

УДК 631.8:631.582:631.445.24

## ИНТЕНСИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УДОБРЕНИЙ В ЗВЕНЕ СЕВОБОРОТА ЗАНЯТЫЙ ПАР — ОЗИМАЯ РОЖЬ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

И. П. ДЕРЮГИН, А. С. БАШКОВ, Т. В. КОТЕШОВА, Л. Ф. ОДИНЦОВА

(Кафедра агрономической и биологической химии)

Представлены результаты исследований систематического применения различных норм удобрений, их сочетаний и соотношений на продуктивность звена 4-польного зернопропашного севооборота (горохоовсяная смесь — озимая рожь) и качество урожая в течение двух ротаций с 1979 по 1985 г.

Озимая рожь — основная зерновая продовольственная культура на северо-востоке Нечерноземной зоны РСФСР, где в последние годы ее высевают по занятым парам и непаровым предшественникам. При соблюдении соответствующей агротехники урожайность озимой ржи, размещенной по занятым парам, достигает 30—35 ц/га и более [2, 6-8, 10].

Эффективность занятых паров при внесении удобрений изучалась, как правило, в краткосрочных опытах, вне севооборота [2, 4, 5, 9]. Полученные в таких исследованиях данные не позволяют выявить закономерности изменения действия удобрений на продуктивность звеньев севооборота при длительном систематическом их применении. Не определен также возможный уровень насыщения удобрениями как звена, так и всего севооборота. Изучению интенсивности использования удобрений растениями в звене севооборота занятый пар — озимая рожь при различных системах их применения и посвящена настоящая работа.

### Методика

Исследования проводили в стационарном опыте в учхозе «Июльское» Устиновского сельскохозяйственного института на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в 4-польном зернопропашном севообороте в течение двух ротаций с 1979 по 1985 г. Схема опыта и нормы удобрений под горохоовсяную смесь и озимую рожь приведены в табл. 1. Навоз вносили под зяблевую вспашку из расчета 20 т/га под горохоовсяную смесь и 20 т/га под картофель. В варианте с одним навозом его запахивали под картофель. Перед закладкой опыта во всех вариантах, кроме 1-го и 7-го, была внесена известь по 1 н. гидrolитической кислотности.

В опыте высевали овес сорта Астор, го-

рох сорта Красноуфимский и озимую рожь сорта Чулпан. Агротехника соответствовала рекомендациям для данной зоны. Метеорологические условия в вегетационные периоды значительно различались по годам. Так, вегетационные периоды в 1979, 1981, 1982 гг. были резко засушливыми и жаркими, а в 1983 и 1985 гг. — умеренно теплыми при достаточном для возделываемых культур количестве осадков. Погодные условия в 1980 и 1984 гг. оказались относительно благоприятными для роста и развития горохоовсяной смеси и озимой ржи.

Более подробно методика проведения опыта, а также агрохимическая характеристика почвы приведены в опубликованной статье [3].

### Результаты

Урожайность горохоовсяной смеси и озимой ржи варьировала в широких пределах в зависимости от метеорологических условий и применяемых удобрений. Максимальная урожайность озимой ржи была получена в 1984 г. (41,8 ц/га), а горохоовсяной смеси — в 1985 г. (79,5 ц сена на 1 га). Отмечена явная тенденция к повышению уро-

Схема внесения удобрений в звено гороховая смесь — озимая рожь  
(НРК. в кг д. в., навоза в т/га)

