

УДК 631.559:633.13.16:631.452:631.816.1:631.582

## **УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ И ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ И ИЗВЕСТКОВАНИЯ В БЕССМЕННЫХ ПОСЕВАХ И СЕВООБОРОТЕ**

**А. Ф. САФОНОВ, А. А. АЛФЕРОВ, М. А. ЗОЛОТАРЕВ**

(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

**В** длительном полевом опыте ТСХА показано, что раздельное применение **N, P, K** под овес и ячмень малоэффективно. Только полное минеральное удобрение в бессменных посевах, а также севооборот на известкованном фоне обеспечивают увеличение в 2–3 раза урожайности яровых зерновых культур. Бессменное возделывание ячменя и овса позволяет поддерживать содержание органического вещества почвы без применения удобрений на уровне 1,0%. При использовании полного минерального удобрения совместно с навозом обеспечивается расширенное воспроизводство гумуса в бессменных посевах овса и ячменя. В севообороте наблюдаются более интенсивная трансформация органического вещества и больше вынос элементов питания, чем при бессменном возделывании яровых зерновых культур. Применение фосфорно-калийных удобрений способствует накоплению подвижных форм фосфора и обменного калия в почве.

По данным инвентаризации, проведенной в 1997–1999 гг., в России в различных регионах проводится более 300 длительных опытов с удобрениями и другими средст-

вами химизации [4]. Длительные опыты позволяют получить исчерпывающую информацию об уровне продуктивности сельскохозяйственных культур, о состоянии поч-

венного плодородия, влиянии различных средств интенсификации сельскохозяйственного производства на основные компоненты агроэкосистем в различные исторические отрезки времени. Особое внимание в этих опытах уделяется урожайности полевых культур, поскольку в этом показателе аккумулируется влияние всех факторов жизни растений. По тому, как формируется в опыте урожай, судят о глубине научного поиска и теории эксперимента [1].

В задачу наших исследований входило — оценка влияния удобрений, известкования почвы и севооборота на динамику урожайности овса и ячменя.

### Методика

Исследования проводили в длительном полевом опыте ТСХА. Схема опыта, характеристика почвы изложены в [3]. Технология возделывания ячменя и овса в опыте соответствует общепринятой для Центрального района Нечерноземной зоны РФ. Урожай учитывали поделяночно. Гидротермический коэффициент рассчитывали за май-август по данным наблюдений Метеорологической обсерватории имени В. А. Михельсона. Для проведения агрохимических исследований отбирали почвенные образцы со всех вариантов опыта. В се-

вообороте отбор образцов проводили с нечетных полей. Лабораторные анализы осуществляли по следующим методикам: общий углерод — по И. В. Тюрину (в модификации ЦИНАО) с фотоколориметрическим окончанием (ГОСТ 26213-84), подвижные формы фосфора и калия — по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26207-84). Реакцию почвы определяли потенциометрическим методом в модификации ЦИНАО (ОСТ 4649-76). Результаты исследований обрабатывали методом дисперсионного анализа.

### Результаты

Динамика урожайности овса и ячменя в бессменных посевах 84-летнего эксперимента представлена в табл. 1. Без применения удобрений и известки в 1-ю ротацию в бессменных посевах (ротация введена для удобства сравнения с 6-польным севооборотом) средняя урожайность овса составила 7,2 ц/га при максимальном уровне 14,6 ц/га в 1916 г. и минимальном — 1,5 ц/га в 1917 г. Столь существенные различия в урожае овса объясняются неустойчивыми погодными условиями в период вегетации культуры, особенно в мае и июне, когда неравномерно выпадали осадки при значительных колебаниях температуры воздуха. Так, суммы

активных температур с 1912 по 1917 г. составили соответственно 1811, 1815, 1955, 1778, 1742 и 1952°C, а суммы осадков — 233, 339, 233, 199, 321 и 177 мм. В последующие 6 лет (с 1918 по 1924 г.) урожайность овса почти не изменилась и колебалась по годам от 3,3 ц/га в 1920 г. до 10,6 ц/га в 1921 и 1922 гг. С 1924 по 1929 г. показатель в среднем был 10 ц/га при колебании от 7,0 ц/га в 1925 г. до 15,2 ц/га в 1926 г. В этот период складывались благоприятные агрометеорологические условия, за исключением 1925 и 1929 гг.

