

УДК 631.452:631.445:631.582

ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ЗЕРНОВЫХ СЕВООБОРОТАХ И ПРИ БЕССМЕННОМ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЗЕРНОФУРАЖНЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЖНИВНОГО СИДЕРАТА И СОЛОМЫ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ

В.Г. ЛОШАКОВ, ФРАНК ЭЛМЕР, С.Ф. ИВАНОВА. Ю.Н. СНИХ

(Кафедра земледелия и методики опытного дела ТСХА,
кафедра земледелия Берлинского университета им. Гумбольдта)

Приводятся многолетние данные о влиянии полевых севооборотов и бесменного возделывания ячменя и овса при использовании пожнивного зеленого удобрения как в чистом виде, так и в сочетании с удобрением соломой на содержание гумуса и элементов питания в среднесуглинистых дерново-подзолистых почвах средней степени окультуренности в условиях Московской области.

При изучении баланса гумуса в дерново-подзолистых почвах Подмосковья установлено, что изменения его содержания в пахотном слое за 4-летнюю ротацию во многом определяются количеством внесенных удобрений [4]. Так, относительно невысокие нормы последних — 71N51P88K — в плодосменном севообороте с 25% пропашных не могли обеспечить исходного уровня содержания гумуса: различия составили 4%. Включение промежуточных

сидеральных культур на том же фоне минеральных удобрений, повывисв поступление растительных остатков в почву, устранило снижение содержания гумуса.

Систематическое внесение удобрений в нормах, рассчитанных на получение достаточно высоких урожаев, обеспечивает последовательное повышение эффективного плодородия почвы [2]. При этом в ней увеличивается содержание подвижных форм фосфора и калия, а содер-

жание гумуса поддерживается на исходном уровне в зерновых севооборотах и устойчиво повышается в зернотравяных, плодосменных и пропашных севооборотах.

Ежегодное поступление в почву растительной массы пожнивных культур (в данном случае белой горчицы) и соломы зерновых, а также растительных остатков многолетних трав приводит к образованию значительного количества мочевины, служащей источником накопления доступных для растения форм азота [5]. В бессменном посеве ячменя гумусообразующая способность почвы под влиянием зеленого удобрения увеличивалась на 16—29%, а под влиянием соломы — незначительно возрастала или даже снижалась, хотя в отдельные периоды (1987 г.) увеличивалась даже на 30%. Неравноценное действие одного и того же приема в севооборотах и бессменных посевах обусловлено различным количеством запаханной зеленой массы. В целом же прослеживается тенденция положительного воздействия соломы в сочетании с зеленым удобрением на гумусообразование в процессе последующего роста и развития ячменя.

В условиях Московской области в полевом плодосменном севообороте посевы промежуточных кормовых культур при внесении минеральных удобрений не снижают плодородия дерново-подзолистых почв и урожая основных культур севооборота [6]. При этом более рационально использовалась влага, улучшался режим питания растений, уменьшалась засоренность посевов основных культур, возделываемых после кормовых промежуточных, а также

повышалось качество урожая основных культур.

По имеющимся данным [9], лабильные гумусовые вещества являются наиболее «молодыми» формами гумуса, которые не связаны или непрочны связаны с минеральной частью почвы. Важной особенностью этих форм гумуса является их высокая обогащенность азотом и другими биогенными элементами, а также узкое соотношение углерода и азота. Поэтому признано, что наличие лабильных форм гумуса является прямым показателем эффективного плодородия почвы.

В задачу данной работы входило выяснение эффективности длительного использования пожнивной сидерации в процессе окультуривания дерново-подзолистых почв.

Методика

Многофакторный стационарный опыт, в котором, в частности, решалась поставленная задача, был заложен в 1980 г. на опытном поле экспериментальной базы ТСХА в учхозе «Михайловское». Схема его и агротехника культур подробно описаны в ряде статей в журнале «Известия ТСХА» [5, 6, 8] и др.

В данной статье рассматриваются варианты в севооборотах: I — 50% зерновых + NPK (условно для краткости I — NPK); II — 67% зерновых + NPK (II — NPK); III — 83% зерновых + NPK (III — NPK); IV — 83% зерновых + NPK + поживный сидерат (IV — NPK + пс); V — 83% зерновых + NPK + пс + солома на удобрение (V — NPK + пс + с).

В бессменных посевах ячменя и овса варианты различались по фону питания: 1 — без удобрений; 2 — NPK; 3 — NPK+пс; 4 — NPK+

пс+с. Минеральные удобрения вносили в расчете на запланированные урожаи озимых пшеницы и ржи — 50 ц/га, овса и ячменя — 40 ц/га.

Урожай зерна, зеленой массы и другой продукции основных культур учитывали сплошным методом, урожай соломы и зеленой массы пожнивного сидерата — методом пробных снопов. Результаты учета урожайности обрабатывали методом дисперсионного и корреляционного анализов [6].

