4-й — фон II (170N102P198K или 19 ц стандартных туков); 5-й — фон II + 17 т навоза; 6-й — фон II, но азот и калий вносят ежегодно, а фосфор (410P) в запас на 4 года.

Повторность опыта 4-кратная. Общая площадь делянки 151,2 м<sup>2</sup>, учетная — 60—100 м<sup>2</sup>. Нормы минеральных удобрений во 2-м и 4-м вариантах определяли путем ба-

Т а б л и ц а 1  
Уровни планируемых урожаев (ц/га)

Чередование культур в севообороте	Варианты опыта				
	1	2	3	4	5
Горохо-овсяная смесь (сено)	30	40	66	60	80
Оз. рожь (зеленая масса)	100	150	225	250	310
Кукуруза (зеленая масса)	150	300	350	400	440
Картофель (клубни)	120	200	260	300	350
Ячмень (зерно)	20	35	47	50	60

лансовых расчетов для получения двух уровней планируемых урожаев с их проверкой по балансу питательных веществ за ротацию севооборота (табл. 1 и 2). Учитывая действие и последствие питательных веществ навоза, вносимого в дополнение к минеральным удобрениям, были рас-

ше 10° составляет 1900—2100°, а сумма осадков за период активной вегетации — 250—270 мм, причем сумма осадков превышает количество испарившейся влаги [1]. В отдельные месяцы по годам осадки распределяются весьма неравномерно. В Московской области из 10 лет в среднем 3—4 года бывают засушливыми, когда растения испытывают недостаток влаги, особенно в весенний — раннелетний периоды [2]. Поэтому программой опыта предусмотрено изучение эффективности разных уровней удобрений как на орошаемом, так и на неорошаемом фоне. Опыт заложен на двух рядом расположенных участках, разделенных 20-метровой полосой, на одном из которых в засушливые годы проводится орошение. Однако с момента закладки опыта (1976 г.) необходимость в орошении была только в 1977 и 1981 гг. В 1981 г. дефицит влаги особенно остро ощущался в конце мая — первой половине июня и весь июль. Поэтому с I декады июня и по III декаду июля провели двукратный полив ячменя и горохо-овсяной смеси установкой КИ-50 (Радуга) и 5—8-кратный полив картофеля

Т а б л и ц а 2

Нормы минеральных удобрений (кг д. в. на 1 га)

Культура	2-й вариант			4-й вариант		
	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
Горохо-овсяная смесь, сено	60	60	100	100	90	150
Оз. рожь на зеленый корм	60	20	60	100	50	100
Кукуруза на силос	100	60	150	140	90	200
Картофель	120	50	120	180	100	220
Ячмень	120	60	80	160	80	120
Внесено за ротацию севооборота, кг:						
всего	460	250	510	680	410	790
в среднем ежегодно на 1 га	115	62	127	170	102	198
Баланс питательных веществ, % к выносу	120	189	96	122	197	100

считаны уровни планируемых урожаев для 3-го и 5-го вариантов (табл. 1). Навоз вносили под горохо-овсяную смесь (30 т/га) и под картофель (40 т/га), или в среднем 17 т на 1 га севооборота. В качестве минеральных удобрений применяли аммиачную селитру, двойной гранулированный суперфосфат и хлористый калий.

В Подольском районе Московской области сумма положительных температур вы-

и кукурузы, норма полива 200—350 м<sup>3</sup>. Озимую рожь не поливали, так как в этом не было необходимости. Метеорологические условия 1980 и 1981 гг. существенно различались: если в 1980 г. температура воздуха за вегетационный период была ниже средней многолетней и осадков выпало больше нормы, то в 1981 г., напротив, отмечена очень высокая температура воздуха при дефиците влаги (табл. 3).

