

ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТА И КАЧЕСТВО УРОЖАЯ ПРИ РАЗНОМ УРОВНЕ УДОБРЕНИЯ

Х. К. АСАРОВ, В. А. ДЕМИН, В. К. ДЕВИН

(Кафедра агрономической и биологической химии)

Во многих районах Прибалтики, Белоруссии, а также в Московской и Ленинградской областях дозы удобрений достигают 10—15 ц стандартных туков на 1 га, т. е. примерно по 80—120 кг азота, фосфора и калия на 1 га. Вопрос о целесообразности дальнейшего повышения доз удобрений пока еще не решен. Большинство работ, посвященных эффективности удобрений в севооборотах, проведено на почвах низкой и реже средней окультуренности и использованы в них невысокие дозы удобрений. Известно, что при систематическом применении удобрений и увеличении их доз значительно повышается содержание подвижного фосфора и калия в почве. Так, по результатам агрохимического обследования пахотных почв Нечерноземной зоны РСФСР с 1971 по 1977 г. доля площадей со средним и повышенным содержанием P_2O_5 возросла с 30 до 41 %, а со средним и повышенным содержанием K_2O — с 50 до 55 % [5]. В дальнейшем в связи с возрастающим применением удобрений такая тенденция сохранится. Таким образом, возникает вопрос об установлении целесообразного уровня применения удобрений в севооборотах на хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах в районах интенсивной химизации земледелия.

В 1976 г. в учхозе «Михайловское» Московской области был заложен стационарный полевой опыт, в котором изучалось влияние разных доз минеральных и органических удобрений в кормовом севообороте на величину, качество урожая и агрохимические показатели почвы. Ставилась цель — получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур при сохранении как минимум существующего плодородия почвы.

Методика и условия опыта

Опыт проводится на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Перед его закладкой было проведено известкование по полной гидролитической кислотности. Почва имела следующие агрохимические показатели: гумус по Тюрину — 1,64 %, $pH_{\text{соль}}$ — 6,0, N_r — 2,35, S — 11,3 мэкв на 100 г, подвижный алюминий — 0,2—0,4, P_2O_5 по Кирсанову — 11,8 и K_2O по Масловой — 14,8 мг на 100 г почвы.

Опыт развернут во времени и пространстве и расположен на 4 полях. Чередование культур в севообороте: вико-овсяная смесь — озимая рожь на зеленый корм и поукосно кукуруза на силос — картофель — ячмень.

Известно, что Нечерноземье относится к зоне достаточного увлажнения и суммарное количество осадков за год, как правило, превышает испарение, однако следует учитывать, что распределение атмосферных осадков как по годам, так и на протяжении одного года бывает крайне неравномерным. Так, по среднесулетним данным, в этой зоне 3—4 года из 10 лет бывают засушливыми, в этом случае за вегетационный период выпадает менее 300 мм осадков [3].

В такие годы растения испытывают недостаток влаги, особенно в весенний — раннелетний период. В связи с этим в программу опыта входило изучение эффективности удобрений как на неорошаемом, так и на орошаемом фоне. Опыт был заложен на двух участках, на одном из которых в случае надобности проводился полив. За период 1976—1978 гг. такая необходимость возникла только в 1977 г. В третьей декаде июля посеvy кукурузы и картофеля поливали оросительной нормой 200—250 м³/га.

Из табл. 1 видно, что 1976 и 1978 годы были влажными и сравнительно холодными, особенно 1976 год, когда сумма осадков за май — июль составила 350 мм при средней многолетней 238 мм, а температура воздуха была ниже средней многолетней на 2—3°. Более благоприятными для развития сельскохозяйственных культур были метеорологические условия в 1977 г.