| Вариант | Севооборот               | 1-я ротация  |     |     |       |          |     | 2-я ротация  |       |     |     |          |       |     |     |    |
|---------|--------------------------|--------------|-----|-----|-------|----------|-----|--------------|-------|-----|-----|----------|-------|-----|-----|----|
|         |                          | горох + овес |     |     |       | оз. рожь |     | горох + овес |       |     |     | оз. рожь |       |     |     |    |
|         |                          | Н            | р   | К   | навоз | Н        | р   | К            | навоз | Н   | р   | К        | навоз | Н   | р   | К  |
| 1       |                          |              |     |     |       |          |     |              |       |     |     |          |       |     |     |    |
| 2       | Известь                  |              |     |     |       |          |     |              |       |     |     |          |       |     |     |    |
| 3       | 320N320P                 | 100          | 80  | —   | —     | 60       | 80  | —            | 60    | 80  | —   | —        | 80    | 80  | —   | —  |
| 4       | 320N320K                 | 100          | —   | 80  | —     | 60       | —   | 60           | 60    | —   | 80  | —        | 80    | —   | 80  | —  |
| 5       | 320P320 K                | —            | 80  | 80  | —     | —        | 80  | 60           | —     | 80  | 80  | —        | —     | 80  | 80  | 80 |
| 6       | 320N320P320 K+ изв.      | 100          | 80  | 80  | —     | 60       | 80  | 60           | 60    | 80  | 80  | —        | 80    | 80  | 80  | 80 |
| 7       | 320N320P320K             | 100          | 80  | 80  | —     | 60       | 80  | 60           | 60    | 80  | 80  | —        | 80    | 80  | 80  | 80 |
| 8       | 320N320P320K+40 т навоза | 100          | 80  | 80  | 20    | 60       | 80  | 60           | 60    | 80  | 80  | 20       | 80    | 80  | 80  | 80 |
| 9       | 450N450P450K—40 т навоза | 120          | 120 | 120 | 20    | 90       | 120 | 120          | 90    | 120 | 120 | 20       | 120   | 120 | 120 | —  |
| 10      | 40 т навоза              | —            | —   | —   | 20    | —        | —   | —            | —     | —   | —   | 20       | —     | —   | —   | —  |
| 11      | 480N400P500K             | 140          | 100 | 140 | —     | 100      | 100 | 100          | 100   | 100 | 130 | —        | 120   | 120 | 130 | —  |
| 12      | 320N320P320 K+20т навоза | 100          | 80  | 80  | —     | 60       | 80  | 60           | 60    | 80  | 80  | —        | 80    | 80  | 80  | 80 |
| 13      | 320N320P160K+40 т навоза | 100          | 100 | 40  | 20    | 60       | 60  | 40           | 60    | 80  | 40  | 20       | 80    | 80  | 40  | 40 |
| 14      | 320N480P320K+40 т навоза | 80           | 100 | 60  | 20    | 80       | 130 | 80           | 60    | 100 | 80  | 20       | 80    | 130 | 80  | 80 |
| 15      | 480N320P320K+40 т навоза | 120          | 60  | 60  | 20    | 120      | 90  | 80           | 90    | 80  | 80  | 20       | 120   | 80  | 80  | 80 |
| 16      | 220N220P220K+40 т навоза | 60           | 40  | 60  | 20    | 45       | 60  | 40           | 40    | 40  | 40  | 20       | 60    | 60  | 60  | 60 |

жайности культур и продуктивности звена севооборота от 1-й ротации ко 2-й (табл. 2).

Во все годы 1-й ротации органо-минеральная система (варианте) превосходила минеральную (вариант 11). Разница в продуктивности звена севооборота составила здесь 6,9 ц зерн. ед. с 1 га; во 2-й ротации она была несущественной. В результате внесения извести перед закладкой опыта (вариант 2) получено дополнительно в 1-й ротации

Таблица 2

Урожайность культур (ц/га) и продуктивность звена севооборота  
(в ц зерн. ед/га) в среднем по 3 полям