### Результаты и их обсуждение

В 1980 г. вследствие избытка атмосферных осадков полив не проводили, поэтому урожай на поливном и неполивном участках не различался (табл. 4). Данные о соотношении основной и побочной продукции в урожае картофеля и ячменя приведены в табл. 5. Из-за сильного полегания ячменя при избыточном увлажнении (соотношение солома : зерно 1,7—2,6) и значительного поражения ботвы картофеля фитотрофой (соотношение клубни — ботва 6,4—9,8) применяемые нормы

Т а б л и ц а 3

## Метеорологические условия вегетационных периодов (1980—1981 гг.)

Годы	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Средняя температура воздуха, °С					
1980	7,6	16,7	16,5	14,0	10,2
1981	12,8	18,4	20,1	16,5	10,2
Средняя многолетняя	11,5	15,0	17,4	15,5	10,0
Сумма осадков, мм					
1980	69,4	85,7	93,7	112,3	28,8
1981	30,0	68,8	26,4	86,3	125,1
Средняя многолетняя	46,0	68,0	85,0	73,0	61,0

удобрений не обеспечивали в 1980 г. получение даже 1-го планируемого уровня урожаев (табл. 4). Урожайность горохо-овсяной смеси, озимой ржи и кукурузы при внесении 115N62P127K была выше планируемой. При увеличении нормы удобрений до 170N102P198K повысилась урожайность (даже выше планируемой) только кукурузы — 603 ц на 1 га. Действие и последствие навоза на фоне минеральных удобрений (варианты 3 и 5) приводило к дальнейшему повышению урожайности горохо-овсяной смеси, озимой ржи и кукурузы. Однако планируемые урожаи в этих вариантах получены по одной кукурузе. Таким обра-

Т а б л и ц а 4

Урожайность культур (ц/га) кормового севооборота в 1980—1981 гг.  
(в числителе — поливной участок, в знаменателе — без полива)

Культура	Вариант опыта						НСР <sub>ос</sub>
	1	2	3	4	5	6	
1980 г.							
Горохо-овсяная смесь (сено)	43,3	54,5	59,3	55,4	60,6	55,4	2,7
	39,6	52,6	55,9	55,7	59,0	54,4	3,3
Оз. рожь (зеленая масса)	86	187	214	202	220	209	16,6
	76	172	216	218	225	211	12,3
Кукуруза (зеленая масса)	269	508	568	604	619	574	28,5
	246	510	594	603	637	614	30,7
Картофель	77	107	115	114	121	116	5,8
	68	103	109	108	115	105	6,0
Ячмень	17,7	22,7	23,4	22,9	24,2	23,1	1,3
	17,7	24,0	22,6	23,1	23,0	21,7	1,4
1981 г.							
Горохо-овсяная смесь (сено)	35,8	50,4	60,7	71,5	79,9	73,4	3,5
	21,0	41,1	38,8	39,8	39,4	41,2	3,9
Оз. рожь (зеленая масса)	113	226	275	288	270	280	16,4
	108	232	281	291	273	277	20,6
Кукуруза (зеленая масса)	311	702	849	900	974	919	26,8
	224	345	336	351	342	333	25,2
Картофель	223	322	372	406	451	403	20,4
	180	224	238	245	241	231	11,4
Ячмень	28,9	44,6	45,0	46,1	45,9	45,6	2,8
	16,1	21,3	22,4	20,9	21,6	20,8	0,9

Примечание. В 1980 г. полив не проводился.

зом, в 1980 г. удобрения оказали положительное действие на урожай культур кормового севооборота в вариантах 2 и 3.

В засушливом 1981 г. применение 12 ц стандартных туков без орошения существенно повысило продуктивность в основном всех культур; урожайность была близкой к планируемой, кроме ячменя (21,3 ц/га при плане 35 ц/га). При внесении 19 ц стандартных туков на неполивном участке существенной прибавки урожая не отмечалось, за исклю-

Т а б л и ц а 5

Соотношение основной и побочной продукции в урожае картофеля и ячменя (в числителе — 1980 г., в знаменателе — 1981 г.)

