

## УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ НА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ ПРИ РАЗНЫХ ДОЗАХ И СПОСОБАХ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

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

(Кафедра агрономической и биологической химии)

Экспериментальные данные показывают, что эффективность внесенных удобрений в большой мере зависит от способа их внесения. Так, при заделке удобрений культиватором  $\frac{3}{4}$  внесенного их количества остается в слое 0—6 см [1], который часто пересыхает, что затрудняет использование питательных веществ растениями. Во время заделки плугом с предплужником более половины удобрений попадает в нижнюю, непересыхающую часть пахотного слоя [2] и поэтому хорошо доступно растениям в период их интенсивного роста.

В литературе имеется много данных, иногда противоречивых, о влиянии доз, способов и сроков внесения минеральных удобрений на урожай зерна ярового ячменя. Так, в одних работах [3, 9] отмечается преимущество заделки фосфорно-калийных удобрений осенью под плуг перед их внесением весной под культиватор. Другие исследователи [6, 7] не обнаружили существенного преимущества того или иного способа и срока внесения удобрений.

Многочисленные полевые опыты свидетельствуют о высокой отзывчивости ячменя на рядковое удобрение по неудобренному фону. Средняя прибавка урожая зерна колеблется от 2 до 3 ц/га. При увеличении доз полного основного удобрения действие рядкового удобрения резко снижается [3, 4, 5, 8].

Нами изучалась эффективность двух способов внесения разных доз основного минерального удобрения (под вспашку и культивацию) и влияние рядкового удобрения по фону основного на урожайность ячменя. Определялась также возможность получения планируемых урожаев и влияние разных доз удобрений на качество зерна.

### Условия и методика опытов

Исследования проводили в 1977—1978 гг. в учхозе «Дружба» Переславского района Ярославской области.

Почва опытного участка серая лесная на лесовидном бескарбонатном суглинке. Агрохимические показатели почвы перед закладкой опыта следующие:  $pH_{KCl}$ —6,45;  $N_r$ —1,34; сумма поглощенных оснований—7,10—7,23 мг·экв на 100 г;  $P_2O_5$  и  $K_2O$  по Кирсанову—соответственно 7,1—7,4 и 13,5—17,5 мг на 100 г.

Опыты были заложены в одном массиве на двух участках, по 1,75 га каждый. На первом участке опыт проводили в условиях одногодичного внесения разных доз основного удобрения, на втором—при повторном внесении НРК, т. е. изучалось влияние повторного внесения основного удобрения на эффективность рядкового. Дозы удобрений рассчитывали на получение четырех уровней урожаев с учетом коэффициентов использования питательных веществ растениями из почвы и удобрений. За основу брали четыре фона минеральных удобрений: 40N40P40K; 60N60P60K; 90N90P90K и 120N120P120K. На втором участке эти до-

зы вносили повторно по той же схеме, что и в 1977 г. Схема опытов представлена в табл. 1.

В качестве рядкового удобрения использовали двойной суперфосфат в дозе 10P и нитроаммофоску, в которой содержалось по 17 % N, P и K, в дозе 10N10P10K. В одном случае фосфорные и калийные удобрения—простой суперфосфат (19 %  $P_2O_5$ ) и хлористый калий (56 %  $K_2O$ )—вносили с осени под вспашку, азотные—аммиачную селитру (34 % N)—под культивацию весной.

Площадь опытной делянки 180 м<sup>2</sup> (26×72), повторность 4-кратная.

Ячмень сорта Немчиновский высевали сеялкой СЗУ-3,6, норма посева 260 кг/га. Уборку проводили сплошным способом комбайном «Нива». Перед уборкой урожая отбирали растительные пробы, после уборки—почвенные образцы, в которых определяли  $pH_{e_{0,01}}$  потенциометрически, подвижный фосфор и калий из одной вытяжки (0,2н.НСI) по Кирсанову с последующим определением фосфора на ФЭК и калия на пламенном фотометре.

Мокрое озоление растительного материала проводили методом ускоренного сжигания по Гинзбург с последующим определе-

нием азота по Кьельдалю на микроустановке; фосфора — по Малюгиной и Хреновой на ФЭК; калия — на пламенном фотометре.

