

УДК 631.582:631.559:631.811

**ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТА  
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ УДОБРЕНИЯ  
ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ**

**И. П. ДЕРЮГИН, А. С. БАШКОВ, А. П. КОЛОТОВ, В. П. КУЛТЫШЕВ,  
А. И. БЕЗНОСОВ**

(Кафедра агрономической и биологической химии)

Индустриализация сельского хозяйства вызывает необходимость освоения севооборотов с минимальным количеством культур, которые были бы ведущими для конкретного региона [1]. К числу таких культур в Удмуртской АССР относятся озимая рожь, ячмень, картофель и некоторые другие.

При введении интенсивных севооборотов с короткой ротацией на дерново-подзолистых почвах Нечерноземной зоны РСФСР, в частности в Удмуртии, особенно важное значение имеет научно обоснованное применение удобрений.

Эффективность различных систем удобрения 4- и 5-польных севооборотов изучалась в ряде опытов [2, 3, 5], но в условиях Удмуртской АССР подобных исследований проводилось явно недостаточно. На наш взгляд, не решены такие важные вопросы, как возможное насыщение севооборота минеральными и органическими удобрениями, сочетание и соотношение элементов питания в применяемых удобрениях, влияние их на продуктивность и качество урожая сельскохозяйственных культур,

а также на плодородие почвы. Нами изучались указанные проблемы, чтобы получить данные для разработки научно обоснованных систем удобрения в интенсивном севообороте.

### Методика и условия проведения опыта

Длительный полевой опыт заложен в 1979 г. в учебном хозяйстве «Июльское» Устиновского сельскохозяйственного института в 4-польном зернопропашном севообороте: горохо-овсяная смесь — озимая рожь — картофель — ячмень. В опыте изучается 3 системы удобрения: органическая, минеральная и органо-минеральная (табл. 1).

Последняя включает 3 уровня насыщенности севооборота минеральными удобрениями (168, 240 и 338 кг NPK на 1 га ежегодно) и 2 — органическими (по 5 и 10 т навоза на 1 га ежегодно). Для интенсивного севооборота это небольшая насыщенность, так как в среднем на 1 га пашни в республике применяется более 110 кг NPK, под картофель — в среднем 350, под овощи — 528 кг. В схеме опыта (табл. 1) предусмотрены также варианты с парным внесением элементов питания, различные соотношения NPK и замена органических удобрений эквивалентным количеством минеральных.

Опыт развернут в трех полях севооборота. Почва участка дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая слабосмытая. Агрохимическая характеристика ее представлена в табл. 2.

Размещение вариантов рендомизированное, повторность 4-кратная, общий размер делянки 120 м<sup>2</sup>, учетная площадь от 78 до 95 м<sup>2</sup>.

Фосфорные и калийные удобрения в форме P<sub>сг</sub> и K<sub>x</sub> вносятся осенью под зяблевую вспашку, азотные N<sub>аа</sub> — весной, известь — по 1 г.к. (кроме вариантов 1 и 7).

Технология возделывания культур — принятая в республике. Урожай учитывали сплошным методом. Агрохимические анализы почвы и растений выполняли по общепринятым методикам. Продуктивность севооборота за ротацию рассчитали в зерновых единицах, используя переводные коэффициенты [4].

Для общей характеристики погодных условий в годы проведения опыта в табл. 3

Таблица 1

Схема опыта в зернопропашном севообороте\*

Вариант	Горох + овес				Оз. рожь			Картофель				Ячмень		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	навоз	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	навоз	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	100	80	—	—	60	80	—	100	80	—	—	60	80	—
4	100	—	80	—	60	—	60	100	—	120	—	60	—	60
5	—	80	80	—	—	80	60	—	80	120	—	—	80	60
6	100	80	80	—	60	80	60	100	80	120	—	60	80	60
7	100	80	80	—	60	80	60	100	80	120	—	60	80	60
8	100	80	80	20	60	80	60	100	80	120	20	60	80	60
9	120	120	120	20	90	120	120	120	120	120	20	120	90	90
10	—	—	—	20	—	—	—	—	—	—	20	—	—	—
11	140	100	140	—	100	100	100	120	100	160	—	120	100	100
12	100	80	80	—	60	80	60	100	80	120	20	60	80	60
13	100	100	40	20	60	60	40	100	100	40	20	60	60	40
14	80	100	60	20	80	130	80	80	120	120	20	80	130	60
15	120	60	60	20	120	90	80	120	90	100	20	120	80	80
16	60	40	60	20	45	60	40	60	80	80	20	60	45	45
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

\* NPK — в кг д. в. на 1 га, навоз — в т/га.