Культура	Вариант опыта					
	1	2	3	4	5	6
Участок 1						
Картофель (клубни : ботва)	$\frac{6,4}{2,0}$	$\frac{8,2}{1,6}$	$\frac{8,7}{1,4}$	$\frac{9,6}{1,1}$	$\frac{9,1}{1,3}$	$\frac{8,0}{1,2}$
Ячмень (солома : зерно)	$\frac{1,7}{0,9}$	$\frac{1,9}{1,3}$	$\frac{2,2}{1,6}$	$\frac{2,0}{1,2}$	$\frac{2,2}{1,2}$	$\frac{2,2}{1,2}$
Участок 2						
Картофель (клубни : ботва)	$\frac{6,9}{1,5}$	$\frac{8,6}{1,1}$	$\frac{7,9}{1,3}$	$\frac{8,8}{1,0}$	$\frac{9,6}{1,2}$	$\frac{9,8}{1,0}$
Ячмень (солома : зерно)	$\frac{1,8}{0,8}$	$\frac{2,5}{1,1}$	$\frac{2,4}{1,1}$	$\frac{2,4}{1,1}$	$\frac{2,6}{1,1}$	$\frac{2,3}{1,0}$

чением озимой ржи и картофеля. В результате дополнительного внесения навоза по фону I также повысилась урожайность озимой ржи и картофеля.

Проведение полива обеспечило получение более высокой прибавки урожая в варианте 115N62P127K, чем в аналогичном варианте без полива (картофеля — 98 ц/га, ячменя — 23, кукурузы — 357, горохо-овсяной смеси — 9 ц/га), при этом урожаи значительно превышали планируемые. Урожаи озимой ржи на обоих участках были одинаковые. В 1981 г. на поливном участке при внесении 170N102P198K прибавки урожая были выше, чем в варианте 115N62P187K (картофеля — 84 ц/га, озимой ржи — 62, кукурузы — 198, горохо-овсяной смеси — 21 ц/га). Полученные урожаи, как правило, значительно превышали 2-й планируемый уровень. На поливном участке проявилось действие и последствие навоза на обоих фонах минеральных удобрений, исключение составил ячмень. Следует отметить, что в более благоприятном 1981 г. при орошении эффективным было действие удобрений не только в вариантах 2 и 3, но и в вариантах 4 и 5.

При запасном (410P один раз в 4 года) и ежегодном внесении фосфорных удобрений в 1980—1981 гг. получены примерно одинаковые урожаи на обоих участках.

Продуктивность 1 га в среднем по севообороту (табл. 6) на удобренных участках с поливом была на 26—46 % выше, чем без орошения. Необходимо также подчеркнуть, что продуктивность 1 га севооборота при более высоких нормах удобрений на неорошаемом участке возрастала на 11 %, при орошении — на 27 %. Высокая продуктивность 1 га отмечается на полях 1 и 2. Это связано со сложившимся чередованием культур и созданием относительно благоприятных условий для их роста в данные годы. Невысокая продуктивность полей 3 и 4 объясняется низким урожаем картофеля и ячменя в 1980 г.

Т а б л и ц а 6

Продуктивность севооборота в среднем за 2 года (ц корм. ед. с 1 га;  
в числителе — поливной участок, в знаменателе — неполивной)

Севооборот	Вариант опыта					
	1	2	3	4	5	6
Поле 1						
Горохо-овсяная смесь — оз. рожь и кукуруза	49,2	96,0	114,5	118,9	124,3	119,6
	40,2	67,6	73,2	75,4	73,6	72,1
Поле 2						
Оз. рожь и кукуруза — кар- тофель	71,3	121,9	141,0	153,0	162,7	150,0
	50,8	105,2	118,1	124,1	124,1	120,8
Поле 3						
Картофель — ячмень	34,1	53,7	53,9	55,0	56,7	55,2
	22,9	33,3	34,9	33,6	35,0	32,8
Поле 4						
Ячмень — горохо-овсяная смесь	25,9	35,2	40,0	41,7	46,1	43,2
	22,1	36,5	34,0	34,6	35,4	33,3
В среднем по севообороту	45,1	76,7	87,4	92,2	97,5	92,0
	34,0	60,7	65,1	66,9	67,0	64,8

В условиях интенсивного применения удобрений важно осуществлять контроль за качеством продукции [5, 6]. Нами определялось содержание крахмала в клубнях картофеля по Эверсу и белка в зерне ячменя по Барнштейну. В вариантах с удобрением по сравнению с контролем содержание крахмала в клубнях картофеля снизилось на 2,3—3,0%. Применение навоза (варианты 3 и 5) приостанавливало