В 4-ю ротацию (1930–1939 гг.) урожайность овса составила всего лишь 5,5 ц/га из-за неблагоприятных погодных условий: в отдельные годы выпало за вегетацию осадков больше среднегодовой нормы — 398 мм за 4 мес, а в 1939 г. — только 175 мм и ГТК был 0,69.

В целом же урожайность овса в первый период проведения эксперимента (1912–1939 гг.) оставалась на довольно низком уровне — 7,9 ц/га.

Во второй период опыта (1940–1954 гг.) без применения удобрений урожайность овса по ротациям не превышала 7,7 ц/га. При этом отмечались значительные колебания по годам — максимальная урожайность (10,9 ц/га) была в 1940 г., а минималь-

ная (0,2 ц/га) — в 1946 г. В целом же за второй период опыта урожайность овса мало отличалась от уровня первого периода.

В третий период опыта (1955–1972 гг.) наблюдались контрастные ротации по урожайности овса: в 7-ю (1955–1960 гг.) — 11,0 ц/га, а в 8-ю (1961–1966 гг.) — всего 4,3 ц/га. Такие значительные колебания урожая объясняются существенным влиянием на рост и развитие растений овса погодных условий. К влиянию погодных условий добавляется повреждение посевов овса птицами, которое особенно возросло в 1967–1972 гг.

Начиная с 10-й ротации (1973–1979 гг.), овес был заменен яровым ячменем, урожайность которого составила 10,1 ц/га. В дальнейшем (11–13-я ротации, 1980–1996 гг.) наблюдалось существенное ее снижение (5,7–6,6 ц/га), что объясняется влиянием бессменного способа возделывания, а также корневой гнили и других болезней, развитие которых прогрессирует при отсутствии севооборота [2].

Внесение раздельно азота, фосфора и калия на известкованных делянках не оказывало заметного влияния на урожайность как овса, так и ячменя за все время опыта.

Положительное действие двойного сочетания элемен-

### Урожайность яровых зерновых (овса, ячменя) в бессменных

Рота- ция	Система удобрений (навоз — в т/га, NPK — в кг/га)	Вариант			
		О	N	P	K
<i>Бессменно.</i>					
1	Навоз — 18	7,2	8,6	8,6	9,4
2	7,5 N	8,7	10,6	10,5	8,9
3	15 — P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10,0	10,2	10,6	9,8
4	22,5 — K <sub>2</sub> O	5,5	8,3	6,0	7,6
<b>В среднем за 1913-1939 гг.</b>		<b>7,9</b>	<b>9,5</b>	<b>9,1</b>	<b>9,0</b>
	<b>НСР<sub>05</sub></b>	<b>1,8</b>			
5	Навоз — 20	4,9	6,2	6,5	5,3
	75 — N				
6	60 — P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7,7	11,3	8,8	6,8
	90 — K <sub>2</sub> O				
<b>В среднем за 1940-1954 гг.</b>		<b>6,3</b>	<b>8,7</b>	<b>7,7</b>	<b>6,1</b>
	<b>НСР<sub>05</sub></b>	<b>3,1</b>			
7	Навоз — 10	11,0	13,6	9,5	10,1
	50 — N				
8	75 — P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4,3	4,6	3,6	4,2
9	60 — K <sub>2</sub> O	6,7	5,7	6,1	6,0
<b>В среднем за 1955-1972 гг.</b>		<b>7,3</b>	<b>8,0</b>	<b>6,4</b>	<b>6,8</b>
	<b>НСР<sub>05</sub></b>	<b>2,9</b>			
10	Навоз — 20	10,1	13,8	11,4	10,6
11	100 — N	6,6	9,8	9,0	8,4
12	150 — P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5,7	8,4	9,7	6,5
13	120 — K <sub>2</sub> O	5,9	9,6	7,6	8,7
<b>В среднем за 1973-1996 гг.</b>		<b>7,0</b>	<b>10,4</b>	<b>9,4</b>	<b>8,5</b>
	<b>НСР<sub>05</sub></b>	<b>2,8</b>			
<i>Бессменно.</i>					
6	Навоз — 20				
	75 — N				
	60 — P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				
	90 — K <sub>2</sub> O				
<b>В среднем за 1949-1954 гг.</b>		<b>10,1</b>	<b>12,7</b>	<b>9,4</b>	<b>8,0</b>
	<b>НСР<sub>05</sub></b>	<b>6,0</b>			
7	Навоз — 10, 50 — N	11,6	14,1	11,6	10,8
8	75 — P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5,2	5,8	4,9	5,1
9	60 — K <sub>2</sub> O	7,1	6,7	7,1	6,7
<b>В среднем за 1955-1972 гг.</b>		<b>8,0</b>	<b>8,9</b>	<b>7,9</b>	<b>7,5</b>
	<b>НСР<sub>05</sub></b>	<b>2,9</b>			
10	Навоз — 20	16,1	12,4	14,4	18,0
11	100 — N	10,2	14,0	11,5	11,3
12	150 — P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11,0	13,7	14,0	11,2
13	120 — K <sub>2</sub> O	9,7	11,2	12,0	12,7
<b>В среднем за 1973-1996 гг.</b>		<b>11,8</b>	<b>12,8</b>	<b>13,0</b>	<b>13,3</b>
	<b>НСР<sub>05</sub></b>	<b>2,8</b>			