Опыт включал 6 вариантов: 1 — без удобрений; 2 — 1-й уровень минеральных удобрений — $N_{130}P_{80}K_{145}$, или 14 ц ст. туков (в расчете на 1 га севооборота); 3 — 1-й уровень минеральных удобрений + 17 т навоза; 4 — 2-й уровень минеральных удобрений

Метеорологические условия вегетационных периодов 1976—1978 гг.

Годы	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Средняя температура воздуха, °С					
1976	10,0	12,7	15,5	13,8	8,7
1977	13,6	15,6	17,3	14,8	8,8
1978	10,0	13,3	15,2	14,9	—
Средняя многолетняя	11,8	15,9	17,4	16,0	10,3
Сумма осадков, мм					
1976	103,9	139,6	105,9	63,6	21,0
1977	96,0	65,3	76,7	24,6	20,0
1978	74,4	87,5	95,8	77,6	—
Средняя многолетняя	76	80	82	84	78

Т а б л и ц а 2

Дозы вносимых минеральных удобрений (кг д. в. на 1 га)

Культуры	1-й уровень NPK			2-й уровень NPK				
	плани- руемый урожай, ц/га	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	плани- руемый урожай, ц/га	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Вико-овсяная смесь (сено)	40	60	60	120	60	100	120	180
Оз. рожь на зеленый корм	150	60	20	60	250	120	60	120
Кукуруза на силос	300	140	120	200	400	210	180	260
Картофель	200	140	60	120	300	240	120	250
Ячмень	35	120	60	80	50	180	80	80
Всего за ротацию се- вооборота		520	320	580		850	560	890
На 1 га		130	80	145		212	140	222

ний — N₂₁₂P₁₄₀K₂₂₂, или 23 ц ст. туков; 5 — 2-й уровень минеральных удобрений + 17 т навоза; 6 — 2-й уровень минеральных удобрений, но с внесением фосфора в запас на 4 года (P₅₆₀).

Повторность опыта 4-кратная. Общая площадь делянки — 151 м². Учетная площадь — 80—100 м². Дозы минеральных удобрений (варианты 2 и 4) были рассчитаны балансовым методом на два уровня планируемых урожаев (табл. 2). Навоз вносили 2 раза за ротацию севооборота под вико-овсяную смесь (30 т/га) и под картофель (40 т/га). Из минеральных удобрений применяли ам-

миачную селитру, двойной гранулированный суперфосфат, хлористый калий.

Ввиду неблагоприятных условий переизморозки озимая рожь в 1978 г. погибла и кукурузу высевали как основную культуру. В 1976 и 1978 гг. кукурузу высевали сплошным способом (междурядья 15 см), а в 1977 г. — широкорядным (междурядья 60 см).

Метеорологические условия 1976 г. были крайне неблагоприятными для развития картофеля и урожая в этом году оказались очень низкими. Это следует иметь в виду в дальнейшем, при рассмотрении результатов опыта.

Результаты и их обсуждение

Как видно из данных табл. 3 и 4, в период опыта естественное плодородие почвы обеспечивало достаточно высокие урожаи всех культур севооборота. В контрольном варианте они были близки к тем урожаям, которые планировалось получить при внесении N₁₃₀P₈₀K₁₄₅. Но даже на фоне высокого естественного плодородия такое количество минеральных удобрений на обоих участках обеспечивало достоверные прибавки уро-

Урожай культур по полям севооборота на 1-м участке (ц/га)

Культуры	Годы	Варианты						НСР ₀₅
		1	2	3	4	5	6	
Поле 1								
Вико-овсяная смесь	1976	40,6	48,5	50,3	51,1	51,1	50,0	4,2
Оз. рожь		160	209	220	255	261	246	26
Кукуруза	1977	188	256	313	277	349	276	50
Картофель	1978	170	234	237	242	241	236	21
Поле 2								
Оз. рожь		169	230	228	246	250	268	35
Кукуруза	1976	182	350	345	372	385	399	25
Картофель	1977	205	224	238	234	231	231	26
Ячмень	1978	24,9	31,4	31,2	32,5	33,8	29,2	3,1
Поле 3								
Картофель	1976	56	78	78	92	78	92	15
Ячмень	1977	41,5	48,0	47,5	48,0	49,6	48,8	1,8
Вико-овсяная смесь	1978	45,9	57,5	60,9	57,6	60,9	59,8	4,6
Поле 4								
Ячмень	1976	26,8	29,7	29,8	29,0	31,1	29,5	5,3
Вико-овсяная смесь	1977	56,0	68,9	67,9	68,2	68,4	68,4	5,0
Кукуруза	1978	337	529	593	572	603	565	53