Т а б л и ц а 7

Содержание крахмала в клубнях  
картофеля (% на сырую массу)  
и белка в зерне ячменя  
(% на абсолютно сухое вещество)

Вариант опыта	Картофель		Ячмень	
	полив	без по- лива	полив	без по- лива
1	12,2	11,8	10,1	10,0
	12,9	13,7	8,9	10,5
2	9,3	9,2	12,0	11,8
	11,0	11,4	12,5	13,5
3	9,3	9,2	12,4	12,5
	11,2	11,6	12,8	13,7
4	9,2	9,1	12,6	12,7
	10,7	10,8	13,3	13,6
5	9,6	9,3	12,7	12,7
	10,8	11,0	13,5	13,7
6	9,2	9,1	12,5	12,6
	10,6	10,9	13,0	13,6

Примечание. В числителе — 1980 г., в знаменателе — 1981 г.

снижение количества крахмала, так как в навозе практически отсутствует хлор, кроме того, создающиеся при его внесении условия фосфорно-калийного питания для растений лучше, чем азотного. Низкое содержание крахмала в клубнях объясняется неурожаем в 1980 г. и физиологическим недозреванием картофеля в 1981 г., когда в результате совместного применения удобрений и орошения срок вегетации растений удлинился. В зерне ячменя с увеличением норм удобрений содержание белка возрастало. В 1981 г. содержание белка в зерне ячменя на участке без полива было выше, чем на орошаемом участке.

Содержание отдельных элементов питания в сельскохозяйственных культурах (табл. 8 и 9) служит основой для расчета выноса питательных веществ на единицу основной продукции с учетом побочной (табл. 10), что имеет важное значение для определения норм удобрений

Таблица 8

Содержание питательных веществ в горохо-овсяной смеси, озимой ржи и кукурузе  
(% на абсолютно сухое вещество;  
в числителе — 1980 г., в знаменателе — 1981 г.)