Т а б л и ц а 1

## посевах длительного полевого опыта ТСХА (ц/га)

удобрений

НР	НК	ПК	НПК	Навоз	НПК+навоз
----	----	----	-----	-------	-----------

*Без извести*

8,0	6,8	8,1	9,2	8,0	8,0
10,7	9,2	9,9	10,8	11,4	9,8
12,8	11,4	11,1	12,5	15,2	13,7
9,2	8,3	6,2	7,5	9,6	10,4
<b>10,2</b>	<b>9,0</b>	<b>9,0</b>	<b>10,1</b>	<b>11,1</b>	<b>10,5</b>

6,7	5,7	8,0	9,8	9,5	10,9
-----	-----	-----	-----	-----	------

9,7	5,7	9,4	12,0	13,6	11,9
-----	-----	-----	------	------	------

<b>8,2</b>	<b>5,7</b>	<b>8,7</b>	<b>10,9</b>	<b>11,6</b>	<b>11,4</b>
------------	------------	------------	-------------	-------------	-------------

14,0	10,8	14,9	19,0	17,2	19,4
------	------	------	------	------	------

7,0	6,1	5,5	10,6	8,6	10,2
-----	-----	-----	------	-----	------

7,4	7,2	10,2	10,6	8,7	11,6
-----	-----	------	------	-----	------

<b>9,5</b>	<b>8,0</b>	<b>10,2</b>	<b>13,4</b>	<b>11,5</b>	<b>13,7</b>
------------	------------	-------------	-------------	-------------	-------------

6,7	7,7	20,2	28,3	20,6	32,3
-----	-----	------	------	------	------

1,8	6,5	14,6	25,4	14,4	26,5
-----	-----	------	------	------	------

6,4	6,9	15,5	26,4	16,6	29,8
-----	-----	------	------	------	------

9,1	11,7	12,4	24,7	14,1	24,5
-----	------	------	------	------	------

<b>6,0</b>	<b>8,2</b>	<b>15,7</b>	<b>26,2</b>	<b>16,4</b>	<b>28,3</b>
------------	------------	-------------	-------------	-------------	-------------

*По извести*

<b>12,7</b>	<b>9,9</b>	<b>9,9</b>	<b>13,4</b>	<b>14,2</b>	<b>11,8</b>
-------------	------------	------------	-------------	-------------	-------------

16,2	16,3	14,4	18,2	18,0	20,4
------	------	------	------	------	------

7,4	8,4	6,5	11,4	8,5	11,0
-----	-----	-----	------	-----	------

7,3	8,7	11,7	11,8	9,8	12,7
-----	-----	------	------	-----	------

<b>10,3</b>	<b>11,1</b>	<b>10,9</b>	<b>13,8</b>	<b>12,1</b>	<b>14,7</b>
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