| Вариант опыта     | 1-я ротация               |                       |        |                | 2-я ротация               |                       |        |                |
|-------------------|---------------------------|-----------------------|--------|----------------|---------------------------|-----------------------|--------|----------------|
|                   | горох + овес, 1979 — 1981 | оз. рожь, 1980 — 1982 |        | продуктивность | горох + овес, 1983 — 1985 | оз. рожь, 1984 — 1985 |        | продуктивность |
|                   |                           | зерно                 | солома |                |                           | зерно                 | солома |                |
| 1                 | 28,3                      | 9,8                   | 22,5   | 25,6           | 36,4                      | 17,0                  | 34,0   | 38,3           |
| 2                 | 42,0                      | 12,8                  | 33,5   | 36,3           | 45,5                      | 19,3                  | 38,6   | 45,2           |
| 3                 | 47,2                      | 19,6                  | 51,5   | 48,8           | 50,1                      | 33,0                  | 66,1   | 66,2           |
| 4                 | 39,2                      | 12,9                  | 28,5   | 34,2           | 49,0                      | 27,1                  | 54,2   | 57,5           |
| 5                 | 50,2                      | 16,4                  | 40,0   | 44,5           | 48,8                      | 26,8                  | 53,7   | 57,0           |
| 6                 | 52,0                      | 22,1                  | 67,0   | 56,3           | 57,2                      | 39,4                  | 78,7   | 78,0           |
| 7                 | 61,0                      | 20,8                  | 62,0   | 57,6           | 48,4                      | 35,8                  | 71,7   | 69,4           |
| 8                 | 56,2                      | 25,2                  | 72,5   | 62,2           | 59,6                      | 37,5                  | 75,0   | 76,3           |
| 9                 | 52,5                      | 24,1                  | 69,5   | 59,0           | 58,6                      | 35,7                  | 71,5   | 73,4           |
| 10                | 46,0                      | 14,6                  | 38,0   | 40,6           | 48,2                      | 27,2                  | 54,5   | 57,4           |
| 11                | 51,0                      | 23,7                  | 56,0   | 55,3           | 61,4                      | 35,6                  | 71,3   | 74,4           |
| 12                | 51,5                      | 22,1                  | 65,5   | 55,8           | 47,4                      | 38,6                  | 57,3   | 69,0           |
| 13                | 60,7                      | 24,0                  | 70,0   | 62,3           | 54,9                      | 37,5                  | 75,0   | 74,5           |
| 14                | 56,2                      | 25,3                  | 72,5   | 62,3           | 62,1                      | 36,3                  | 72,7   | 75,6           |
| 15                | 54,2                      | 24,0                  | 57,5   | 57,2           | 64,7                      | 30,5                  | 61,1   | 68,6           |
| 16                | 52,7                      | 19,2                  | 45,0   | 49,3           | 55,5                      | 35,4                  | 70,8   | 71,7           |
| НСР <sub>05</sub> | 11,4                      | 4,0                   | 23,2   | 9,3            | 13,8                      | 5,8—3,8               | —      | —              |

10,7, во 2-й — 6,9 ц зерн. ед/га. Добавление извести к NPK (вариант 6) не привело к увеличению урожайности культур в 1-й ротации, но существенно повысило эффективность минеральных удобрений во 2-й. При внесении NPK без извести (вариант 7) продуктивность звена была на 8,6 ц зерн. ед. ниже, чем в варианте с известкованием.

Из парных сочетаний элементов минерального питания как в 1-ю, так и во 2-ю ротацию наиболее эффективным было NP.

При сравнении вариантов, где на фоне навоза применялись разные нормы минеральных удобрений (варианты 16, 8 и 9 ежегодно по 168, 240 и 338 кг NPK на 1 га), видно, что урожайность горохоовсяной смеси и озимой ржи в 1-й ротации возрастала с увеличением насыщенности севооборота NPK от 168 до 240 кг/га. Во 2-й ротации в этих вариантах получена одинаковая урожайность культур звена. Однако продуктивность всего севооборота в опыте существенно повышалась с увеличением насыщенности NPK до 240 кг/га ежегодно. Снижение уровня насыщения севооборота органическими удобрениями (варианты 8 и 12) с 10 до 5 т/га (хотя норма их в звене осталась на том же уровне) в среднем по всем полям севооборота сопровождалось падением урожайности и в первую очередь горохоовсяной смеси.