Элемент	Вариант опыта					
	1	2	3	4	5	6
Горохо-овсяная смесь с поливом						
N	$\frac{2,2}{1,7}$	$\frac{2,4}{1,9}$	$\frac{2,5}{2,2}$	$\frac{2,7}{2,2}$	$\frac{2,7}{2,4}$	$\frac{2,9}{2,2}$
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	$\frac{0,8}{0,8}$	$\frac{0,8}{0,8}$	$\frac{0,8}{0,9}$	$\frac{0,8}{0,8}$	$\frac{0,8}{0,8}$	$\frac{0,9}{0,8}$
K <sub>2</sub> O	$\frac{1,7}{2,0}$	$\frac{2,5}{2,5}$	$\frac{3,0}{2,6}$	$\frac{2,7}{2,8}$	$\frac{2,8}{2,7}$	$\frac{2,8}{2,6}$
без полива						
N	$\frac{2,2}{1,7}$	$\frac{2,5}{2,2}$	$\frac{2,5}{2,3}$	$\frac{2,6}{2,2}$	$\frac{2,7}{2,5}$	$\frac{2,7}{2,3}$
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	$\frac{0,8}{0,7}$	$\frac{0,8}{0,7}$	$\frac{0,8}{0,7}$	$\frac{0,8}{0,7}$	$\frac{0,8}{0,8}$	$\frac{0,9}{0,7}$
K <sub>2</sub> O	$\frac{1,8}{1,6}$	$\frac{2,2}{2,0}$	$\frac{2,6}{2,2}$	$\frac{2,8}{2,2}$	$\frac{3,0}{2,4}$	$\frac{2,8}{2,2}$
Оз. рожь с поливом						
N	$\frac{1,2}{1,6}$	$\frac{1,4}{1,9}$	$\frac{1,7}{2,0}$	$\frac{1,7}{2,1}$	$\frac{1,8}{2,1}$	$\frac{1,7}{2,1}$
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	$\frac{0,7}{0,8}$	$\frac{0,7}{0,8}$	$\frac{0,8}{0,8}$	$\frac{0,8}{0,9}$	$\frac{0,8}{0,9}$	$\frac{0,8}{0,9}$
K <sub>2</sub> O	$\frac{2,5}{2,2}$	$\frac{2,8}{2,8}$	$\frac{3,1}{3,3}$	$\frac{3,1}{3,2}$	$\frac{3,0}{3,2}$	$\frac{3,0}{3,0}$
без полива						
N	$\frac{1,2}{1,5}$	$\frac{1,4}{1,9}$	$\frac{1,5}{2,1}$	$\frac{1,6}{2,0}$	$\frac{1,7}{2,1}$	$\frac{1,6}{2,0}$
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	$\frac{0,8}{0,8}$	$\frac{0,8}{0,8}$	$\frac{0,9}{0,9}$	$\frac{0,8}{0,9}$	$\frac{0,9}{0,9}$	$\frac{0,9}{0,9}$
K <sub>2</sub> O	$\frac{2,4}{2,4}$	$\frac{2,8}{2,5}$	$\frac{3,2}{3,1}$	$\frac{3,0}{3,1}$	$\frac{3,0}{3,3}$	$\frac{2,9}{3,1}$
Кукуруза с поливом						
N	$\frac{1,5}{1,3}$	$\frac{2,1}{1,4}$	$\frac{2,3}{1,5}$	$\frac{2,4}{1,9}$	$\frac{2,4}{2,0}$	$\frac{2,3}{1,9}$
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	$\frac{0,7}{0,6}$	$\frac{0,8}{0,7}$	$\frac{0,8}{0,7}$	$\frac{0,8}{0,8}$	$\frac{0,8}{0,7}$	$\frac{0,8}{0,8}$
K <sub>2</sub> O	$\frac{2,5}{2,3}$	$\frac{3,3}{3,0}$	$\frac{3,3}{3,4}$	$\frac{3,5}{3,4}$	$\frac{3,4}{3,2}$	$\frac{3,5}{3,3}$
без полива						
N	$\frac{1,5}{1,4}$	$\frac{2,0}{2,0}$	$\frac{2,3}{2,3}$	$\frac{2,3}{2,3}$	$\frac{2,3}{2,3}$	$\frac{2,4}{2,4}$
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	$\frac{0,8}{0,6}$	$\frac{0,8}{0,7}$	$\frac{0,8}{0,7}$	$\frac{0,8}{0,8}$	$\frac{0,8}{0,7}$	$\frac{0,8}{0,7}$
K <sub>2</sub> O	$\frac{2,6}{3,0}$	$\frac{3,3}{3,6}$	$\frac{3,4}{4,1}$	$\frac{3,4}{4,0}$	$\frac{3,5}{4,1}$	$\frac{3,4}{3,7}$

на планируемый урожай. У всех культур при внесении 115N62P127K содержание азота и калия в урожае значительно возросло. Оно продолжало увеличиваться и при повышении нормы удобрений до 170N102P198K. Так, в варианте 2 содержание азота у всех культур увеличивалось по сравнению с контролем на 0,2—0,6 %, а в варианте 4 —

Т а б л и ц а 9

Содержание питательных веществ в картофеле и ячмене  
(% на абсолютно сухое вещество; в числителе — 1980 г., в знаменателе — 1981 г.)