### Результаты исследований

Планируемые урожаи ячменя были получены на первых трех фонах основного минерального удобрения как на первом, так и на втором участках (табл. 1). В вариантах с 120N120P120K планируемый урожай зерна (35—37 ц/га) получить не удалось из-за сильного полегания растений во влажный год (табл. 1). Следует отметить, что урожайность ячменя в одних и тех же вариантах опыта при одно- и двухгодичном внесении NPK существенно не различалась. Таким образом, в данных условиях опыта уровень урожайности определялся прежде всего азотными удобрениями, так как последствие фосфорно-калийных удобрений, внесенных в предыдущий год, не отразилось на урожайности. Действие же азотных удобрений, как известно, практически ограничено одним годом.

Максимальный урожай зерна получен при внесении 90P90K осенью под плуг и 90N весной под культиватор.

Как правило, в условиях недостаточного увлажнения при мелкой заделке эффективность удобрений, особенно фосфорных и калийных,

Т а б л и ц а 1

#### Урожайность ячменя (ц/га)

Вариант опыта	Первый участок		Второй участок	
	зерно	солома	зерно	солома
Фон 1 на урожай 23—25 ц/га				
1 — контроль	18,7	22,4	18,1	22,0
2 — 10P в рядки	21,4	34,8	20,7	24,5
3 — 10N10P10K в рядки	21,3	26,8	20,1	23,9
4 — 40P40K под зябь — 40N весной под культивацию (фон 1)	21,5	28,0	23,0	31,2
5 — фон 1 + 10P в рядки	24,8	32,2	23,8	33,3
6 — фон 1 + 10N10P10K в рядки	24,0	31,2	22,7	31,5
7 — 40N40P40K весной под культивацию	21,3	27,7	23,3	32,6
8 — то же + 10N10P10K в рядки	24,1	31,1	23,6	27,3
Фон 2 на урожай 26—27 ц/га				
12 — 60P60K под зябь — 60N весной под культивацию (фон 2)	24,3	31,6	25,7	38,3
13 — фон 2 + 10P в рядки	26,8	34,3	27,1	41,3
14 — фон 2 + 10N10P10K в рядки	26,2	33,3	26,7	40,8
15 — 60N60P60K весной под культивацию	25,0	32,5	25,8	38,7
16 — то же + 10N10P10K в рядки	27,2	35,6	27,7	42,0
Фон 3 на урожай 28—35 ц/га				
17 — 90P90K под зябь — 90N весной под культивацию (фон 3)	29,6	44,4	27,8	49,1
18 — фон 3 + 10P в рядки	29,0	43,5	28,5	51,3
19 — фон 3 + 10N10P10K в рядки	29,6	44,0	29,0	52,2
Фон 4 на урожай 35—37 ц/га				
20 — 120P120K под зябь — 120N весной под культивацию (фон 4)	29,4	43,5	28,4	56,8
21 — фон 4 + 10P в рядки	29,5	43,7	28,5	57,0
22 — фон 4 + 10N10P10K в рядки	29,5	44,3	29,9	60,6

Примечание. 9, 10 и 11-й варианты совпадали соответственно с 1, 2 и 3-м вариантами. НСР<sub>05</sub> для первого участка 2,1, для второго — 2,0.

Таблица 2

Содержание азота, фосфора и калия (% на сухое вещество) в зерне (числитель) и соломе (знаменатель) ячменя