Примечание. В 1977 г. был проведен полив кукурузы и картофеля.

жая сена вико-овсяной смеси — 8—13 ц/га, зеленой массы озимой ржи — 50—60 ц/га, кукурузы при поукосном возделывании — 120—170 ц/га и при основном — 190—250 ц/га, картофеля — 50—60 ц/га и ячменя — 6—7 ц/га.

При увеличении доз минеральных удобрений в севообороте до $N_{212}P_{140}K_{222}$ существенного роста урожая уже не отмечалось. Прибавки урожая у всех культур в большинстве случаев были недостоверны. Только озимая рожь в условиях теплой и влажной весны 1977 г. положительно реагировала на увеличение дозы минеральных удобрений с $N_{60}P_{20}K_{60}$ до $N_{120}P_{60}K_{120}$. Урожай зеленой массы в этом случае повышался на 30—45 ц/га. В остальных случаях его рост, по всей видимости, лимитировался уже не уровнем питания, а погодными условиями и биологическими особенностями культур.

Внесение навоза дополнительно к минеральным удобрениям (варианты 3 и 5) также не приводило к заметному повышению урожая. Только при орошении кукурузы в 1977 г. отмечалось положительное действие навоза на обоих фонах минеральных удобрений.

При ежегодном (вариант 4) и запасном (вариант 6) внесении суперфосфата были получены примерно одинаковые урожаи сельскохозяйственных культур, что вполне согласуется с литературными данными [4].

Для общей оценки продуктивности севооборота урожаи основной и побочной продукции выражены в кормовых единицах (табл. 5). На различных полях севооборота в зависимости от чередования культур и сложившихся метеорологических условий сбор кормовых единиц значительно колебался. В среднем за 3 года их выход был наибольшим на 2-м поле севооборота. Сбор кормовых единиц в вариантах с удобрениями составлял 80—86 ц/га. Невысокая продуктивность на 3-м поле объясняет-

Таблица 4

Урожай культур по полям севооборота на 2-м участке (ц/га)

Культуры	Годы	Варианты						НСР ₀₅
		1	2	3	4	5	6	
Поле 1								
Вико-овсяная смесь	1976	38,1	45,1	54,0	58,0	53,0	58,0	8,6
Оз. рожь		186	211	230	242	245	231	24
Кукуруза	1977	166	289	296	282	312	281	46
Картофель	1978	150	199	218	220	220	194	26
Поле 2								
Оз. рожь		149	201	223	232	226	258	39
Кукуруза	1976	110	269	273	298	296	307	33
Картофель	1977	165	217	219	217	227	216	23
Ячмень	1978	22,0	28,2	28,7	29,3	30,3	28,3	2,2
Поле 3								
Картофель	1976	56	78	89	83	90	93	20
Ячмень	1977	39,8	47,6	47,2	47,2	47,4	47,3	3,2
Вико-овсяная смесь	1978	40,0	53,5	53,7	51,7	53,5	55,7	5,1
Поле 4								
Ячмень	1976	29,7	29,7	30,5	32,2	30,9	30,2	3,4
Вико-овсяная смесь	1977	48,7	60,5	67,4	67,2	64,9	67,0	5,6
Кукуруза	1978	227	481	517	488	488	506	68