18,4	30,1	25,0	28,7	22,4	31,3
------	------	------	------	------	------

16,4	20,8	17,9	28,1	16,3	29,0
------	------	------	------	------	------

18,4	24,0	19,1	27,7	20,2	30,9
------	------	------	------	------	------

17,8	19,7	13,8	24,7	17,3	26,5
------	------	------	------	------	------

<b>17,7</b>	<b>23,6</b>	<b>18,9</b>	<b>27,2</b>	<b>19,0</b>	<b>29,4</b>
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

тов минерального питания отмечалось в варианте РК только при замене овса ячменем (с 1973 г.). Это, по-видимому, объясняется снижением кислотности почвы. Таким образом, раздельное и двойное сочетание элементов минерального питания мало влияет на продуктивность яровых зерновых культур.

Во все периоды опыта в вариантах НРК, навоз и НРК+навоз урожайность яровых зерновых культур была выше, чем в других вариантах удобрений. В первые три периода (1912–1972 гг.) эффект во всех перечисленных выше вариантах был одинаковым. В четвертый период (1973–1996 гг.) с увеличением доз удобрений отмечалось существенное повышение урожая ячменя в вариантах РК, НРК и НРК+навоз. При этом следует отметить, что в течение 1973–1996 гг. урожайность ячменя в случае бессменного возделывания только при внесении 100N150P120K составила 26,2 ц/га. Незначительные колебания урожайности по ротациям объясняются возделыванием более устойчивых сортов культуры к неблагоприятным условиям, а также применением сбалансированного минерального питания. Совместное применение минеральных и органических удобрений обеспечивало получение уро-

жайности ячменя в среднем 28,3 ц/га с колебаниями по ротациям от 24,5 до 32,3 ц/га.

Известкование дерново-подзолистой почвы в варианте без удобрений способствовало значительному росту урожайности ячменя. Это объясняется повышенным требованием ячменя к реакции почвенной среды по сравнению с овсом. Положительное влияние известкования также обнаружилось при внесении удобрений отдельно и двойном сочетании элементов минерального питания, но только при возделывании ячменя бессменно.

Таким образом, ячмень менее адаптирован к условиям дерново-подзолистых почв, чем овес, и его возделывание возможно только при внесении извести на фоне полного минерального и органического удобрения.

Урожайность яровых зерновых культур в севообороте в большинстве вариантов существенно отличается от таковой при бессменном возделывании. Особенно достоверно преимущество севооборота по сравнению с бессменным возделыванием в варианте без удобрений в 1912–1972 гг. Прибавка от севооборота в первый период опыта в варианте без удобрений составила 4,8 ц/га, во второй — 10,1 ц/га, в третий — 5,1 ц/га при НСР<sub>05</sub> соответственно 1,8; 3,1 и 2,9 ц/га.