Вариант опыта	Первый участок			Второй 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
1 — контроль (без удобрений)	2,09	1,13	0,38	2,03	1,14	0,36
	0,41	0,20	1,35	0,44	0,23	1,80
2 — 10P в рядки	2,16	1,14	0,35	2,07	1,15	0,40
	0,41	0,22	1,35	0,46	0,33	1,60
3 — 10N10P10K в рядки	2,08	1,15	0,39	2,09	1,12	0,45
	0,49	0,25	1,40	0,45	0,27	1,85
4 — 40P40K под зябь — 40N весной под культивацию	2,12	1,14	0,38	2,13	1,14	0,42
	0,44	0,19	1,60	0,50	0,37	1,85
7 — 40N40P40K весной под культивацию	2,23	1,08	0,42	2,24	1,15	0,47
	0,46	0,21	1,80	0,45	0,27	2,10
12 — 60P60K под зябь — 40N весной под культивацию	2,18	1,11	0,40	2,22	1,14	0,45
	0,51	0,19	1,75	0,46	0,27	1,90
15 — 60N60P60K весной под культивацию	2,30	1,12	0,41	2,21	1,13	0,56
	0,53	0,22	1,55	0,44	0,24	2,20
17 — 90P90K под зябь — 90N весной под культивацию	2,35	1,13	0,45	2,31	1,14	0,45
	0,59	0,20	1,55	0,45	0,23	1,60
20 — 120P120K под зябь — 120N весной под культивацию	2,38	1,12	0,43	2,32	1,15	0,55
	0,58	0,18	1,65	0,50	0,25	1,95

Таблица 3

Вынос азота, фосфора и калия (кг) на 10 ц зерна ячменя (с учетом соломы)

Вариант опыта	Первый участок			Второй 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
1 — контроль (без удобрений)	25,8	13,7	20,0	25,6	14,2	25,2
2 — 10P в рядки	26,9	14,0	19,7	26,2	15,5	23,2
3 — 10N10P10K в рядки	26,7	14,5	20,7	26,3	14,4	25,2
4 — 10P10K под зябь + +40N весной под культивацию (фон 1)	26,9	13,9	24,6	28,3	16,6	30,1
5 — фон 1+10P в рядки	28,4	14,1	29,1	26,3	14,9	29,9
6 — фон 1+10N10P10K в рядки	28,7	14,6	29,1	28,5	14,2	23,9
7 — 40N40P40K весной под культивацию	28,3	13,5	27,6	28,7	15,3	34,1
12 — 60P60K под зябь +40N весной под культивацию (фон 2)	28,4	13,6	26,8	29,1	15,5	33,0
13 — фон 2+10P в рядки	28,9	14,0	28,2	31,9	14,9	31,4
14 — фон 2+10N10P10K в рядки	29,5	13,6	30,3	31,5	15,0	34,3
17 — 90P90K под зябь +90N весной под культивацию	32,4	14,3	31,1	31,2	15,5	33,3
20 — 120P120K под зябь + +120N весной под культивацию	32,5	13,9	29,1	33,2	16,5	44,5

Коэффициенты использования питательных веществ из удобрений (%)

Вариант опыта	Первый участок			Второй 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
2 — 10P в рядки	—	28	—	—	56	—
3 — 10N10P10K в рядки	90	57	70	44	27	40
4 — 40P40K под зябь — 40N под культивацию	38	12,4	50	24	15,5	32,9
7 — 40N40P40K под куль- тивацию	30	8	53,5	—	—	—
12 — 60P60K под зябь — 60N под культивацию (фон 2)	37	13	29,8	27,1	12,3	35,8
13 — фон 2+10P в рядки	—	40*	—	—	15*	—
14 — фон 2+10N10P10K в рядки	152*	62*	188*	115*	13*	92*
15 — 60N60P60K под куль- тивацию	44,8	14,5	22,8	—	—	—
17 — 90P90K под зябь — 90N под культивацию	54,2	17,4	50	25,4	10,1	30,4
20 — 120P120K под зябь — 120N под культивацию	39,3	11,4	31,1	23,9	9,7	41,3

\* Коэффициент использования питательных веществ из рядкового удобрения.

снижается, что объясняется очень слабой миграцией фосфора и калия по профилю связанных почв и пересыханием верхнего слоя, а также тем, что корневая система растений в поисках влаги уходит в лежащие ниже слои. Однако в условиях достаточного увлажнения различия в эффективности удобрений при глубокой (под плуг) и мелкой (под культиватор) заделке могут сглаживаться. В наших опытах во влажном 1978 г. внесение удобрений под плуг и под культиватор было одинаково эффективным (табл. 1).