Таблица 5

Продуктивность севооборота в среднем за 3 года (ц корм. ед. с 1 га)

Варианты опыта					
1	2	3	4	5	6
Поле 1					
Вико-овсяная смесь — озимая рожь и кукуруза — картофель					
$\frac{47,6}{44,8}$	$\frac{64,3}{61,1}$	$\frac{69,7}{67,0}$	$\frac{70,6}{68,5}$	$\frac{75,8}{70,1}$	$\frac{69,6}{64,3}$
Поле 2					
Озимая рожь и кукуруза — картофель — ячмень					
$\frac{58,1}{46,2}$	$\frac{80,6}{71,5}$	$\frac{81,6}{74,0}$	$\frac{84,9}{77,0}$	$\frac{86,8}{78,1}$	$\frac{86,5}{78,0}$
Поле 3					
Картофель — ячмень — вико-овсяная смесь					
$\frac{35,3}{33,7}$	$\frac{43,8}{42,0}$	$\frac{43,6}{42,8}$	$\frac{44,7}{41,7}$	$\frac{44,9}{43,9}$	$\frac{46,6}{43,9}$
Поле 4					
Ячмень — вико-овсяная смесь — кукуруза					
$\frac{48,0}{39,8}$	$\frac{66,4}{62,5}$	$\frac{70,3}{65,4}$	$\frac{69,2}{65,1}$	$\frac{73,1}{64,6}$	$\frac{69,1}{64,9}$

Примечание. В числителе — 1-й участок, в знаменателе — 2-й.

сы крайне низким урожаем картофеля в 1976 г. из-за неблагоприятных для него погодных условий. С увеличением доз удобрений отмечалось некоторое увеличение сбора кормовых единиц с 1 га.

Условия возделывания культур в большей или меньшей степени влияли на вынос питательных веществ единицей урожая. Нередко этот показатель сильнее зависел от погодных условий, чем от удобрений (табл. 6). Наиболее изменчив был вынос калия. С внесением удобрений вынос его картофелем и ячменем увеличивался в 1,5—2,0 раза, что связано не только с повышением содержания калия в урожае, но и с расширением отношения между основной и побочной продукцией. Значительные колебания в выносе калия отмечены и по годам. В особенно влажном 1976 г. вынос калия единицей продукции всех культур был значительно выше, чем в остальные годы. Как правило, с увеличением доз удобрений (прежде всего азотных) несколько увеличивался вынос азота. Интересно отметить, что при широкорядном посеве кукурузы (1977 г.)

Т а б л и ц а 6

Вынос питательных веществ единицей урожая на 1 участке (кг)

Вариан- ты	1976 г.			1977 г.			1978 г.		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Вико-овсяная смесь									
1	19	8	39	20	6	17	18	6	23
2	18	8	43	22	6	19	18	6	25
3	17	8	47	23	6	21	19	6	26
4	19	8	47	24	7	20	19	7	25
5	21	9	51	24	7	22	21	7	29
6	20	10	48	23	7	21	19	6	25
Оз. рожь (в числителе), кукуруза (в знаменателе)									
1	28	14	69	26	12	43	16	5	22
	13	11	45	28	9	44			
2	32	14	68	30	12	45	21	5	32
	16	6	42	29	9	50			
3	32	15	74	33	12	46	23	6	36
	19	5	44	30	10	56			
4	32	15	75	34	12	46	24	6	34
	22	5	49	30	10	55			
5	35	15	71	40	12	51	24	6	37
	23	6	50	29	10	55			
6	29	17	76	36	13	47	24	6	35
	20	5	48	30	11	55			
Картофель									
1	41	15	91	27	14	54	32	18	40
2	63	17	115	42	15	71	38	16	53
3	61	15	132	47	16	82	39	15	62
4	60	15	127	46	16	93	44	16	66
5	66	16	137	53	17	108	50	16	68
6	73	21	147	48	15	92	47	15	73
Ячмень									
1	27	14	51	28	11	13	26	14	26
2	38	16	68	33	11	21	37	16	42
3	36	15	67	33	11	23	36	16	44
4	39	17	77	33	11	24	39	17	49
5	40	18	78	35	11	30	40	17	49
6	41	21	72	36	11	27	39	18	50

Примечания. 1. Расчет выноса проводился для вико-овсяной смеси и ячменя на 10 ц, для остальных культур — на 100 ц основной продукции с соответствующим количеством побочной.