Изменение соотношения элементов минерального питания (варианты 8, 13, 14 и 15) мало влияло на урожайность культур звена. Однако во 2-й ротации в варианте 15 (полуторная норма N) урожайность озимой ржи снизилась из-за полегания растений. При внесении навоза без NPK, в среднем в 1-й ротации прибавка урожайности составила всего 15,0, во 2-й — 19,1 ц зерн. ед/га.

При всех изучаемых системах удобрения заметно повысилось качество урожая (табл. 3), хотя содержание каротина, сырой клетчатки

Таблица 3

Качество урожая (% на сухое вещество) в 1-й (числитель) и 2-й (знаменатель) ротациях севооборота

| Вариант опыта | Горохоовсяная смесь |                 |            |               |               | Оз. рожь, белок |
|---------------|---------------------|-----------------|------------|---------------|---------------|-----------------|
|               | СаО                 | сырая клетчатка | сырая зола | каротин, мг % | сырой протеин |                 |
| 2             | 0,7                 | 27,5            | 8,3        | 28,7          | 12,25         | 11,31           |
|               | 1,1                 | 32,9            | 8,6        | 16,0          | 17,75         | 12,17           |
| 6             | 0,8                 | 26,9            | 10,1       | 26,5          | 13,69         | 12,17           |
|               | 1,2                 | 36,1            | 10,5       | 20,8          | 16,69         | 12,49           |
| 8             | 0,7                 | 26,1            | 8,9        | 28,4          | 14,00         | 12,45           |
|               | 1,2                 | 36,2            | 10,2       | 19,0          | 17,75         | 12,77           |
| 9             | 0,7                 | 26,5            | 8,6        | 21,3          | 12,56         | 11,74           |
|               | 1,1                 | 35,7            | 10,2       | 15,3          | 18,62         | 13,01           |
| 10            | 0,7                 | 26,5            | 8,0        | 27,7          | 11,87         | 11,44           |
|               | 1,2                 | 38,1            | 8,8        | 26,8          | 15,50         | 11,65           |
| 11            | 0,8                 | 26,3            | 8,7        | 22,7          | 13,44         | 11,79           |
|               | 1,1                 | 34,8            | 10,7       | 21,6          | 17,31         | 12,23           |
| 12            | 0,7                 | 27,2            | 8,4        | 27,1          | 14,31         | 11,77           |
|               | 1,2                 | 37,3            | 10,6       | 21,6          | 15,44         | 12,71           |
| 13            | 0,8                 | 26,3            | 9,0        | 27,6          | 13,69         | 12,51           |
|               | 1,1                 | 36,5            | 10,7       | 20,1          | 15,87         | 12,41           |
| 14            | 0,8                 | 25,9            | 10,0       | 23,9          | 14,12         | 11,52           |
|               | 1,2                 | 35,4            | 10,7       | —             | 16,87         | 12,55           |
| 15            | 0,7                 | 27,1            | 9,2        | 27,7          | 14,25         | 12,71           |
|               | 1,0                 | 32,2            | 9,8        | 22,1          | 17,81         | 12,60           |
| 16            | 0,7                 | 26,6            | 8,2        | 30,0          | 13,56         | 11,01           |
|               | 1,2                 | 37,8            | 10,6       | 18,0          | 17,81         | 11,75           |

Вынос элементов питания 1 т основной продукции горохоовсяной смеси и сбор сырого протеина с 1 га (кг)