Действие рядкового удобрения в обоих опытах проявлялось только на двух первых фонах основного удобрения, внесенного как под плуг, так и под культиватор. Причем действие суперфосфата и нитроаммофоски как рядкового удобрения практически не различалось. При дозах основного удобрения 90 и 120 NPK рядковое удобрение было неэффективным.

При повышении доз минеральных удобрений содержание общего азота в зерне и соломе ячменя увеличивалось, количество фосфора в зерне и соломе практически не изменялось (табл. 2). Особенно возросло содержание калия в соломе, что, по-видимому, связано с погодными условиями данного вегетационного периода — большое количество осадков и низкие летние температуры. Хозяйственный вынос питательных элементов был рассчитан на 10 ц зерна (с учетом соломы). С повышением доз удобрений вынос элементов питания несколько увеличивался (табл. 3). При одногодичном и двухгодичном внесении минеральных удобрений вынос N, P и K на единицу урожая был одинаковым.

Коэффициенты использования питательных веществ из удобрений (табл. 4) рассчитывали разностным методом. При основном внесении минеральных удобрений их значения колебались в следующих пределах: на первом участке N — 38—54 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 8—17, K<sub>2</sub>O — 23—54 %, на втором (повторное внесение): N — 23—27 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 10—16, K<sub>2</sub>O — 30—41 %. Коэффициент использования фосфора из рядкового удобрения составил 13—62 %. При повторном внесении удобрений он сильно снижался. Еще выше были коэффициенты использования азота и калия из нитроаммофоски, внесенной в рядки.

Содержание белкового азота в зерне ячменя (% на воздушно-сухое вещество)

Вариант опыта	Первый участок	Второй участок
1 — контроль (без удобрений)	1,74	1,72
2 — 10Р в рядки	1,75	1,77
4 — 40Р40К под зябрь — 40N под культивацию	1,78	1,80
12 — 60Р60К под зябрь — 60N под культивацию	1,83	1,88
17 — 90Р90К под зябрь — 90N под культивацию	1,99	1,98
20 — 120Р120К под зябрь — 120N под культивацию	2,02	1,96

По мере увеличения доз минеральных удобрений несколько возросло содержание белкового азота в зерне (табл. 5). Наиболее высоким этот показатель был при внесении основного удобрения в дозах 90N90Р90К и 120N120Р120К на первом и втором участках. Рядковое удобрение не оказывало влияния на содержание белкового азота в зерне.

Агрохимический анализ почвы в образцах, взятых после уборки урожая, показал, что различные дозы минеральных удобрений прежде всего сказались на содержании в почве подвижного калия и почти не повлияли на уровень подвижного фосфора (табл. 6). Так, содержание подвижных форм калия на первом участке увеличилось с 13,0 (в контроле) до 18,5 мг/100 г в 20-м варианте, а на втором участке (повторное внесение удобрений) — с 13,8 до 19,3 мг/100 г.

Коэффициенты использования элементов питания ячменем из почвы, рассчитанные по неудобренному варианту, составили (в %): N — 22—29; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 5—6; K<sub>2</sub>O — 6.

### Выводы

1. Максимальный урожай зерна ячменя (28—30 ц/га) на средне-суглинистой серой лесной почве, характеризующейся средним содержанием фосфора и повышенным калия, получен при внесении основного удобрения в дозе 90Р90К под вспашку и 90N под культивацию.

Таблица 6

Агрохимические показатели 0—20 см слоя почвы на первом (числитель) и втором (знаменатель) участках (учхоз «Дружба», 1978 г.)