Таблица 2

Агрохимические показатели почвы перед закладкой опытного участка (A<sub>п</sub>)

№ поля	Гумус по Тюрину, %	pH <sub>сол</sub>	N <sub>Г</sub>		S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
			мг·экв на 100 г			мг на 100 г		мг на 100 г	
1	1,7	4,9	3,05	11,6	5,5	9,0			
2	1,5	5,8	2,00	13,7	6,2	8,0			
3	2,6	5,6	3,50	7,8	8,3	10,7			

Гидротермические коэффициенты в годы проведения опыта  
(по данным Воткинской гидрометеорологической станции)

Год	Май	Июнь	Июль	Август	Средние за май—август
1979	0,41	1,12	1,31	0,58	0,86
1980	1,07	1,37	1,87	1,86	1,56
1981	0,54	0,33	0,23	0,48	0,37
1982	1,42	0,91	0,40	0,75	0,80
1983	1,24	2,40	0,35	1,58	1,34
1984	0,55	2,06	1,77	3,49	1,96
Средние многолетние	1,20	1,30	1,00	1,06	1,11

приведены гидротермические коэффициенты (ГТК). Из 6 лет проведения опыта 3 года были сильно засушливыми, 3 года благоприятными по увлажнению в целом, но даже и здесь в отдельные перио-

ды отмечались засухи различной продолжительности.

В данной статье приводятся результаты исследований за первую ротацию севооборота.

### Результаты и их обсуждение

Погодные условия и изучаемые варианты удобрения по-разному влияли на урожайность всех культур севооборота. Сбор сена гороховяной смеси в 1979 г. по вариантам колебался от 27,8 до 67,3 ц/га, в 1980 г. — от 27,4 до 62,0, в 1981 г. — от 29,8 до 73,8 ц/га, т. е. мало различался по годам. Урожайность озимой ржи в 1980—1982 гг. составила соответственно 11,9—16,8; 14,1—26,0 и 13,4—34,9 ц/га, сбор клубней картофеля в 1981—1983 гг. — соответственно 55—127; 74—135 и 227—394 ц/га, урожайность зерна ячменя в 1982—1984 гг. — 4,9—17,5; 17,2—32,7 и 18,0—29,3 ц/га. В целом продуктивность севооборота оказалась невысокой, особенно в первые годы, но применяемые в опыте органические и минеральные удобрения во все годы давали достоверную прибавку (табл. 4).

Из парных сочетаний минеральных удобрений более эффективными были NP и PK. При полном минеральном удобрении прибавка урожая составила 1,5 тыс. зерн. ед. Органическая система удобрения обеспечи-

Таблица 4

Продуктивность культур севооборота (ц зерн. ед. на 1 га)  
в среднем по трем полям за 1979—1984 гг. (первая ротация)

Вариант	Горох + овес	Оз. рожь		Картофель	Ячмень		Средняя продуктивность	Выход основной продукции за 1 год
		зерно	солома		зерно	солома		
1	11,3	9,8	4,5	29,7	13,4	4,9	18,4	16,0
2	16,8	12,8	6,7	31,1	15,8	5,1	22,0	19,1
3	18,9	19,6	10,3	34,0	17,3	5,8	26,5	22,4
4	15,6	12,9	5,7	38,9	18,2	5,9	24,3	21,4
5	20,1	16,4	8,0	35,3	16,6	5,7	25,5	22,1
6	20,8	22,1	13,4	47,4	22,7	8,0	33,6	28,3
7	24,4	20,8	12,4	45,2	24,5	8,3	33,9	28,7
8	22,5	25,2	14,5	51,8	26,2	8,9	37,2	31,4
9	21,0	24,1	13,9	52,2	21,5	7,4	35,0	29,7
10	18,4	14,6	7,6	52,2	22,3	6,8	28,5	24,9
11	20,4	23,7	11,2	50,4	21,6	7,4	33,7	29,0
12	20,6	22,1	13,1	46,9	22,5	7,6	33,2	28,0
13	24,3	24,0	14,0	53,7	23,0	8,0	36,7	31,2
14	22,5	25,3	14,5	54,7	25,4	8,7	37,8	32,0
15	21,7	24,0	11,5	50,7	22,5	7,8	34,6	29,7
16	21,1	19,2	9,0	47,9	23,0	7,4	31,9	27,8