| Вариант опыта | 1-я ротация |                               |                  |               | 2-я ротация |                               |                  |               |
|---------------|-------------|-------------------------------|------------------|---------------|-------------|-------------------------------|------------------|---------------|
|               | N           | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | сырой протеин | N           | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | сырой протеин |
| 2             | 19,6        | 6,4                           | 18,1             | 514,5         | 28,4        | 6,5                           | 22,3             | 807,6         |
| 6             | 21,9        | 6,9                           | 24,2             | 711,9         | 26,7        | 5,6                           | 26,1             | 954,7         |
| 7             | 21,9        | 6,3                           | 22,5             | 835,1         | 25,8        | 5,4                           | 28,4             | 780,2         |
| 8             | 22,4        | 6,4                           | 24,5             | 786,8         | 28,4        | 6,7                           | 26,4             | 1057,9        |
| 9             | 20,1        | 6,7                           | 24,8             | 659,4         | 29,5        | 6,6                           | 29,7             | 1091,1        |
| 10            | 19,0        | 6,7                           | 19,8             | 546,0         | 24,8        | 5,2                           | 23,5             | 747,1         |
| 11            | 21,5        | 6,4                           | 24,2             | 685,4         | 27,7        | 6,2                           | 29,9             | 1062,8        |
| 12            | 22,9        | 6,7                           | 21,6             | 737,0         | 24,7        | 6,1                           | 23,8             | 731,8         |
| 13            | 21,9        | 6,3                           | 22,7             | 831,0         | 25,4        | 5,6                           | 30,2             | 871,3         |
| 14            | 22,6        | 6,5                           | 22,3             | 793,5         | 26,9        | 5,8                           | 28,3             | 1047,6        |
| 15            | 22,8        | 6,4                           | 23,9             | 772,3         | 28,5        | 6,0                           | 28,3             | 1152,2        |
| 16            | 21,7        | 6,5                           | 21,0             | 714,6         | 28,5        | 5,6                           | 28,1             | 988,4         |
| В среднем     | 21,9        | 6,5                           | 21,7             |               | 27,4        | 6,0                           | 26,8             | ---           |

и золы в сене горохоовсяной смеси уменьшалось с увеличением насыщения севооборота минеральными удобрениями (варианты 16, 8, 9).

Содержание белка в зерне озимой ржи было наиболее высоким в нормальном по увлажнению 1984 г.; в засушливые годы, а также в переувлажненном 1985 г. оно несколько снижалось. Наблюдается прямая зависимость содержания белка в зерне ржи и сырого протеина в сене горохоовсяной смеси, а также сбора их с 1 га от норм азота. Самое низкое содержание белка в зерне отмечено в вариантах, где не вносили азотные удобрения, и на фоне одного навоза. Наибольший сбор сырого протеина горохоовсяной смеси получен при совместном применении навоза в повышенной дозе (10 т на 1 га севооборотной площади) с NPK и при повышенных нормах азота (варианты 9, 11, 15). Вместе с тем увеличение норм азота в 1,5 раза не способствовало росту белковости зерна озимой ржи (табл. 3).

Изучаемые системы удобрения в данном звене севооборота различно влияли на потребление основных элементов питания растениями (табл. 4, 5). Под влиянием удобрений существенно увеличился вынос калия, меньше — азота. Вынос фосфора не изменялся по вариантам опыта. Однако во 2-й ротации значительно возрос вынос озимой рожью фосфора и уменьшился — азота и калия.

Т а б л и ц а 5

Вынос элементов питания 1 т основной продукции озимой ржи с учетом побочной и сбор белка с 1 га (кг)