Вариант опыта	pH <sub>N<sub>2</sub>O</sub>	pH <sub>KCl</sub>	N <sub>г</sub> , мг × экв/100 г	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>   K <sub>2</sub> O	
				мг/100 г	
1 — контроль (без удобрений)	7,21	6,12	1,31	7,3	13,0
	7,20	6,10	1,30	8,0	13,8
4 — 40Р40К под зябрь — 40N под культивацию	7,21	6,58	1,27	6,9	14,0
	7,20	6,58	1,22	7,5	16,0
7 — 40N40Р40К под культивацию	7,25	6,10	1,22	6,6	15,0
	7,20	6,00	1,28	7,6	16,0
12 — 60Р60К под зябрь — 60N под культивацию	7,11	6,02	1,30	7,5	16,8
	7,10	5,60	1,54	8,0	17,5
15 — 60N60Р60К под культивацию	7,19	6,41	1,21	7,1	17,5
	7,10	6,30	1,43	8,3	18,5
17 — 90Р90К под зябрь — 90N под культивацию	7,16	6,60	1,69	7,6	17,8
	7,10	6,52	1,50	7,5	18,5
20 — 120Р120К под зябрь — 120N под культивацию	7,36	6,44	0,96	7,0	18,5
	7,30	6,40	1,23	8,2	19,3

В вариантах с NPK в дозах 40, 60 и 90 кг/га урожай были близки к планируемому.

2. Действие рядкового удобрения в виде суперфосфата (10P) и нитроаммофоски (10N10P10K) проявилось на фоне основного удобрения, внесенного под вспашку и культивацию в дозе 40 и 60 NPK. При дальнейшем увеличении доз основного удобрения внесение рядкового удобрения было неэффективным.

3. Суперфосфат и нитроаммофоска в эквивалентной дозе по фосфору оказывали одинаковое влияние на урожай ячменя.

4. При увеличении доз минеральных удобрений содержание общего азота в зерне и соломе, а также калия в соломе повысилось, уровень фосфора практически не изменился.

5. По мере повышения доз минеральных удобрений несколько возросло содержание белкового азота в зерне; рядковое удобрение на этот показатель не действовало.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Барансв П. А. Техника применения минеральных удобрений. — Справочник по удобрениям. М.: Колос, 1947. — 2. Вильдфлуш Р. Т., Солдатенков Е. П. Зависимость урожая и качества ячменя от доз и способов внесения нитрофоски. — Сб. науч. тр. Белорусской с.-х. академии, 1971, т. 74, с. 38—43. — 3. Гулякин И. В. Система применения удобрений. М.: Колос, 1977. — 4. Демидюк М. К., Стецко Л. И. Урожай и качество зерна озимой пшеницы при разных способах внесения удобрений. — Агрохимия, 1966, № 6, с. 39—43. — 5. Дидыченко А. П. Влияние удобрений, внесенных в рядки и в подкормку, на урожай и белковость зерна озимой пшеницы в лесостепи УССР. — Агрохимия, 1968, № 7, с. 27—38. — 6. Зобнина А. В. Влияние минеральных удобрений на урожай зерна ячменя в зависимости от способов внесения. — Сб. работ Архангельской опытной с.-х. станции, 1976, с. 16—19. — 7. Котенко И. П. Действие минеральных удобрений на урожай ячменя в зависимости от способов внесения, видов и доз в лесостепи УССР. Харьков, 1972. — 8. Тереев М. И., Тереев Р. П. Суперфосфат лучше вносить локально. — Земледелие, 1974, № 3, с. 25. — 9. Томашевский Д. Ф., Лященко И. Ф. Урожай и качество зерна ярового ячменя в зависимости от доз, способов и сроков внесения минеральных удобрений. М.: Колос, 1969.

*Статья поступила 13 ноября 1979 г.*

#### SUMMARY

Comparative investigation of two ways of applying different doses of the main fertilizer—under cultivation and under plowing, as well as studying the efficiency of row fertilization on this background were conducted. Fertilizer rates were calculated so as to obtain yields of four levels.

It is found that application of the main fertilizer under cultivation and under plowing was equally efficient in the humid year. The effect of row fertilization was shown on the background of the main fertilizer at the rates 40P, 40K under fall plowing and 40N in spring under cultivator, and 60P under fall plowing and 60N in spring under cultivator, the row fertilization producing no effect with further increase of the main fertilizer rates. Three of the four programmed yield levels (with the rates of NPK equalling 40, 60 and 90 kg/ha of each) were obtained. The coefficients of the utilization of fertilizer nutritive substances varied in the following range: nitrogen—38—54 %, phosphorus—8—17 %, potassium—23—54 %.