НСР<sub>0,05</sub>

4,96

вала по сравнению с контролем получение дополнительно 1,0 тыс. зерн. ед. Максимальная продуктивность севооборота получена при совместном применении органических и минеральных удобрений. При этом оптимальный уровень минеральных удобрений за первую ротацию под зерновые составил 60N80P60K, а под картофель — 80N120P120K на фоне 20 т навоза на 1 га, внесенных под горохо-овсяную смесь, и 20 т под картофель (насыщенность NPK 240 кг/га). Дальнейшее увеличение насыщенности севооборота минеральными удобрениями (до 338 кг NPK) не сопровождалось увеличением продуктивности как всего севооборота, так и какой-либо из выращиваемых культур.

Таким образом, за первую ротацию наибольшая урожайность культур севооборота была на фоне ежегодного внесения NPK в среднем 240 кг/га и навоза 10 т/га. Принимая во внимание, что из 6 лет нормальными по увлажнению были только 3 года и в целом по республике вероятность засушливых лет достаточно высокая, дальнейшее насыщение севооборотов удобрениями должно сочетаться с орошением или со специальными приемами, увеличивающими запас продуктивной влаги в почве. Необходимо также учитывать уровень плодородия почвы и ее окультуренность.

В опыте была выявлена преимущественная роль фосфорных, затем азотных и в меньшей степени калийных удобрений при внесении навоза и без него.

Из исследуемых в опыте соотношений N : P : K наиболее эффективным оказалось 1 : 1 : 1. Повышение уровня фосфорного питания (1 : 1,5 : 1) практически не изменило продуктивности севооборота, а при полуторной норме азота (1,5 : 1 : 1) отмечена некоторая тенденция к снижению прибавок урожая, особенно картофеля и ячменя. Применение половинной нормы калийных удобрений на фоне навоза не вызывало снижения продуктивности даже такой культуры, как картофель. Вероятно, количество калия, вносимого с навозом (210 кг/га за ротацию), при высоком коэффициенте его использования было вполне достаточным для получения таких урожаев. В то же время полное исключение калия на безнавозном фоне сказывалось отрицательно, особенно на картофеле.

Вынос элементов питания на единицу продукции (табл. 5) в нашем опыте заметно отличается от средних данных по этим культурам, приведенных в научной литературе [5]. Так, нами отмечен более высокий вынос азота горохо-овсяной смесью и ячменем, больший вынос азота и калия озимой рожью.

Таблица 5

Вынос элементов питания (кг) 1 т основной продукции культур севооборота с учетом побочной за первую ротацию

Вариант	Горох + овес (сено)			Оз. рожь			Картофель			Ячмень		
	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	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	18,8	6,5	18,2	43,5	12,4	49,1	6,1	1,1	6,0	49,7	13,1	22,1
2	19,6	6,4	18,1	39,5	12,2	42,6	6,4	1,3	6,4	49,0	12,2	24,2
3	23,5	6,8	15,5	40,7	11,0	33,2	7,1	1,5	5,1	50,4	12,8	19,6
4	20,4	5,3	21,9	40,2	9,6	49,0	6,4	0,9	7,6	51,0	11,1	34,8
5	18,5	6,4	21,5	35,4	13,2	42,3	4,9	1,1	7,1	44,7	11,8	30,3
6	21,9	6,9	24,2	44,8	11,7	51,9	6,5	1,2	7,4	50,2	12,5	30,8
7	21,9	6,3	22,5	40,2	11,2	50,2	6,5	1,1	8,1	49,9	12,1	32,4
8	22,4	6,4	24,5	43,0	11,1	52,1	6,2	1,2	7,5	50,5	11,9	33,2
9	20,1	6,7	24,8	40,4	11,2	49,2	6,8	1,3	8,9	53,2	13,3	35,1
10	19,0	6,7	19,8	39,2	11,7	40,4	6,2	1,3	7,8	48,8	12,0	25,3
11	21,5	6,4	24,2	37,2	10,4	46,5	6,2	1,1	7,9	50,9	11,7	37,2
12	22,9	6,7	21,6	40,7	11,5	54,9	5,8	1,0	6,4	51,5	11,6	34,2
13	21,9	6,3	22,7	42,8	11,3	49,2	6,7	1,3	8,2	54,4	12,4	34,1
14	22,6	6,5	22,3	41,1	11,8	52,3	6,1	1,3	8,4	49,0	14,0	30,8
15	22,8	6,4	23,9	39,9	10,4	47,4	6,7	1,3	8,7	53,0	13,1	35,6
16	21,7	6,5	21,0	36,9	11,1	39,7	5,9	1,2	7,6	48,7	12,0	27,9

Применяемые в опыте различные системы удобрения существенно изменили затраты питательных веществ на создание единицы урожая. Наиболее сильно при этом изменялся вынос азота и калия.