Т а б л и ц а 2

**Урожайность яровых зерновых (овса, ячменя)  
в севообороте длительного полевого опыта ТСХА (ц/га)**

Ротация	Система удобрений (навоз — в т/га, NPK — в кг/га)	Вариант удобрений								
		O	N	P	K	NP	NK	PK	NPK	NPK + навоз
<i>Севооборот. Без извести</i>										
1	Навоз — 18	9,8	9,5	11,1	11,5	12,1	10,5	12,2	10,5	9,6
2	7,5 — N	15,0	15,9	18,8	20,9	19,9	19,3	18,1	18,7	17,6
3	15 — P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	14,4	14,0	15,6	13,9	18,1	17,6	19,1	17,9	18,2
4	22,5 — K <sub>2</sub> O	11,3	15,1	13,8	16,0	15,4	16,7	14,7	14,7	17,4
<b>В среднем за 1913–1939 гг.</b>		<b>12,7</b>	<b>13,6</b>	<b>14,9</b>	<b>15,5</b>	<b>16,4</b>	<b>16,0</b>	<b>16,1</b>	<b>15,4</b>	<b>15,6</b>
HCP <sub>05</sub>		1,8								
5	Навоз — 20	14,0	15,2	17,9	16,6	14,3	12,6	17,2	19,2	18,9
	75 — N									
6	60 — P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	14,8	16,8	17,5	16,6	19,6	13,3	21,0	22,6	22,4
	90 — K <sub>2</sub> O									
<b>В среднем за 1940–1954 гг.</b>		<b>14,4</b>	<b>16,0</b>	<b>17,7</b>	<b>16,6</b>	<b>16,9</b>	<b>13,0</b>	<b>19,1</b>	<b>20,9</b>	<b>20,7</b>
HCP <sub>05</sub>		3,1								
7	Навоз — 10	17,9	18,6	19,3	16,2	19,5	17,4	21,8	23,4	24,0
	50 — N									
8	75 — P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	8,5	8,3	7,7	7,5	9,5	9,9	11,3	14,2	14,3
9	60 — K <sub>2</sub> O	10,8	10,9	12,0	10,5	11,2	11,4	15,2	16,1	16,3
<b>В среднем за 1955–1972 гг.</b>		<b>12,4</b>	<b>12,6</b>	<b>13,0</b>	<b>11,4</b>	<b>13,4</b>	<b>12,9</b>	<b>16,1</b>	<b>17,9</b>	<b>18,2</b>
HCP <sub>05</sub>		2,9								
10	Навоз — 20	3,9	7,0	8,3	2,2	3,7	4,5	19,1	19,1	24,7
11	100 — N	1,9	3,1	4,1	3,7	1,7	1,4	18,2	15,2	25,0
12	150 — P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,7	4,8	7,9	6,3	4,2	6,5	20,2	16,4	34,5
13	120 — K <sub>2</sub> O	3,7	5,3	3,7	3,8	3,5	5,8	7,7	13,1	30,1
<b>В среднем за 1973–1996 гг.</b>		<b>3,3</b>	<b>5,0</b>	<b>6,0</b>	<b>4,0</b>	<b>3,3</b>	<b>4,6</b>	<b>16,3</b>	<b>15,9</b>	<b>28,6</b>
HCP <sub>05</sub>		5,9								
<i>Севооборот. По извести</i>										
6	Навоз — 20 + 75 — N, 60 — P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 90 — K <sub>2</sub> O									
<b>В среднем за 1949–1954 гг.</b>		<b>18,2</b>	<b>23,5</b>	<b>19,2</b>	<b>18,1</b>	<b>21,9</b>	<b>21,4</b>	<b>22,4</b>	<b>24,9</b>	<b>27,2</b>
HCP <sub>05</sub>		6,0								

Ротация	Система удобрений (навоз — в т/га, NPK — в кг/га)	Вариант удобрений								
		O	N	P	K	NP	NK	PK	NPK	NPK + навоз
7	Навоз — 10, 50 — N	22,6	21,0	21,9	21,9	22,4	25,9	24,2	26,3	26,4
8	75 — P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11,0	13,6	10,5	11,3	11,9	14,2	15,3	12,5	14,1
9	60 — K <sub>2</sub> O	13,2	12,2	13,8	14,2	12,8	16,3	16,6	17,3	17,7
<b>В среднем за 1955–1972 гг.</b>		<b>15,6</b>	<b>15,6</b>	<b>15,4</b>	<b>15,8</b>	<b>15,7</b>	<b>18,8</b>	<b>18,7</b>	<b>18,7</b>	<b>19,4</b>
<b>НСР<sub>05</sub></b>		<b>2,9</b>								
10	Навоз — 20	9,8	15,6	12,5	14,1	10,1	12,8	23,7	24,4	27,5
11	100 — N	9,5	10,4	14,2	15,5	9,3	12,2	22,9	19,3	25,6
12	150 — P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	12,5	15,3	15,2	13,4	19,0	32,1	19,9	32,1	37,0
13	120 — K <sub>2</sub> O	8,6	18,6	19,2	17,6	28,5	28,6	28,3	34,1	38,4
<b>В среднем за 1973–1996 гг.</b>		<b>10,1</b>	<b>15,0</b>	<b>15,3</b>	<b>15,2</b>	<b>16,7</b>	<b>21,4</b>	<b>23,7</b>	<b>27,5</b>	<b>32,1</b>
<b>НСР<sub>05</sub></b>		<b>5,9</b>								

Применение извести в вариантах без удобрений в севообороте оказывало положительное влияние в течение всего периода ее применения (с 1949 г. по настоящее время). Прибавка от известкования в третий период (1955–1972 гг.) в варианте без удобрений составила 3,2 ц/га, в четвертый — 6,8 ц/га при НСР<sub>05</sub> соответственно 2,9 и 5,9 ц/га.

