

УДК 631.582:631.55:[631.811+631.67]

## УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР В СЕВОБОРОТЕ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ И ОРОШЕНИЯ

В. А. ДЕМИН, И. И. ПРАВДА

(Кафедра агрономической и биологической химии)

Получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах Нечерноземной зоны и дальнейшее повышение их плодородия связаны с внесением значительных количеств удобрений. При этом приобретает особое значение научное обоснование рационального использования удобрений в севооборотах, что позволит обеспечить повышение эффективности химизации сельского хозяйства этой зоны [2, 3].

К сожалению, полевых опытов, посвященных данной проблеме, в настоящее время проводится крайне мало, особенно в условиях орошения [1]. Недостаток научной информации приводит иногда к необоснованному внесению высоких норм удобрений в ряде хозяйств.

В учхозе ТСХА «Михайловское» с 1976 г. проводится опыт, в котором изучается перспективная система внесения удобрений в севообороте с целью получения планируемых высоких урожаев и одновременно повышения плодородия почвы. В данной статье обсуждаются некоторые результаты, полученные в этом опыте в 1976—1981 гг.

### Материал и методика

Перед закладкой опыта (1976 г.) дерново-подзолистая среднесуглинистая почва характеризовалась следующими агрохимическими показателями: гумус по Тюрину — 1,6 %; рН<sub>с.о.л</sub> 6,0; Нг — 2,35 экв; подвижные фосфор и калий по Кирсанову — соответственно 11,8 и 11,5 мг на 100 г. Схема опыта на первую ротацию кормового севооборота (1976—1979 гг.) включала 6 вариантов (среднеегодовые нормы удобрений на 1 га севооборота): 1 — без удобрений; 2 — 130N80P145K, или 14 ц стандартных туков; 3 — 130N80P145K+навоз, 17 т;

4 — 212N140P222K, или 23 ц стандартных туков; 5 — 212N140P222K+навоз, 17 т; 6 — 212N140P222K, но азот и калий вносятся ежегодно, а фосфор — в запас на 4 года (560P). Нормы минеральных удобрений, рассчитанные балансовым методом, чередование культур, а также их планируемые урожаи приведены в табл. 1.

После уточнения выносов элементов питания урожаями культур за первую ротацию севооборота во второй ротации (1980—1983 гг.) нормы минеральных удобрений уменьшили до 115N62P127K, или

Таблица 1

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

Культуры севооборота	130N80P145K				212N140P222K			
	планируемый урожай, ц/га	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	планируемый урожай, ц/га	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Вико-овсяная смесь (сено)	40	60	60	120	60	100	120	180
Оз. рожь на зеленый корм+кукуруза на силос	150	60	20	60	250	120	60	120
Картофель	200	140	120	200	400	210	180	260
Ячмень	35	120	60	80	50	180	80	80

12 ц стандартных туков в среднем на 1 га севооборота (вариант 2), и до 170N102P198K, или 19 ц стандартных туков (вариант 4) при тех же нормах органических удобрений и планируемых урожаях. Навоз вносили 2 раза за ротацию севооборота: под горохо-овсяную смесь (30 т/га) и под картофель (40 т/га). Повторность опыта 4-кратная. Общая площадь делянки 151 м<sup>2</sup>, учетная — 60—100 м<sup>2</sup>.

На одном из двух рядом расположенных участков при необходимости проводили поливы. С момента закладки опыта (1976 г.) они потребовались только в 1977, 1979 и 1981 гг. Особенно остро ощущался дефицит влаги в 1981 г. В июне — июле с помощью установки КИ-50 («Радуга») провели 2-кратный полив ячменя и горохо-овсяной смеси и 5—8-кратный полив картофеля и кукурузы разовой нормой 200—350 м<sup>3</sup>/га. Осимная рожь в орошении не нуждалась.