| Вариант опыта | 1-я ротация |                               |                  |       | 2-я ротация |                               |                  |       |
|---------------|-------------|-------------------------------|------------------|-------|-------------|-------------------------------|------------------|-------|
|               | N           | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | белок | N           | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | белок |
| 2             | 39,5        | 12,2                          | 42,6             | 144,8 | 38,0        | 15,1                          | 35,9             | 234,9 |
| 6             | 44,8        | 11,7                          | 51,9             | 269,0 | 36,3        | 13,8                          | 38,6             | 482,1 |
| 7             | 40,2        | 11,2                          | 50,2             | 258,5 | 40,1        | 14,7                          | 47,8             | 456,1 |
| 8             | 43,0        | 11,1                          | 52,1             | 313,7 | 40,8        | 16,5                          | 39,8             | 477,9 |
| 9             | 40,4        | 11,2                          | 49,2             | 282,9 | 42,5        | 16,5                          | 44,2             | 464,4 |
| 10            | 39,2        | 11,7                          | 40,4             | 167,0 | 36,1        | 16,1                          | 34,2             | 318,0 |
| 11            | 37,2        | 10,4                          | 46,5             | 279,4 | 38,9        | 15,1                          | 43,3             | 435,4 |
| 12            | 40,7        | 11,5                          | 54,9             | 260,1 | 38,4        | 15,4                          | 40,5             | 490,6 |
| 13            | 42,8        | 11,3                          | 49,2             | 300,2 | 41,5        | 17,3                          | 43,4             | 465,4 |
| 14            | 41,1        | 11,8                          | 52,3             | 291,5 | 39,3        | 17,7                          | 46,1             | 455,6 |
| 15            | 39,9        | 10,4                          | 47,4             | 305,0 | 38,6        | 15,2                          | 42,7             | 384,3 |
| 16            | 36,9        | 11,1                          | 39,7             | 211,4 | 36,1        | 15,6                          | 39,3             | 415,9 |
| В среднем     | 40,3        | 11,4                          | 46,9             | —     | 38,9        | 15,6                          | 40,0             | —     |

Вынос элементов питания из удобрений и коэффициенты использования их растениями в 1-ю (числитель) и 2-ю (знаменатель) ротации

| Вариант опыта | Вынос, кг/га      |                               |                   | Коэффициенты 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             | $\frac{84}{174}$  | $\frac{28}{47}$               | $\frac{93}{145}$  | —                             | —                             | —                 |
| 2             | $\frac{112}{200}$ | $\frac{41}{58}$               | $\frac{131}{169}$ | —                             | —                             | —                 |
| 3             | $\frac{190}{274}$ | $\frac{54}{83}$               | $\frac{144}{211}$ | $\frac{49}{53}$               | $\frac{8}{16}$                | —                 |
| 4             | $\frac{128}{266}$ | $\frac{32}{71}$               | $\frac{150}{260}$ | $\frac{10}{47}$               | —                             | $\frac{14}{57}$   |
| 5             | $\frac{148}{208}$ | $\frac{53}{64}$               | $\frac{176}{225}$ | —                             | $\frac{7}{4}$                 | $\frac{32}{35}$   |
| 6             | $\frac{210}{285}$ | $\frac{62}{86}$               | $\frac{244}{301}$ | $\frac{39}{54}$               | $\frac{19}{9}$                | $\frac{72}{56}$   |
| 7             | $\frac{217}{241}$ | $\frac{62}{72}$               | $\frac{259}{281}$ | —                             | —                             | —                 |
| 8             | $\frac{233}{317}$ | $\frac{63}{101}$              | $\frac{283}{303}$ | $\frac{57}{78}$               | $\frac{10}{21}$               | $\frac{92}{67}$   |
| 9             | $\frac{202}{317}$ | $\frac{63}{95}$               | $\frac{259}{323}$ | $\frac{34}{52}$               | $\frac{10}{12}$               | $\frac{74}{53}$   |
| 10            | $\frac{143}{208}$ | $\frac{47}{67}$               | $\frac{155}{197}$ | $\frac{34}{9}$                | $\frac{17}{25}$               | $\frac{22}{26}$   |
| 11            | $\frac{196}{305}$ | $\frac{57}{92}$               | $\frac{239}{335}$ | $\frac{20}{44}$               | $\frac{13}{9}$                | $\frac{39}{48}$   |
| 12            | $\frac{204}{271}$ | $\frac{60}{88}$               | $\frac{237}{270}$ | —                             | —                             | —                 |
| 13            | $\frac{235}{292}$ | $\frac{67}{97}$               | $\frac{281}{325}$ | $\frac{57}{60}$               | $\frac{12}{19}$               | $\frac{157}{160}$ |
| 14            | $\frac{229}{311}$ | $\frac{67}{100}$              | $\frac{266}{342}$ | $\frac{54}{73}$               | $\frac{8}{14}$                | $\frac{79}{91}$   |
| 15            | $\frac{219}{294}$ | $\frac{59}{84}$               | $\frac{251}{306}$ | $\frac{32}{41}$               | $\frac{8}{11}$                | $\frac{68}{68}$   |
| 16            | $\frac{182}{275}$ | $\frac{55}{83}$               | $\frac{188}{283}$ | $\frac{37}{66}$               | $\frac{8}{17}$                | $\frac{33}{87}$   |