При использовании невысоких доз удобрений эффективность всех элементов минерального питания в севообороте была невысокой. Применение полного минерального удобрения отдельно или в сочетании с навозом способствовало существенно-

му повышению урожайности как овса, так и ячменя. Применение двойного сочетания элементов питания в течение всего опыта дало наибольший положительный эффект только в варианте РК, а NP и NK — только в 1-й период (1912–1939 гг.).

Известкование в севообороте оказывало положительное влияние на урожайность как овса, так и ячменя, наиболее существенно — в варианте НК. Ячмень реагировал на применение извести более заметно, чем овес, особенно при внесении кислых удобрений (N, K, NP и NK).

В целом по опыту изменчивость урожая овса и ячменя по годам была значитель-



ной (коэффициент вариации более 70%). Так, в бессменных посевах в варианте без удобрений урожайность овса и ячменя находилась в интервале 5–10 ц/га в 26% лет, менее 5 ц/га — в 46% лет, выше 10 ц/га — 28% лет, в севообороте — соответственно в 25, 24 и 51% лет. В варианте НРК при бессменном возделывании урожай яровых зерновых составил 10–20 ц/га в 39% лет, менее 10 ц/га — в 34% лет, более 20 ц/га — 27% лет, а в севообороте — соответственно в 36, 28 и 36% лет.

Данные о влиянии овса и ячменя на плодородие дерново-подзолистой почвы приведены в табл. 3. Так, содержание органического вещества почвы при бессменном возделывании яровых зерновых в вариантах без удобрений, N, P, K составляет около 0,9–1,0%С при  $C_{исх} = 1,2\%$ ; в вариантах НР и НК — 1,0 и 1,1%С. При полном минеральном удобрении и в сочетании с навозом и известью показатель по сравнению с исходным уровнем увеличился на 0,1% благодаря большему поступлению растительных остатков, так как урожайность здесь была выше.

В настоящее время влияние извести на содержание органического вещества не обнаруживается.

Содержание органического вещества в почве севооборо-

та по сравнению с бессменным возделыванием культур ниже на 0,1–0,2%С, за исключением вариантов раздельного и двойного сочетания элементов питания, в состав которых входит калий. В плодосменном севообороте показатель еще меньше по причине наличия в его структуре чистого пара и картофеля, способствующих более интенсивному разложению гумуса, чем зерновыми культурами и многолетними травами.

Изменение содержания подвижных форм фосфора и обменного калия в почве определяется применяемыми удобрениями. Больше всего накапливается фосфора и калия в почве при совместном внесении элементов питания (РК, НРК, НРК+навоз). К настоящему времени их количество в этих вариантах бессменного посева достигло выше оптимального уровня для дерново-подзолистых почв.

В севообороте подвижного фосфора и обменного калия в почве содержится значительно меньше, чем при бессменном возделывании, поскольку в севообороте больше вынос питательных веществ с урожаем. Накопление фосфора в почве севооборота идет более интенсивно, чем калия. Поэтому различия между бессменными вариантами и севооборотом по содержанию фосфора меньше, чем калия.

**Плодородие почвы под яровыми зерновыми (овсом, ячменем)  
при длительном применении удобрений и извести  
в бессменных посевах и севообороте**