Элемент	Вариант											
	1		2		3		4		5		6	
	ос	пб	ос	пб	ос	пб	ос	пб	ос	пб	ос	пб
<b>Картофель</b>												
с поливом												
N	$\frac{1,2}{1,1}$	$\frac{1,3}{2,4}$	$\frac{1,5}{1,5}$	$\frac{1,7}{3,2}$	$\frac{1,6}{1,7}$	$\frac{1,9}{3,3}$	$\frac{1,7}{1,8}$	$\frac{2,0}{3,3}$	$\frac{1,8}{1,9}$	$\frac{2,0}{3,5}$	$\frac{1,8}{1,9}$	$\frac{1,8}{3,6}$
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	$\frac{0,4}{0,6}$	$\frac{0,5}{0,6}$	$\frac{0,4}{0,7}$	$\frac{0,5}{0,6}$	$\frac{0,5}{0,8}$	$\frac{0,5}{0,7}$	$\frac{0,5}{0,8}$	$\frac{0,5}{0,7}$	$\frac{0,5}{0,7}$	$\frac{0,5}{0,6}$	$\frac{0,4}{0,8}$	$\frac{0,5}{0,7}$
K <sub>2</sub> O	$\frac{2,7}{1,7}$	$\frac{2,9}{1,5}$	$\frac{2,9}{2,0}$	$\frac{2,9}{2,2}$	$\frac{3,0}{2,2}$	$\frac{3,1}{3,3}$	$\frac{3,3}{2,7}$	$\frac{3,1}{3,4}$	$\frac{3,3}{2,6}$	$\frac{3,2}{3,2}$	$\frac{3,2}{2,4}$	$\frac{3,3}{3,2}$
без полива												
N	$\frac{1,2}{1,2}$	$\frac{1,3}{2,3}$	$\frac{1,4}{1,7}$	$\frac{1,7}{3,4}$	$\frac{1,5}{1,7}$	$\frac{1,9}{3,6}$	$\frac{1,5}{1,8}$	$\frac{1,9}{3,7}$	$\frac{1,6}{1,9}$	$\frac{2,0}{3,8}$	$\frac{1,7}{1,9}$	$\frac{1,9}{3,7}$
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	$\frac{0,4}{0,6}$	$\frac{0,4}{0,6}$	$\frac{0,5}{0,7}$	$\frac{0,5}{0,6}$	$\frac{0,4}{0,6}$	$\frac{0,5}{0,7}$	$\frac{0,5}{0,7}$	$\frac{0,5}{0,6}$	$\frac{0,5}{0,6}$	$\frac{0,5}{0,7}$	$\frac{0,5}{0,7}$	$\frac{0,5}{0,7}$
K <sub>2</sub> O	$\frac{2,7}{1,9}$	$\frac{2,8}{1,7}$	$\frac{3,0}{2,2}$	$\frac{2,8}{2,6}$	$\frac{3,1}{2,2}$	$\frac{3,0}{3,6}$	$\frac{3,3}{2,5}$	$\frac{3,2}{3,4}$	$\frac{3,2}{2,5}$	$\frac{3,2}{3,9}$	$\frac{3,3}{2,5}$	$\frac{3,1}{3,7}$
<b>Ячмень</b>												
с поливом												
N	$\frac{2,1}{1,7}$	$\frac{0,6}{0,7}$	$\frac{2,5}{2,2}$	$\frac{0,9}{1,1}$	$\frac{2,5}{2,3}$	$\frac{0,9}{1,3}$	$\frac{2,6}{2,5}$	$\frac{1,1}{1,4}$	$\frac{2,7}{2,5}$	$\frac{1,1}{1,5}$	$\frac{2,7}{2,5}$	$\frac{1,1}{1,4}$
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	$\frac{0,7}{1,0}$	$\frac{0,4}{0,4}$	$\frac{0,8}{1,0}$	$\frac{0,4}{0,5}$	$\frac{0,8}{1,1}$	$\frac{0,4}{0,5}$	$\frac{0,8}{1,0}$	$\frac{0,3}{0,6}$	$\frac{0,8}{1,0}$	$\frac{0,4}{0,6}$	$\frac{0,8}{1,0}$	$\frac{0,4}{0,6}$
K <sub>2</sub> O	$\frac{0,6}{0,5}$	$\frac{1,5}{2,0}$	$\frac{0,7}{0,6}$	$\frac{2,0}{2,9}$	$\frac{0,7}{0,6}$	$\frac{2,0}{3,3}$	$\frac{0,7}{0,6}$	$\frac{2,2}{3,4}$	$\frac{0,7}{0,6}$	$\frac{2,3}{3,5}$	$\frac{0,7}{0,6}$	$\frac{2,3}{3,2}$
без полива												
N	$\frac{2,2}{2,0}$	$\frac{0,7}{0,7}$	$\frac{2,6}{2,4}$	$\frac{1,0}{1,2}$	$\frac{2,6}{2,5}$	$\frac{1,1}{1,4}$	$\frac{2,6}{2,5}$	$\frac{1,1}{1,4}$	$\frac{2,6}{2,5}$	$\frac{1,1}{1,4}$	$\frac{2,7}{2,5}$	$\frac{1,1}{1,5}$
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	$\frac{0,7}{0,7}$	$\frac{0,3}{0,3}$	$\frac{0,8}{0,8}$	$\frac{0,4}{0,4}$	$\frac{0,8}{0,8}$	$\frac{0,4}{0,4}$	$\frac{0,8}{0,8}$	$\frac{0,4}{0,4}$	$\frac{0,8}{0,8}$	$\frac{0,4}{0,4}$	$\frac{0,8}{0,8}$	$\frac{0,4}{0,4}$
K <sub>2</sub> O	$\frac{0,7}{0,5}$	$\frac{1,6}{2,4}$	$\frac{0,7}{0,5}$	$\frac{2,0}{3,3}$	$\frac{0,7}{0,5}$	$\frac{2,2}{3,7}$	$\frac{0,7}{0,5}$	$\frac{2,3}{3,6}$	$\frac{0,7}{0,6}$	$\frac{2,4}{3,7}$	$\frac{0,7}{0,5}$	$\frac{2,4}{3,4}$