Вынос питательных элементов в большей мере определялся продуктивностью звена севооборота и в меньшей содержанием питательных веществ в урожае (табл. 6).

Коэффициенты использования питательных веществ из удобрений при парном внесении последних оказались значительно ниже, чем при полном. Обращает на себя внимание тот факт, что при среднем и повышенном содержании подвижного калия в пахотном слое в формировании урожая большое участие принимает калий почвы. Так, в варианте 13, где калий вносился в половинной норме, коэффициент его использования в 1-й ротации составил 157 %, во 2-й — 160%, т. е. вынос калия почвы достигал 60 % общего его потребления культурами без заметного снижения урожайности как в 1-ю, так и во 2-ю ротацию. С ростом насыщения севооборота калийными удобрениями, а также при внесении их на фоне навоза коэффициент использования калия удобрений снижался. При увеличении насыщенности севооборота азотными удобрениями использование калия удобрений не изменялось.

Если в 1-ю ротацию известкование существенно снижало потребление калия из калийных удобрений горохоовсяной смесью и озимой рожью, то во 2-ю ротацию эти различия оказались несущественными.

Наиболее полное использование азота из азотных удобрений в 1-ю ротацию наблюдалось в вариантах, где их вносили под горохоовсяную смесь в норме 100, а под озимую рожь — 60 кг/га. Дальнейшее увеличение насыщения севооборота азотными удобрениями сопровождалось уменьшением коэффициента их использования. Во 2-й ротации разностный коэффициент использования вносимого азота снижался с увеличением норм азотных удобрений, особенно в варианте с полуторной нормой (вариант 15).

Коэффициент использования фосфора из фосфорных удобрений тоже снижался с увеличением их норм. Так, если в варианте 8 (суммарная норма фосфора в звене севооборота 160 кг/га) коэффициент его использования равнялся в 1-й ротации 10,1, во 2-й — 21,5 %, то в варианте 14 (полуторная норма фосфора) — соответственно 8,4 и 14,3 %.

Коэффициент использования азота из навоза оказался высоким (33,7 %) в 1-й ротации и низким (9,1 %) во 2-й. Фосфор из навоза использовался несколько лучше, чем из минеральных удобрений. Использование калия из навоза было в 2—3 раза ниже, чем из минеральных удобрений. При совместном применении навоза и минеральных удобрений коэффициент использования калия повышался на 20 % в 1-й и на 11 % во 2-й ротациях.

### Выводы

1. В 1-й и 2-й ротациях 4-польного зернопропашного севооборота на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве как минеральные, так и органико-минеральные системы удобрения обеспечивали одинаковую урожайность горохоовсяной смеси и озимой ржи.

2. С увеличением насыщения севооборота минеральными удобрениями со 168 до 240 кг NPK на 1 га повышалась продуктивность культур звена севооборота на 12,9 и 4,8 ц зерн. ед. на 1 га соответственно в 1-й и 2-й ротациях. Дальнейшее увеличение насыщения севооборота удобрениями не привело к росту урожайности.

3. Уменьшение доли калия в полном минеральном удобрении на 50 %, а также увеличение доли фосфора на 50 % не изменило продуктивности звена севооборота. Полуторная доза азотных удобрений привела к снижению продуктивности звена из-за полегания озимой ржи. Отмечено снижение эффективности навоза во 2-й ротации при совместном внесении его с минеральными удобрениями.