Лабораторные исследования почв и растительных образцов проводили с использованием современных методов агрохимического анализа. Значения показателей плодородия почвы за 1980 г. (исходные данные в год закладки опыта) и в 1986 г. (в конце первой ротации) определяли в агрохимической лаборатории кафедры земледелия и методики опытного дела Тимирязевской академии. Анализы образцов почвы, отобранных в конце второй ротации в 1992 г., выполняли в лаборатории кафедры растениеводства Берлинского университета им. Гумбольдта. Определяли: содержание общего азота методом Кьельдаля с использованием установки [11]; общего углерода — методом Тюрина с использованием компьютерной техники (Cmat 5500 Strottlein) [10]; водорастворимого углерода — по методике, описанной в [10]; подвижного фосфора — по [12]; обменного калия — на пламенном фотометре [1].

Вегетационные периоды в годы исследований различались по температурному режиму, количеству осадков и их распределению. В 1981 г. стояла жаркая и сухая погода, особенно во второй половине

периода. В 1982 и 1983 гг. количество осадков и сумма эффективных температур оказались близкими к средним многолетним, однако первая половина вегетационного периода в 1982 г. характеризовалась обильными осадками и пониженными температурами, а в 1983 г. осадки выпадали крайне неравномерно, и их было недостаточно в самые ответственные периоды роста яровых. Прохладной и влажной погодой с недостатком влаги в мае и в I декаде июня отличался 1984 г. В 1985 г. в первой половине вегетационного периода выпадали обильные осадки, а вторая оказалась засушливой. В 1986 г. количество осадков и сумма эффективных температур были близки к средним многолетним, а их распределение напоминало 1984 г.: засушливая первая половина вегетации и обильное выпадение осадков во второй при относительно благоприятной погоде для налива зерна. В 1987 г. май был влажным (76,6 мм осадков), в июле и августе стояла прохладная погода, выпало соответственно 63,3 и 58,8 мм осадков [8]. Вегетационный период 1986 г. характеризовался сухой, жаркой погодой с обильными осадками во II декаде июля. В 1989 г. отмечались майская (19,6 мм) и июньская (31,6 мм) засухи, обильные осадки в I декаде июля и августа (158,2 и 64,9 мм). В 1990 г. метеорологические условия в I половине вегетационного периода были близки к средним многолетним, в июле и августе осадков выпало на 23,9 и 25,5 мм больше нормы. Вегетационный период 1991 г. характеризовался повышенной температурой в мае и июне, последующие месяцы она практически не отлича-

лась от средней многолетней, осадков в мае выпало на 28,8 мм больше, в июне и июле — на 17,5 и 9,7 мм меньше нормы. В год окончания II ротации севооборотов (1992) погода была сухой, жаркой, с майско-июньской засухой и незначительными осадками в июле и августе [8].

Результаты

Урожай зеленой массы пожнивной горчицы в годы исследований зависел в основном от метеорологических условий в пожнивный период, сроков сева и предшественника. При посеве после озимых зерновых культур в среднем за 1981—1986 гг. он был довольно высоким и достигал 266,0 ц зеленой массы, или 36,7 ц сухого вещества с 1 га (табл.1). Из яровых зерновых культур хорошим предшественником

оказался ячмень. Урожай зеленой массы горчицы после него в севообороте составил 115,3—129,0 ц/га, сбор сухого вещества — 11,5—15,7 ц/га, в бессменных посевах ячменя — соответственно 118,7—133,5 и 14,0—15,8 ц/га. В течение второй ротации (1987—1992 гг.) урожай зеленой массы пожнивной горчицы был значительно выше, что определило заметное повышение содержания гумуса и элементов питания в почве и в результате — повышение урожайности зерновых культур.

Прямое экспериментальное определение запасов гумуса показало (табл.2), что в первую ротацию полевых севооборотов и за то же время при бессменном возделывании ячменя и овса произошло снижение запасов гумуса практически во всех

Т а б л и ц а 1

Урожай пожнивной горчицы (ц/га) в среднем за первую и вторую ротации севооборотов и бессменных посевов

| Предшественник | 1981—1986 гг. | | 1987—1992 гг. | |
|------------------------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| | зеленая масса | сухое вещество | зеленая масса | сухое вещество |
| В севообороте: | | | | |
| оз.пшеница + NPK + пс | 266,0 | 36,7 | 222,2 | 27,4 |
| « « + NPK + пс + с | 277,7 | 30,8 | 202,4 | 25,5 |
| оз.рожь + NPK + пс | 198,1 | 25,1 | 247,6 | 29,9 |
| « « + NPK + пс + с | 184,4 | 23,9 | 225,4 | 28,4 |
| ячмень + NPK + пс | 129,0 | 15,7 | 166,2 | 17,7 |
| « + NPK + пс + с | 115,3 | 11,5 | 160,2 | 18,6 |
| В бессменных посевах: | | | | |
| ячмень + NPK + пс | 133,5 | 15,8 | 197,0 | 17,8 |
| « + NPK + пс + с | 118,7 | 14,0 | 182,7 | 20,7 |