### Результаты и их обсуждение

В среднем за первую ротацию севооборота (1976—1979 гг.) погодные условия позволили получить достаточно высокие урожаи культур даже в контроле. Внесение 130N80P145K (вариант 2) обеспечило при-

Т а б л и ц а 2

Урожайность культур (ц/га) по полям за первую ротацию кормового севооборота. 1-й участок

Культура	Годы	Варианты						НСР <sub>05</sub>
		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	1977	160	209	220	255	261	246	26
Кукуруза		188	256	313	277	319	276	50
Картофель	1978	170	234	237	242	241	236	21
Ячмень	1979	13,8	20,6	20,6	20,0	21,7	19,6	3,9
Поле 2								
Оз. рожь	1976	169	230	228	246	250	268	35
Кукуруза		182	350	345	372	385	399	25
Картофель	1977	205	224	238	234	231	231	25
Ячмень	1978	24,9	31,4	31,2	32,5	33,8	29,2	3,1
Вико-овсяная смесь	1979	30,4	44,2	45,6	46,3	45,8	45,3	3,8
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
Оз. рожь	1979	54	76	87	93	95	85	12
Кукуруза		277	392	398	412	401	387	26
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
Картофель	1979	232	279	300	278	290	285	14
В среднем								
Вико-овсяная смесь	—	43,2	54,8	56,2	55,8	56,6	55,9	—
Оз. рожь	—	127,7	171,7	178,3	198,0	202,0	199,7	—
Кукуруза	—	215,7	332,7	352,0	353,7	378,3	354,0	—
Картофель	—	165,7	203,7	213,2	211,5	210,0	211,0	—
Ячмень	—	26,7	32,4	32,3	32,6	34,1	31,8	—

Примечания. 1. В 1978 г. ввиду неблагоприятной перезимовки озимой ржи кукурузу возделывали как основную культуру. 2. В 1977 г. проведен полив кукурузы и картофеля.

Планируемая и фактическая урожайность (ц/га) за первую ротацию севооборота (1976—1979 гг.)

Культура	130N80P145K		212N140P222K	
	планируемая	фактическая	планируемая	фактическая
Вико-овсяная смесь	40	55	60	56
Оз. рожь	150	172	250	198
Кукуруза	300	333	400	354
Картофель	200	204	300	212
Ячмень	35	32	50	33

бавки урожая сена вико-овсяной смеси 8—13 ц/га, зеленой массы озимой ржи — 50—60, кукурузы при поукосном возделывании после озимой ржи — 120—170, клубней картофеля — 50—60, ячменя — 6—7 ц/га (табл. 2). При увеличении норм минеральных удобрений до 212N140P222K (вариант 4) дальнейшего прироста урожая не отмечалось. Внесение навоза дополнительно к минеральным удобрениям (варианты 3 и 5) практически не повышало урожая. При внесении суперфосфата ежегодно (вариант 4) и в запас (вариант 6) продуктивность культур была одинаковой (табл. 2).

Поливы картофеля и кукурузы в июле 1977 г., а также вико-овсяной смеси и кукурузы в июне 1979 г. не дали эффекта, так как вскоре после их проведения пошли дожди.

В среднем за первую ротацию кормового севооборота при средне-ежегодном внесении 130N80P145K получены очень близкие к планируе-

Таблица 4

Урожайность культур кормового севооборота (ц/га) за 1980 (числитель) и 1981 гг. (знаменатель)

Культура	Варианты						НСР <sub>05</sub>
	1	2	3	4	5	6	
Участок 1 (с поливом)							
Горохо-овсяная смесь	43,3	54,5	59,3	55,4	60,6	55,4	2,7
	35,8	50,4	60,7	71,5	79,9	73,4	3,5
Оз. рожь	86	187	214	202	220	209	16,6
	113	226	275	288	270	280	16,4
Кукуруза	269	508	568	604	619	574	28,5
	311	702	849	900	974	919	26,8
Картофель	77	107	115	114	121	116	5,8
	223	322	372	406	451	403	20,4
Ячмень	17,7	22,7	23,4	22,9	24,2	23,1	1,3
	28,9	44,6	45,0	46,1	45,9	45,6	2,8
Участок 2 (без полива)							
Горохо-овсяная смесь	39,6	52,6	55,9	55,7	59,0	54,4	3,3
	21,0	41,1	38,8	39,8	39,4	41,2	3,9
Оз. рожь	76	172	216	218	225	211	12,3
	108	232	281	291	273	277	20,6
Кукуруза	246	510	594	603	637	614	30,7
	224	345	336	351	342	333	25,2
Картофель	68	103	109	108	115	105	6,0
	120	224	238	245	241	231	1,4
Ячмень	17,7	24,0	22,6	23,1	23,0	21,7	1,4
	16,1	21,3	22,4	20,9	21,6	20,8	0,9