2. На 2-м участке получены аналогичные результаты.

Таблица 7

Содержание белка в зерне ячменя
(% на сухое вещество)

Год	Участок	Варианты					
		1	2	3	4	5	6
1976	1	9,8	11,0	11,2	11,5	11,7	11,9
	2	8,8	10,7	11,2	11,0	11,5	11,4
1977	1	11,2	13,0	13,0	13,4	13,6	13,2
	2	11,7	13,2	13,1	13,4	13,5	13,6
1978	1	9,9	12,3	12,4	12,7	12,8	12,3
	2	10,1	12,0	13,0	13,2	13,1	13,0

рений на содержание белка в зерне ячменя и крахмала в клубнях картофеля (табл. 7 и 8). Белок определяли по методу Барнштейна, а крахмал — по Эверсу. При внесении $N_{120}P_{60}K_{80}$ содержание белка в зерне ячменя повышалось (разница по отношению к контролю 1,5—2,0 %).

Таблица 8

Содержание крахмала в клубнях картофеля (% на сырую массу)

Год	Участок	Варианты					
		1	2	3	4	5	6
1976	1	11,9	10,5	9,9	10,0	9,2	9,9
	2	11,4	9,2	9,7	10,0	8,9	9,7
1977	1*	13,7	12,8	11,8	11,9	10,4	11,9
	2	13,7	12,6	12,0	12,2	11,0	11,1
1978	1	16,1	14,3	14,4	11,6	13,9	12,3
	2	14,8	13,3	13,6	10,6	12,7	11,0

* В 1977 г. на 1-м участке был проведен полив.

Таблица 9

Коэффициенты использования элементов питания
из минеральных удобрений за 3 года (%)

Элементы питания	Варианты			Элементы питания	Варианты		
	2	4	6		2	4	6
Поле 1				Поле 3			
N	21,4	22,0	23,1	N	34,6	20,8	26,4
	27,9	28,2	26,4		25,8	22,0	27,8
P_2O_5	9,6	8,1	8,8	P_2O_5	10,1	8,3	5,1
	8,7	9,5	8,9		9,3	6,9	6,4
K_2O	34,7	36,2	37,2	K_2O	38,0	32,3	39,7
	38,6	38,8	36,3		40,8	27,7	32,9
Поле 2				Поле 4			
N	32,3	26,9	25,7	N	35,4	28,1	28,6
	27,3	24,6	27,4		41,3	37,5	36,7
P_2O_5	10,4	9,9	8,0	P_2O_5	12,1	9,7	9,5
	12,0	10,3	9,3		13,8	13,4	11,2
K_2O	47,7	51,6	53,6	K_2O	42,7	39,5	38,3
	52,1	56,6	55,1		54,9	49,1	42,5

Примечание. Здесь и в табл. 10, 11 в числителе — 1-й участок, в знаменателе — 2-й.

С увеличением доз до $N_{180}P_{80}K_{80}$ оно еще несколько возросло. На содержание крахмала в картофеле внесение удобрений и увеличение их доз оказывали противоположное действие. Применение навоза на фоне минерального удобрения в годы опыта по-разному влияло на содержание крахмала. Так, в 1976 и 1977 гг. оно снижалось, а в 1978 г. не изменялось (по 1-му уровню НРК) или даже увеличивалось (по 2-му уровню НРК).