вариантах опыта [3]. При увеличении насыщения полевого севооборота зерновыми культурами с 50 до 83% отмечалась тенденция к усилению этого процесса. Указанная тенденция меньше проявляется в том

же специализированном зерновом севообороте с 83% зерновых культур в варианте с NPK+пс+с. В бессменных посевах ячменя и овса наиболее сильно выражена тенденция к снижению запасов гумуса в вари-

Т а б л и ц а 2

**Содержание гумуса (по углероду) в слоях почвы 0—20 см (числитель)
и 20—40 см (знаменатель) за первую и вторую ротации севооборотов
и в бессменных посевах зернофуражных культур**

| Характер возделывания | Гумус. % | | | Отклонение от исходного |
|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------|
| | 1980 г. | 1986 г. | 1992 г. | |
| Севооборот: | | | | |
| I — NPK | <u>2,00</u> | <u>1,89</u> | <u>2,58</u> | <u>+0,58</u> |
| | 1,07 | 1,08 | 1,45 | — |
| II — NPK | <u>1,96</u> | <u>1,79</u> | <u>2,36</u> | <u>+0,40</u> |
| | 1,15 | 1,16 | 1,34 | — |
| III — NPK | <u>1,91</u> | <u>1,81</u> | <u>2,19</u> | <u>+0,28</u> |
| | 1,10 | 1,05 | 1,64 | — |
| IV — NPK+пс | <u>1,90</u> | <u>1,82</u> | <u>2,17</u> | <u>+0,27</u> |
| | 1,12 | 1,14 | 1,41 | — |
| V — NPK+пс+с | <u>1,92</u> | <u>1,78</u> | <u>2,28</u> | <u>+0,36</u> |
| | 1,06 | 1,09 | 1,65 | — |
| Ячмень бессменно: | | | | |
| I — без удобрений | <u>1,86</u> | <u>1,70</u> | <u>2,07</u> | <u>+0,21</u> |
| | 1,12 | 1,09 | 1,43 | — |
| 2 — NPK | <u>1,82</u> | <u>1,69</u> | <u>2,24</u> | <u>+0,42</u> |
| | 0,88 | 0,83 | 1,15 | — |
| 3 — NPK+пс | <u>2,15</u> | <u>1,81</u> | <u>2,41</u> | <u>+0,26</u> |
| | 0,95 | 1,07 | 1,49 | — |
| 4 — NPK+пс+с | <u>1,95</u> | <u>1,94</u> | <u>2,45</u> | <u>+0,50</u> |
| | 1,25 | 0,98 | 0,99 | — |
| Овес бессменно: | | | | |
| I — без удобрений | <u>1,88</u> | <u>1,71</u> | <u>2,21</u> | <u>+0,33</u> |
| | 1,02 | 1,13 | 1,39 | — |
| 2 — NPK | <u>1,92</u> | <u>1,87</u> | <u>2,29</u> | <u>+0,37</u> |
| | 1,11 | 0,87 | 2,21 | — |
| НСР ₀₅ в слое почвы, см | 0—20 | | 0,14% | |
| | 20—40 | | 0,28% | |
| | 0—40 | 0,11% | | |

антах без NPK. Применение NPK+пс+с позволило сохранить запасы гумуса на исходном уровне в пахот-

ном слое (1,95—1,94%). В годы второй ротации севооборотов значительно увеличились запасы гумуса

как в пахотном, так и подпахотном слоях почвы по сравнению с исходными. Наибольшее их увеличение (на 0,58%) отмечено в плодосменном севообороте, что связано с возделыванием многолетних трав.

В севообороте с 83% зерновых культур оно было значительно меньше (+0,28%), не повысились запасы гумуса и при включении в этот зерновой севооборот пожнивного зеленого удобрения (+0,27%). Однако при сочетании сидерата с соломой на фоне NPK запасы гумуса увеличились по сравнению с исходным уровнем (+0,36%). Видимо, заплата соломы с зеленой массой пожнивной горчицы усиливает гумификацию растительной массы, количество которой к тому же во вторую ротацию было значительно больше, чем за первую (табл.1).

При бессменном возделывании зерновых в годы второй ротации севооборотов динамика гумуса в почве отличалась от наблюдаемой в первую ротацию. Самый большой рост запасов гумуса в пахотном слое почвы под ячменем отмечен в варианте с NPK+пс+с. Под бессменными посевами овса в варианте без удобрений изменения в содержании гумуса были незначительными.