Вынос основных питательных элементов на 10 ц основной продукции с учетом побочной (кг) в среднем за 1976—1978 гг. Поливной участок

Элемент питания	Вариант					
	1	2	3	4	5	6
Вико-овсяная смесь						
N	18,4	19,1	19,7	20,5	22,0	20,6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	6,4	6,5	6,8	7,1	7,2	7,4
K <sub>2</sub> O	26,6	28,8	31,2	30,8	33,9	31,1
Оз. рожь						
N	2,7	3,1	3,3	3,3	3,8	3,
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,3	1,3	1,4	1,4	1,3	1,5
K <sub>2</sub> O	5,6	5,6	6,0	6,1	6,1	6,1
Кукуруза						
N	1,9	2,2	2,4	2,5	2,5	2,4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
K <sub>2</sub> O	3,7	4,1	4,5	4,6	4,7	4,6
Картофель						
N	3,0	4,0	4,3	4,5	5,1	4,7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,6	1,5	1,6	1,6	1,6	1,5
K <sub>2</sub> O	4,7	6,2	7,2	7,9	8,8	8,3
Ячмень						
N	26,8	36,0	35,1	37,2	38,2	38,4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	12,8	13,9	13,8	15,0	14,8	16,8
K <sub>2</sub> O	30,0	43,5	44,5	49,7	52,1	49,5

мым урожаи озимой ржи, кукурузы, картофеля и ячменя, а вико-овсяной смеси — даже на 37 % выше. В варианте 212N140P222K урожайность вико-овсяной смеси составила 93,5 % от планируемой, озимой ржи — 79,5, кукурузы — 89, картофеля — 71 и ячменя — 66 % (табл. 3). Этот факт объясняется тем, что погодные условия не позволили культурам реализовать все возможности для создания высокого урожая.

В 1980 г. из-за избытка атмосферных осадков полив не проводили. При внесении 115N62P127K (вариант 2) вследствие полегания растений урожайность ячменя была низкой (23 ц/га при плановой 35 ц/га); из-за сильного поражения фитофторой сбор клубней картофеля составил всего 105 ц/га при плановом 200 ц/га. Урожай зеленой массы горохо-овсяной смеси, озимой ржи и кукурузы был выше планируемого уровня. При увеличении нормы минеральных удобрений до 170N102P148K (вариант 4) увеличилась продуктивность только кукурузы, и она была значительно выше планируемой. Внесение навоза на фоне минеральных удобрений (варианты 3 и 5) способствовало повышению урожайности горохо-овсяной смеси, озимой ржи и кукурузы (табл. 4). Таким образом, в 1980 г. наиболее эффективными вариантами удобрения оказались 115N62P127K, или 12 ц стандартных туков на 1 га севооборота, а также совместное их внесение с навозом.

В засушливом 1981 г. на участке без полива при внесении 115N62P127K (вариант 2) урожайность культур (кроме ячменя) была близкой к планируемой. При дополнительном внесении навоза на этом фоне (вариант 3) и дальнейшем увеличении уровня минерального питания (вариант 4) она повышалась только у озимой ржи и картофеля.

Вынос питательных веществ единицей урожая (кг)

Вариант	1980 г., при поливе			1981 г.					
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	при поливе			без полива		
				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	<u>27</u>	<u>17</u>	<u>58</u>	<u>33</u>	<u>16</u>	<u>46</u>	<u>30</u>	<u>16</u>	<u>48</u>
	16	8	27	14	7	25	16	7	33
2	<u>28</u>	<u>15</u>	<u>56</u>	<u>37</u>	<u>16</u>	<u>56</u>	<u>36</u>	<u>15</u>	<u>49</u>
	21	8	34	14	7	29	21	7	36
3	<u>33</u>	<u>16</u>	<u>63</u>	<u>39</u>	<u>16</u>	<u>63</u>	<u>40</u>	<u>17</u>	<u>58</u>
	24	8	34	14	7	31	23	7	40
4	<u>36</u>	<u>17</u>	<u>65</u>	<u>42</u>	<u>18</u>	<u>63</u>	<u>39</u>	<u>17</u>	<u>60</u>
	23	8	34	19	8	36	24	8	41
5	<u>36</u>	<u>17</u>	<u>60</u>	<u>38</u>	<u>17</u>	<u>59</u>	<u>39</u>	<u>17</u>	<u>63</u>
	23	8	34	18	6	29	22	6	38
6	<u>39</u>	<u>19</u>	<u>68</u>	<u>41</u>	<u>18</u>	<u>57</u>	<u>40</u>	<u>17</u>	<u>61</u>
	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

Примечания. 1. Вынос для горохо-овсяной смеси и ячменя рассчитан на 10 ц сена, для остальных культур — на 100 ц основной продукции с соответствующим количеством побочной. 2. В 1980 г. на неполивном участке получены аналогичные результаты.