На основании данных об урожае и о химическом составе растений был проведен разностным методом расчет коэффициентов использования питательных веществ из удобрений (табл. 9 и 10). В целом за 3 года в зависимости от культур и доз удобрений коэффициент использования азота из минеральных удобрений колебался от 20 до 40 %, фосфора — от 8 до 14, калия — от 35 до 55 %. Как правило, при 1-м уровне минеральных удобрений они были несколько выше, чем при 2-м, или равными в том и другом случае. Коэффициент использования фосфора при запасном внесении суперфосфата оказался таким же, как и при ежегодном.

Таблица 10

Коэффициенты использования элементов питания из органических удобрений за 2—3 года (%)

Вариант 3			Вариант 5		
N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Поле 1 (за 3 года)					
$\frac{13,6}{17,7}$	$\frac{7,5}{17,2}$	$\frac{41,5}{34,7}$	$\frac{25,8}{6,8}$	$\frac{5,7}{3,3}$	$\frac{29,7}{18,4}$
Поле 2 (за 2 года)					
$\frac{8,8}{11,6}$	$\frac{6,3}{1,6}$	$\frac{24,2}{29,8}$	$\frac{13,2}{16,4}$	$\frac{—}{3,5}$	$\frac{23,3}{16,1}$
Поле 3 (за 3 года)					
$\frac{—}{12,4}$	$\frac{1,6}{6,7}$	$\frac{13,5}{10,5}$	$\frac{11,4}{14,8}$	$\frac{—}{7,0}$	$\frac{19,3}{20,0}$
Поле 4 (за 2 года)					
$\frac{30,2}{36,5}$	$\frac{10,0}{16,9}$	$\frac{42,2}{38,2}$	$\frac{9,4}{2,0}$	$\frac{4,7}{—}$	$\frac{31,1}{15,4}$

Таблица 11

Содержание доступных форм фосфора и калия в почве при внесении удобрений (мг/100 г почвы)

Слой почвы, см	До закладки опыта	Варианты					
		1	2	3	4	5	6
P_2O_5							
0—20	11,9	9,5	11,4	12,2	12,9	14,3	14,3
	$\frac{11,7}{11,7}$	$\frac{10,3}{10,3}$	$\frac{12,1}{12,1}$	$\frac{12,6}{12,6}$	$\frac{14,1}{14,1}$	$\frac{15,2}{15,2}$	$\frac{13,4}{13,4}$
20—40	6,6	7,0	8,2	8,0	7,2	10,1	8,1
	$\frac{6,5}{6,5}$	$\frac{8,0}{8,0}$	$\frac{8,3}{8,3}$	$\frac{9,5}{9,5}$	$\frac{9,9}{9,9}$	$\frac{10,0}{10,0}$	$\frac{9,8}{9,8}$
K_2O							
0—20	10,7	10,3	12,8	16,7	16,4	19,5	16,0
	$\frac{12,2}{12,2}$	$\frac{9,9}{9,9}$	$\frac{14,0}{14,0}$	$\frac{15,4}{15,4}$	$\frac{17,2}{17,2}$	$\frac{20,9}{20,9}$	$\frac{16,9}{16,9}$
20—40	7,2	7,5	8,3	9,2	10,2	10,5	10,4
	$\frac{7,5}{7,5}$	$\frac{7,7}{7,7}$	$\frac{9,2}{9,2}$	$\frac{10,8}{10,8}$	$\frac{11,0}{11,0}$	$\frac{12,1}{12,1}$	$\frac{12,1}{12,1}$

Коэффициенты использования питательных веществ из навоза значительно колебались в зависимости от минерального фона и чередования культур в цикле. Очень низкие их значения в целом по опыту объясняются тем, что навоз меньше влиял на урожай культур и общий вынос питательных элементов, чем минеральные удобрения. Наиболее высокие коэффициенты использования из навоза были на 1-м и 4-м полях севооборота, где возделывались вико-овсяная смесь, озимая рожь и кукуруза, которые в большей степени, чем остальные культуры, реагировали на действие и последствие навоза.