4. Под влиянием удобрений повысилось содержание клетчатки, каротина, золы, сырого протеина в сене горохоовсяной смеси и белка в зерне озимой ржи.

5. Вынос азота и калия единицей продукции горохоовсяной смеси увеличился во 2-й ротации по сравнению с 1-й (на 5,5 и 5,1 кг), а фосфора — снизился (на 0,5 кг). Вынос азота единицей продукции озимой ржи не изменялся по ротациям, но увеличивался вынос фосфора (на 4,2 кг) и снижался вынос калия (на 6,9 кг).

6. При увеличении уровня насыщения севооборота минеральными удобрениями значения коэффициентов использования питательных элементов уменьшались. При внесении органических и минеральных удобрений резко возрастала мобилизуемость почвенного калия.

7. На дерново-подзолистых суглинистых почвах Удмуртской АССР со средним содержанием подвижного фосфора и повышенным содержанием обменного калия для получения 60—75 ц зерн. ед. на 1 га в звене севооборота горохоовсяная смесь (сено) — озимая рожь (зерно) насыщенность минеральными удобрениями на фоне 20 т навоза на 1 га должна быть не менее 400 кг NPK при соотношении 1:1:0,5.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бобров А. М., Собенников Е. В., Шартдинов С. Ш. Озимая рожь. — Ижевск: Удмуртия, 1981. — 2. Горче в А. А. Действие и последствие минеральных и органических удобрений на дерново-подзолистых почвах Удмуртской АССР. — В кн.: Вопр. применения удобрений и обработки почвы. Ижевск: Удмуртия, 1975, с. 207—209. — 3. Дерюгин И. П., Башков А. С., Колотое А. П. и др. Продуктивность севооборота при различных системах удобрения дерново-подзолистой почвы. — Изв. ТСХА, 1985, вып. 5, с. 80—87. — 4. Дзюин Г. П. и др. Озимая рожь (рекомендации по технологии выращивания в Удмуртии урожая зерна 30—40 ц/га). Свердловск, 1984, с. 41—59. — 5. Костров К. А., Малова А. В., Бессонова М. Н. Влияние удобрений на урожай озимой ржи сорта Харьковская 55. — В кн.: Селекция, семеноводство, сортовая агротехника озимой ржи и яровых зерновых культур. Киров, 1978, с. 139—141. — 6. Кошкин П. Д. Минеральные удобрения — важный фактор повышения продуктивности пашни. — В кн.: Эффективность удобрений и окультуривание почв Северо-Востока Нечерноземной зоны РСФСР. Киров, НИИСХ Северо-Востока, 1984, с. 36—39. — 7. Маркитанова А. В. Особенности агротехники возделывания озимой ржи на семенные цели. — В кн.: Селекция, семеноводство, сортовая агротехника озимой ржи и яровых зерновых культур. Киров, 1978, с. 128—130. — 8. Палкин В. П., Медведева М. А. Занятые пары в Удмуртии. — Ижевск: Удмуртия, 1973. — 9. Прокошев В. Н. Повысить урожайность зернового поля. Пермь, 1980, с. 62—99. — 10. Санинко А. С. Главная задача — увеличение производства зерна. — В кн.: Высокая культура земледелия — основа роста производства зерна, кормов и других с.-х. культур. Киров, 1977, с. 28—31.

*Статья поступила 23 декабря 1986 г.*

## SUMMARY

The results of studying during two rotations (from 1979 up to 1985) the effect of systemic application of different rates and combinations of fertilizers on productivity of the link of four-course grain-tilled rotation (pea-oats mixture — winter rye) and quality of yield are discussed.

It is found that to obtain 60—75 centners of grain units per 1 ha of crop rotation link on soddy-podzolic soil of the Udmurt ASSR containing medium amount of mobile phosphorus and high amount of exchangeable potassium, it is necessary that the amount of mineral fertilizers on the background of 20 t of manure per 1 ha should be not lower than 400 kg of NPK, the ratio N:P:K being 1:1:0.5.