В подобных исследованиях [6] удобрения в среднем за 7 лет увеличивали вынос азота и калия в 1,2—1,7 раза, фосфора — в 1,1—1,2 раза. В нашем опыте затраты фосфора были довольно стабильными при всех изучаемых системах удобрения и только полное исключение этого элемента заметно снижало его вынос, что можно объяснить явным недостатком фосфора для культур севооборота.

Вынос азота и калия на единицу продукции был самым низким при парном внесении минеральных удобрений (PK и NP). В этом случае урожайность увеличивалась, но из-за неблагоприятного сочетания элементов питания в почве вынос их 1 т продукции оказался даже ниже, чем в контроле.

Если минеральные удобрения на фоне навоза и без него изменяли затраты элементов питания на создание единицы урожая, то органические удобрения мало влияли на этот показатель.

С увеличением насыщенности севооборота удобрениями коэффициенты использования азота снижались с 48,0 до 27,8 %, фосфора — с 15,0 до 9,8, калия — с 59,2 до 41,4 % (табл. 6).

Отмечено хорошее использование элементов питания из навоза, а использование фосфора в этом случае было больше, чем из минеральных удобрений. В вариантах опыта, где по фону навоза применялись минеральные удобрения, коэффициенты использования питательных веществ из последних были заметно ниже, чем в вариантах, где вносились только минеральные удобрения. Объясняется это тем, что при расчете коэффициентов использования разностным методом варианты совместного применения органических и минеральных удобрений сравнивались с вариантами, где вносилось за ротацию 40 т навоза на 1 га. При внесении же одного навоза получены довольно высокие урожаи, благодаря чему и увеличился вынос элементов питания.

Из трех уровней насыщения севооборота минеральными удобрениями (168, 240 и 338 кг NPK на 1 га ежегодно) на фоне навоза средний уровень характеризовался наиболее высокими коэффициентами использования питательных веществ из минеральных удобрений. Значения этих коэффициентов существенно снижались при парных сочетаниях удобрений и при изменении их соотношения в сторону увеличения доли

Таблица 6

Вынос элементов питания, рассчитанный разностным методом, и коэффициенты их использования из удобрений за первую ротацию севооборота

Вариант	Вынос, кг/га			Коэффициент использования, %		
	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
1	207,8	58,8	188,0	—	—	—
2	271,1	74,6	234,9	—	—	—
3	350,0	94,0	240,9	24,6	6,1	—
4	304,0	64,3	304,5	10,3	—	21,8
5	277,8	88,2	316,1	—	4,2	25,4
6	431,3	112,3	430,3	48,0	15,0	59,2
7	437,0	110,9	453,1	49,8	14,6	66,3
8	478,7	117,3	506,5	44,5	7,0	56,9
9	437,7	118,1	490,6	22,5	5,2	36,9
10	336,2	94,9	324,5	35,8*	28,2*	42,7*
11	411,1	103,5	447,8	27,8	9,8	41,4
12	439,2	109,8	368,5	—	—	—
13	473,9	122,0	487,4	43,0	8,5	90,5
14	464,2	129,9	495,6	40,0	7,3	53,5
15	449,8	112,3	468,5	23,7	5,4	45,0
16	386,4	105,5	372,1	22,3	4,7	21,2

\* Коэффициент использования из навоза.

азота в полном удобрении. Так, в варианте РК растениями за период 1979—1984 гг. потреблялось лишь 25 % внесенного калия, в вариантах НРК — 66 % калия, при внесении 160К, т. е. половинной его дозы, — 90 % калия. Под влиянием известкования коэффициент использования калия снижался на 9 %.

Из поступившего в почву за 4 года с минеральными удобрениями 320 кг азота на 1 га при парных сочетаниях растения усваивали 10,3—24,6 % этого элемента, при той же его дозе в полном удобрении использование азота на безнавозном фоне увеличилось до 48 %, а по фону навоза — до 44,5 %. Азот, содержащийся в навозе, использовался на 38 %. С увеличением дозы азота до 450—480 кг/га за ротацию коэффициент его использования снизился до 22,5—27,8 %.