В 1981 г. поливы на фонах 115N62P127K (вариант 2) и 170N102P198K (вариант 4) обеспечили высокие урожаи культур, превышающие плановые. Причем прибавки на поливных участках по сравнению с неполивными в варианте 2 составили: картофеля — 98 ц/га, ячменя — 23, кукурузы — 357, горохо-овсяной смеси — 9 ц/га (сбор зеленой массы озимой ржи не зависел от орошения); в варианте 4 — картофеля — 161 ц/га, кукурузы — 549, горохо-овсяной смеси — 32 ц/га. На поливном участке проявилось также действие и последствие навоза (варианты 3 и 5).

Данные о выносе питательных элементов на 10 ц основной продукции с учетом побочной при орошении в среднем за 1976—1978 гг. при-

ведены в табл. 5. Они намного выше приводимых в справочной литературе, особенно для ячменя. При внесении возрастающих норм удобрений вынос азота и калия увеличивался по сравнению с контролем примерно в 1,1—1,3 раза, вынос фосфора изменялся незначительно.

Вынос азота и калия единицей продукции за 2 года второй ротации севооборота (1980—1981 гг.) возрос соответственно в 1,1—1,8 и 1,2—1,9 раза, фосфора — изменялся слабо (табл. 6). Близким к данным справочной литературы оказался вынос у горохо-овсяной смеси. В 1981 г. горохо-овсяная смесь на поливном участке выносила несколько больше калия, а кукуруза и картофель на участке без орошения — азота и калия. Вынос фосфора практически не зависел от орошения.

### Выводы

1. На дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с повышенным содержанием подвижных форм фосфора и средним содержанием подвижного калия в кормовом севообороте за 1976—1980 гг. наиболее высокие урожаи культур получены при внесении 115N62P127K — 130N80P145K (12—14 ц стандартных туков на 1 га) и при их совместном применении с 17 т навоза. Исключением явился 1981 год, когда при орошении максимальная продуктивность культур была при внесении 170N102P198K (19 ц стандартных туков) совместно с навозом.

2. В указанные годы в основном удавалось достигнуть лишь первого уровня планируемой урожайности при внесении расчетных норм минеральных удобрений (115N62P127K — 130N80P145K).

3. Эффективность внесения высоких доз суперфосфата как в запас (один раз в 4 года), так и ежегодно была практически одинаковой.

4. При внесении возрастающих норм удобрений вынос азота на единицу основной продукции увеличивался в 1,1—1,8 раза, калия — в 1,2—1,9 раза, а фосфора изменялся очень слабо.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Асаров Х. К., Демин В. А., Девин В. К. Продуктивность севооборота и качество урожая при разном уровне удобрения. — Изв. ТСХА, 1980, вып. 1, с. 71—79. — 2. Девин В. К., Демин В. А. Продуктивность кормового севооборота при различных уровнях обеспеченности удобрениями. — Докл. ТСХА, 1979, вып. 253, с. 5—8. — 3. Минеев В. Г., Хабаров

ва 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 17 февраля 1983 г*

### SUMMARY

Experiments were carried out in 1976—1980 in "Mikhailovskoye" training farm on soddy-podzolic medium loam soil in forage rotation. The highest crop yields, next to the planned ones, were obtained with the application of 115N62P127K and 130N80P145K (12—14 metric centners of standard solid fertilizers) or with applying them alongside with farm manure at the rate of 17 tons per ha. 1981 was an exclusive year when under irrigation the actual yielding capacity was the highest and surpassed the planned one with the application of 170N102P198K (19 metric centners of standard solid fertilizers) alongside with farm manure. With the application of heavy rates of fertilizers the removal of nitrogen per unit of the main produce increased 1.1—1.8 times; of potassium, 1.2—1.9 times; the removal of phosphorus was practically the same.