Пр и м е ч а н и е. Ос — основная продукция (клубни картофеля и зерно ячменя); пб — побочная (ботва и солома).

на 0,3—0,9 %. Содержание калия в растениях по вариантам опыта менялось сильнее, чем азота. Количество фосфора в растениях было довольно устойчивым и мало менялось под действием удобрений и по годам. Следует отметить, что в зерне ячменя содержание калия отличалось постоянством. Оно практически не менялось под действием удобрений.

В вариантах с удобрениями вынос азота и калия единицей продукции соответственно в 1,1—1,8 и 1,2—1,9 раза превышал таковой в контроле, вынос фосфора практически оставался на прежнем уровне. Близ-

Т а б л и ц а 10

Вынос питательных веществ единицей урожая (кг) \*

Вариант	1980 г., поливной участок**			1981 г.					
				поливной участок			неполивной участок		
	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	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Горохо-овсяная смесь									
1	19	6	14	14	6	17	15	6	13
2	20	6	21	16	7	21	19	6	16
3	21	7	25	19	7	21	19	6	18
4	22	7	23	19	7	23	19	6	18
5	23	7	23	20	7	22	21	6	20
6	24	7	23	19	7	22	19	6	18
Оз. рожь (в числителе), кукуруза (в знаменателе)									
1	27	17	58	33	16	46	30	16	48
	16	8	27	14	7	25	16	7	33
2	28	15	56	37	16	56	36	15	49
	21	8	34	14	7	29	21	7	36
3	33	16	63	39	16	63	40	17	58
	24	8	34	14	7	31	23	7	40
4	36	17	65	42	18	63	39	17	60
	23	8	34	10	8	36	24	8	41
5	36	17	60	38	17	59	39	17	63
	23	8	34	18	6	29	22	6	38
6	39	19	68	41	18	57	40	17	61
	24	8	36	17	7	30	25	8	40
Картофель									
1	30	10	65	44	18	48	54	20	62
2	33	10	63	61	20	61	82	22	82
3	35	10	63	68	21	77	78	21	88
4	35	10	67	76	24	93	96	23	104
5	37	10	65	73	21	81	87	22	100
6	39	10	69	81	23	85	89	23	99
Ячмень									
1	27	12	28	20	11	19	22	8	21
2	36	13	39	30	14	35	32	10	35
3	40	15	46	31	14	35	33	11	37
4	42	13	47	35	14	38	34	11	38
5	44	15	50	37	14	41	34	11	37
6	45	15	51	35	14	36	34	10	34

\* Расчет выноса проводился для горохо-овсяной смеси и ячменя на 10 ц, для остальных культур — на 100 ц основной продукции с соответствующим количеством побочной.

\*\* В 1980 г. на неполивном участке получены аналогичные результаты.