Т а б л и ц а 7

Хозяйственный баланс питательных веществ за первую ротацию севооборота

Ва- риант	Элемент питания	Поступило в почву с удоб- рениями			Вынос с урожаем, кг/га	Избыток или дефи- цит		Кoeffи- циент вы- носа, %
		минераль- ными	органи- ческими	всего		кг	% к вы- носу	
1	N	—	—	—	207,8	—207,8	—	—
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	—	58,8	—58,8	—	—
	K <sub>2</sub> O	—	—	—	188,0	—188,0	—	—
2	N	—	—	—	271,1	—271,1	—	—
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	—	74,6	—74,6	—	—
	K <sub>2</sub> O	—	—	—	234,9	—234,9	—	—
3	N	320	—	320	350,0	—30,0	—9	109
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	320	—	320	94,0	226,0	240	29
	K <sub>2</sub> O	—	—	—	240,9	—240,9	—	—
4	N	320	—	320	304,0	16	5	95
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	—	64,3	—64,3	—	—
	K <sub>2</sub> O	320	—	320	304,5	15,5	5	95
5	N	—	—	—	277,8	—277,8	—	—
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	320	—	320	88,2	231,8	262	28
	K <sub>2</sub> O	320	—	320	316,1	3,9	1	99
6	N	320	—	320	431,3	—111,3	—26	135
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	320	—	320	112,3	207,7	185	35
	K <sub>2</sub> O	320	—	320	430,3	—110,3	—26	134
7	N	320	—	320	437,0	—117,0	—27	136
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	320	—	320	110,9	209,1	188	35
	K <sub>2</sub> O	320	—	320	453,1	—133,1	—29	142
8	N	320	182	502	478,7	23,3	5	95
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	320	72	392	117,3	274,7	234	30
	K <sub>2</sub> O	320	210	530	506,5	23,5	5	96
9	N	450	182	632	437,7	194,3	44	69
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	450	72	522	118,1	403,9	342	23
	K <sub>2</sub> O	450	210	660	490,6	169,4	34	74
10	N	—	182	182	336,2	—154,2	—46	185
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	72	72	94,9	—22,9	—24	132
	K <sub>2</sub> O	—	210	210	324,5	—114,5	—35	154
11	N	480	—	480	411,1	68,9	17	86
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	400	—	400	103,5	296,5	286	26
	K <sub>2</sub> O	500	—	500	447,8	52,5	12	90
12	N	320	102	422	439,2	—17,2	—4	104
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	320	32	352	109,8	242,2	220	31
	K <sub>2</sub> O	320	120	440	368,5	71,5	19	84
13	N	320	182	502	473,9	28,1	6	94
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	320	72	392	122,0	270,0	221	31
	K <sub>2</sub> O	180	210	390	487,4	—97,4	—20	125
14	N	320	182	502	464,2	37,8	8	92
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	480	72	552	129,9	422,1	325	24
	K <sub>2</sub> O	320	210	530	495,6	34,4	7	94
15	N	480	182	662	449,8	212,2	47	68
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	320	72	392	112,3	279,7	249	29
	K <sub>2</sub> O	320	210	530	468,5	61,5	13	88
16	N	225	182	407	386,4	20,6	5	95
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	225	72	297	105,5	191,5	182	36
	K <sub>2</sub> O	225	210	435	372,1	62,9	17	86

Изменение содержания подвижных форм фосфора и калия (мг/кг) в почве за первую ротацию

Вариант	K <sub>2</sub> O		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		Вариант	K <sub>2</sub> O		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
	до опыта	изменения к концу 1-й ротации	до опыта	изменения к концу ротации		до опыта	изменения к концу 1-й ротации	до опыта	изменения к концу ротации
1	38	—8	76	—11	9	74	44	107	31
2	45	—4	77	—10	10	43	10	88	10
3	57	30	78	—18	11	71	38	106	30
4	43	—10	93	16	12	58	37	95	16
5	65	17	95	27	13	70	43	96	20
6	65	27	86	33	14	77	59	113	35
7	62	16	95	23	15	64	44	110	25
8	65	41	104	26	16	50	28	82	21

Самым высоким коэффициент использования фосфора оказался при внесении ежегодно 168 кг NPK и составлял около 15%. Во всех остальных вариантах он был в 2—3 раза ниже.

При насыщенности органическими удобрениями из расчета 5 т/га баланс азота был отрицательным (табл. 7).