Вариант удобрения	Содержа- ние орга- нического в-ва, %С		Содержание подвижного фосфора, мг/кг		Содержа- ние обмен- ного калия, мг/кг		рН <sub>ксл</sub>	
	бес- сменно	сево- оборот	бес- сменно	сево- оборот	бес- сменно	сево- оборот	бес- сменно	сево- оборот
1. Без удобре- ний	0,98	0,84	57,8	61,2	59,8	40,5	3,89	3,75
2. Известь	1,04	0,86	65,1	53,5	53,3	43,8	6,37	5,64
3. N	0,91	1,00	78,0	64,5	51,0	49,7	3,90	3,71
4. N + известь	0,99	0,97	73,8	41,2	49,8	45,8	6,28	4,92
5. P	0,96	0,94	222,5	133,0	89,2	54,5	4,37	3,84
6. P + известь	1,00	0,78	263,0	157,5	81,2	44,0	6,52	5,63
7. K	0,89	0,82	42,5	37,6	196,0	99,5	4,18	3,82
8. K + известь	0,92	0,87	55,0	35,1	200,5	86,7	6,45	5,69
9. NP	0,91	0,91	229,0	133,0	86,3	47,0	3,53	3,63
10. NP + известь	1,07	1,00	247,8	169,0	72,3	41,5	6,15	5,15
11. NK	1,12	0,97	90,0	68,4	221,0	98,7	3,88	3,71
12. NK+известь	1,08	0,93	92,0	57,7	223,5	97,5	6,19	5,23
13. PK	1,03	0,84	274,3	250,5	291,5	130,7	4,61	4,25
14. PK+известь	0,98	0,92	311,3	219,2	285,3	110,3	6,47	5,77
15. NPK	1,14	1,04	267,3	187,0	192,3	86,8	4,19	4,05
16. NPK+известь	1,22	1,01	290,5	222,9	214,8	109,3	6,29	5,39
17. NPK+навоз	1,24	1,09	331,3	277,1	295,3	154,5	5,56	5,03
18. NPK+навоз+ +известь	1,27	1,13	363,0	293,7	283,8	132,3	6,48	6,17

Реакция почвенной среды на севооборотных делянках более кислая, чем в бессменном посеве. Это объясняется различием в содержании органического вещества почвы, которого в бессменных вариантах больше.

Проведение известкования способствует снижению кис-

лотности почвы, однако в севообороте она остается выше, чем в бессменных посевах ячменя. Причиной различий почвенной реакции в этих вариантах является вынос кальция. Ячмень бессменных посевов выносит значительно меньше кальция, чем культуры севооборота.

## Выводы

1. Длительное возделывание овса и ячменя в бессменных посевах без удобрений позволяет получать урожайность около 7 ц/га.

2. Раздельное и попарное применение N, P и K малоэффективно; только полное минеральное удобрение позволяет стабильно получать урожаи яровых зерновых культур на уровне 25–30 ц/га как в бессменных посевах, так и в севообороте.

3. В севообороте урожайность овса увеличивается в 1,5–2 раза в вариантах без извести. Ячмень на неизвесткованном фоне не реагирует на севооборот.

4. Положительная роль извести сказывается только на продуктивности ячменя как при бессменном способе возделывания, так и в севообороте.

5. Яровые зерновые культуры (овес и ячмень) обеспечивают поддержание содержания органического вещества почвы без применения удобрений на уровне 1,0С%. Раздельное и попарное применение азота, фосфора и калия неэффективно при воспроизводстве органического вещества почвы. Полное минеральное удобрение с навозом обеспечивают простое воспроизводство гумуса в бессменных посевах.

6. Применение фосфорно-калийных удобрений способствует накоплению подвижных форм этих элементов в почве, причем в большей степени при бессменном возделывании культур.

7. Известкование мало влияет на воспроизводство почвенного плодородия при возделывании ячменя и овса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров В. Е. Опыт длится 60 лет. М.: Знание, 1972. —
2. Закуян Тарабиши. Роль длительного применения бессменных культур, севооборота и удобрений в изменении биологических свойств дерново-подзолистой почвы и урожайности полевых культур. — Автореф. канд. дис. М., 1989. —
3. Сафонов А. Ф., Золотарев М. А., Алферов А. А. Урожайность озимой ржи и плодородие дерново-подзолистой почвы при длительном внесении удобрений и известкования в бессменных посевах и севообороте. — Изв. ТСХА, 2000, вып. 4, с. 21–34. —
4. Шевцова Л. К., Володарская И. В., Горбунов Е. В. Моделирование трансформации и баланса гумуса дерново-подзолистых почв на основе информационной базы длительных опытов. — Агрохимия, 2000, № 9, с. 5–10.

Статья поступила  
26 февраля 2001 г.