кий к справочным данным вынос питательных веществ получен только по горохо-овсяной смеси. У этой смеси в 1981 г. вынос калия единицей урожая был несколько больше на поливном участке, а у кукурузы и картофеля — азота и калия на неорошаемом. Вынос фосфора практически не зависел от орошения.



## Выводы

1. За два года второй ротации кормового севооборота (1980—1981 гг.) на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с повышенным содержанием подвижных форм фосфора и средним подвижного калия наиболее высокие урожаи получены на неполивном участке при внесении в среднем на 1 га севооборота 115N62P127K и сочетании минеральных удобрений с 17 т навоза. В 1981 г. при орошении эффективной оказалась не только указанная норма удобрений (12 ц стандартных туков), но и 170N102P198K (19 ц стандартных туков) в сочетании с 17 т навоза. Продуктивность 1 га севооборота в удобрённых вариантах без орошения в среднем составила 6,1—6,7 тыс., при орошении — 7,7—9,8 тыс. корм. ед.

2. При запасном и ежегодном внесении фосфорных удобрений получены практически одинаковые урожаи.

3. С увеличением норм минеральных удобрений возрастало содержание белка в зерне ячменя и снижалось количество крахмала в клубнях картофеля. Дополнительное внесение органических удобрений на фоне минеральных приостанавливало снижение содержания крахмала.

4. При внесении 115N62P127K и 170N102P198K содержание азота у всех культур увеличивалось по сравнению с контролем соответственно на 0,2—0,6 и 0,3—0,9%. Содержание калия по вариантам опыта увеличивалось более значительно тоже у всех культур, кроме ячменя. Содержание фосфора было довольно устойчивым.

5. При внесении удобрений вынос азота единицей основной продукции культур с учетом соответствующего количества побочной увеличился в 1,1—1,8 раза, калия — 1,2—1,9 раза, вынос фосфора практически не изменился.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Агроклиматический справочник по Московской области. М.: Московский рабочий, 1967. — 2. Анисимов В. А., Зюликов Г. М., Черкасов С. А. Орошение и урожай. М.: Московский рабочий, 1965. — 3. Асаров Х. К., Демин В. А., Девин В. К. Продуктивность севооборота и качество урожая при разном уровне удобрений. — Изв. ТСХА, 1980, вып. 1, с. 71—79. — 4. Девин В. К. Влияние различной обеспеченности кормового севооборота удобрениями на величину, качество урожая и агрохимические свойства дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы. — Автореф. канд. дис. М., 1980. — 5. Иванова Т. И., Бабанина А. В. Влияние возрастающих доз минеральных удобрений

на урожай и качество ячменя в годы с повышенным увлажнением на дерново-подзолистой почве. — Агрохимия, 1978, № 2, с. 73—79. — 6. Логинов В. Исследования по интенсивному удобрению картофеля. VIII Межд. конгр. по минеральным удобрениям. Докл. зарубежных участников конгресса. М., 1976, т. I, ч. I, с. 91—98. — 7. Минеев В. Г., Хабарова А. И., Фарафонова Г. И. и др. Влияние степени насыщения севооборотов органическими и минеральными удобрениями на продуктивность культур и баланс питательных веществ. — В кн.: Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. М.: ВАСХНИЛ, 1980, с. 3—40.

*Статья поступила 7 июля 1982 г.*

## Summary

During the two years of the second fodder crop rotation (1980—1981) on the bogharic plot the highest yields were received with the application per hectare an average of 115N62P127K (12 metric centners of standard mineral fertilizers), and with the combination of mineral fertilizers with 17 tons of farmyard manure. In 1981 under irrigation the effective rate was not only the mentioned rate of mineral fertilizers, but also 170N102P198K (19 metric centners of standard mineral fertilizers) combined with 17 tons of farmyard manure. In this case the productivity of 1 hectare of crop rotation with fertilization without irrigation was an average of 6.1—6.7 thousand fodder units, and under irrigation it was 7.7—9.8 thousand fodder units. Higher rates of fertilization resulted in higher protein content in barley grain and lower starch content in potato tubers. Additional application of organic fertilizers after mineral ones stopped to a certain extent the reduction of starch content.