Значения балансовых коэффициентов свидетельствуют о возможном изменении плодородия почвы. Низкие балансовые коэффициенты фосфора указывают на закрепление и накопление его в почве. Так, за первую ротацию севооборота в почве вариантов 3, 5—16 произошло увеличение его содержания в пределах 16—59 мг/кг (табл. 8). В контрольных вариантах содержание подвижного фосфора оставалось на прежнем невысоком уровне или снижалось.

Что касается калия, то даже при отрицательном балансе отмечено увеличение содержания обменной его формы в почве. Такие же результаты были получены ранее [7]. Это связано с мобилизацией почвенных запасов калия под действием внесенных удобрений. В то же время в контрольных вариантах и в варианте с NP содержание обменного калия в почве заметно уменьшилось.

### Заключение

На дерново-подзолистой слабокультуренной почве в первые годы освоения интенсивного севооборота наибольшая продуктивность культур получена при среднем ежегодном внесении в расчете на 1 га 240 кг NPK на фоне 10 т навоза. Дальнейшее насыщение севооборота удобрениями не сопровождалось ростом продуктивности культур.

Не выявлено положительного действия известки, внесенной по 1 г. к. в год закладки опыта.

Изменение соотношения NPK в полном минеральном удобрении в сторону увеличения доли фосфора (1:1,5:1 против 1:1:1) не способствовало дальнейшему росту урожайности культур севооборота. Снижение же насыщенности севооборота калием наполовину не сказалось отрицательно ни на продуктивности культур, ни на содержании обменной его формы в почве, тогда как при полном исключении калия на безнавозном фоне продуктивность севооборота резко уменьшалась.

Коэффициенты использования питательных веществ с увеличением уровня насыщения севооборота минеральными удобрениями снижались, однако при этом происходило обогащение почвы подвижными формами фосфора и калия.

Под влиянием удобрений заметно увеличивался вынос азота и калия на единицу продукции и практически не изменялся вынос фосфора. Полученные в условиях Удмуртской АССР данные о выносе азота и калия заметно выше приводимых в литературе для Нечерноземной зоны РСФСР. Так, в нашем опыте горохо-овсяной смесью и ячменем больше выносилось азота, а озимой рожью — азота и калия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Каким быть севообороту в условиях специализации и концентрации производства. — Сельс. хоз-во России, 1976, № 4, с. 27—30. — 2. Асаров Х. К., Демин В. А., Правда И. И. Урожай культур кормового севооборота и его качество в условиях орошения при разных системах удобрений дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы. — Изв. ТСХА, 1983, вып. 1, с. 14—22. — 3. Асаров Х. К., Демин В. А., Демин В. К. Продуктивность севооборота и качество урожая при разном уровне удобрений. — Изв. ТСХА, 1980, вып. 1, с. 71—79. — 4. Ефимов В. Н. Донских И. Н., Синицын Г. И. Система применения удобрений. М.: Колос, 1984. — 5. Демин В. А. Определение доз удобрений под с.-х. культуры в севообороте. М.: ТСХА, 1981. — 6. Демин В. А., Правда И. И. Продуктивность кормового севооборота и плодородие дерново-подзолистой почвы при разных системах удобрения в условиях орошения. — Изв. ТСХА, 1984, вып. 3, с. 3—11. — 7. — Жуков Ю. П., Реутов А. В. Продуктивность культур и плодородие дерново-подзолистой почвы при разных уровнях расчетных норм удобрений в севообороте. — Изв. ТСХА, 1983, вып. 6, с. 3—14.

*Статья поступила 15 мая 1985 г.*

## SUMMARY

During the 1-st round of intensive 4-field crop rotation (pea and oat mixture — winter rye — potatoes — barley) on soddy-podzolic soil the highest crop productivity has been ensured by annual application of 240 kg of NPK and 10 tons of farm manure per ha. Further saturation of crop rotation by mineral fertilizers has not resulted in its higher productivity. Liming in advance of the experiment at complete rate of hydro-lithic acidity has had no beneficial effect on soil fertility and crop rotation productivity.

Change in elements ration in the complete fertilizer from 1N1P1K to 1.5N1P1K and 1N1.5P1K has not led to further growth of crop yielding capacity. Halving soil saturation with potassium under the same rate of manuring has had adverse effect mither on crop productivity nor on the content of exchangeable potassium in the soil. Under annual application of 240 and 368 kg of NPK per ha mobile nutrients content in furrow slice has increased.