Как видно из табл. 11, содержание подвижных соединений P_2O_5 и K_2O в почве в среднем по четырем полям севооборота с увеличением доз удобрений возрастало. Внесение $N_{130}P_{80}K_{145}$ обеспечивало сохранение первоначального содержания фосфора и калия в почве. Следовательно, при таком насыщении севооборота удобрениями были получены хорошие урожаи и не снижалось содержание элементов питания в почве.

Выводы

1. За 3 года проведения опыта на известкованной дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с повышенным содержанием подвижного фосфора и средним содержанием калия наиболее эффективным оказалось внесение на 1 га севооборота минеральных удобрений в дозе $N_{130}P_{80}K_{145}$ (14 ц стандартных туков на 1 га). Продуктивность 1 га севооборота составляла 6,5—8,0 тыс. корм. ед. Дальнейшее увеличение доз удобрений мало влияло на урожай и продуктивность севооборота.

2. Запасное и ежегодное внесение суперфосфата оказывало примерно одинаковое влияние на урожайность сельскохозяйственных культур.

3. При внесении удобрений и повышении их доз увеличивался вынос калия и азота единицей продукции и в меньшей степени — вынос фосфора.

4. С увеличением доз минеральных удобрений возрастало содержание белка в зерне ячменя и снижалось содержание крахмала в клубнях картофеля.

5. В среднем за 3 года коэффициенты использования азота минеральных удобрений были 20—40 %, фосфора — 8—14, калия — 35—55 %. Как правило, при меньших дозах удобрений коэффициенты использования были выше.

6. Внесение на 1 га севооборота $N_{130}P_{80}K_{145}$ в сложившихся метеорологических условиях обеспечивало получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур при сохранении и даже некотором увеличении первоначального содержания фосфора и калия в почве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеев Ю. С. Влияние удобрений на крахмалистость клубней картофеля. — *Агрохимия*, 1975, № 7, с. 147—154. — 2. Авдонин Н. С., Лебедева Л. А., Графская Г. А. Влияние минеральных удобрений на содержание белка в растениях в зависимости от свойств почвы и длительности применения удобрений. — *Агрохимия*, 1978, № 4, с. 3—10. — 3. Анисимов В. А., Зюликов Г. М., Черкасов С. А. Орошение и урожай. М., «Московский рабочий», 1965. — 4. Касицкий Ю. И. Внесение фосфорных и калийных удобрений в запас на ряд лет. (Аналит. обзор). М., ВНИИТЭИСХ, 1972. — 5. Постников А. В., Шафран С. А. Зависимость агрохимических свойств почв от баланса питательных веществ. — *Химия в сельск. хоз-ве*, 1978, № 6, с. 29—36.

Статья поступила 19 апреля 1979 г.

SUMMARY

The field experiment was conducted on limed soddy-podzolic middle loam with high amount of mobile P_2O_5 and average amount of mobile K_2O . The rotation: vetch-

oats mixture—winter rye for green fodder and corn for silage—potatoes—barley. In 1976—1978 saturation of 1 ha of the crop rotation with fertilizers at the rate of $N_{130}P_{80}K_{145}$ (14 hwt of standard solid fertilizers per 1 ha) proved to be the most efficient. Increasing the fertilizer doses up to $N_{212}P_{140}K_{222}$ (23 hwt of solid fertilizers), as well as additional application of manure did not produce great effect on crop yields and on crop rotation productivity. With the application of fertilizers and increasing their doses the removal of nitrogen and potassium per unit of output became higher. Fertilizers increased the content of protein in barley grain and reduced the amount of starch in potato tubers. The rates of utilization of fertilizer nutrients during the 3 years made: in nitrogen—20—40 %, in phosphorus—8—14 %, and in potassium—35—55 %.