Поскольку для оценки уровня плодородия почвы большое значение имеют данные о наличии лабильной формы гумуса, в нашем опыте проводилось определение содержания водорастворимого углерода в горячей воде (табл.3).

Установлено, что при увеличении доли зерновых в севообороте с 50 до 83% содержание лабильного гумуса в пахотном слое почвы снижалось с 52,1 до 42,3 мг на 100 г. Однако при включении в специализированный

зерновой севооборот пожнивного зеленого удобрения значение этого показателя повышалось до 47,7 мг, а при заплатаке пожнивного зеленого удобрения в сочетании с соломой — до 54,3 мг. Аналогичное увеличение содержания лабильного гумуса наблюдалось и в бессменных посевах ячменя по вариантам опыта.

Определение запасов общего азота в почве показало, что за годы первой ротации севооборотов произошло некоторое «разбавление» запасов общего азота за счет включения в пахотный слой малогумусного слоя 20—40 см (табл.3). Возделывание многолетних трав в плодосменном севообороте при 2-летнем их использовании способствовало возобновлению запасов почвенного азота, тогда как во всех остальных изучаемых севооборотах проявилась тенденция к их снижению. Клевер в севообороте с 67% зерновых при одногодичном его использовании не обеспечивал бездефицитного баланса общего азота. При насыщении севооборотов зерновыми до 83% на фоне NPK отмечена тенденция к наибольшему невозобновляемому расходованию общего азота [3]. При бессменном возделывании ячменя в 1980—1986 гг. происходило снижение запасов общего азота в пахотном слое почвы в большинстве изучаемых вариантов, хотя в варианте NPK+пс+с они несколько увеличились (+0,006%). Наибольшее снижение запасов общего азота в почве под ячменем и овсом наблюдалось в вариантах без удобрений.

В годы второй ротации севооборотов отмечена тенденция к повышению запасов общего азота во всех вариантах опыта. При увеличении

Т а б л и ц а 3

Содержание водорастворимого углерода (мг/100 г) и общего азота (%) в слоях почвы 0—20 см (числитель) и 20—40 см (знаменатель) в первую и вторую ротации севооборотов и в бессменных посевах зернофуражных культур

| Характер возделывания | С _{вод} в 1992 г., мг/100 г | Общий азот, % | | |
|--------------------------|---|---------------|---------|---------|
| | | 1980 г. | 1986 г. | 1992 г. |
| Севооборот: | | | | |
| I — NPK | 52,1 | 0,094 | 0,085 | 0,108 |
| | 37,1 | 0,045 | 0,051 | 0,064 |
| II — NPK | 51,2 | 0,094 | 0,085 | 0,100 |
| | 29,1 | 0,047 | 0,054 | 0,063 |
| III — NPK | 42,3 | 0,099 | 0,083 | 0,097 |
| | 34,0 | 0,049 | 0,054 | 0,078 |
| IV — NPK+пс | 47,7 | 0,099 | 0,086 | 0,102 |
| | 24,6 | 0,048 | 0,056 | 0,065 |
| V — NPK+пс+с | 54,3 | 0,094 | 0,082 | 0,102 |
| | 30,9 | 0,044 | 0,054 | 0,076 |
| Ячмень бессменно: | | | | |
| I — без удобрений | 38,5 | 0,096 | 0,085 | 0,095 |
| | 27,5 | 0,052 | 0,059 | 0,060 |
| 2 — NPK | 44,5 | 0,105 | 0,091 | 0,105 |
| | 31,2 | 0,049 | 0,062 | 0,050 |
| 3 — NPK+пс | 58,2 | 0,104 | 0,093 | 0,108 |
| | 29,7 | 0,046 | 0,066 | 0,063 |
| 4 — NPK+пс+с | 60,4 | 0,092 | 0,098 | 0,107 |
| | 29,8 | 0,057 | 0,056 | 0,053 |
| Овес бессменно: | | | | |
| I — без удобрений | 42,5 | 0,099 | 0,081 | 0,100 |
| | 34,9 | 0,041 | 0,052 | 0,065 |
| 2 — NPK | 55,3 | 0,095 | 0,082 | 0,105 |
| | 46,6 | 0,049 | 0,047 | 0,098 |
| НСП ₀₅ | 0—20 | 6,3 | — | 0,005 |
| | 20—40 | 5,5 | — | 0,010 |
| | 0—40 | 5,9 | — | 0,006 |

насыщения севооборотов зерновыми культурами с 50 до 83% на фоне NPK значение этого показателя для пахотного слоя снижалось с 0,108 до 0,097%. В варианте NPK+пс за-

пасы общего азота увеличились по сравнению с исходным содержанием на 0,003%, а в варианте NPK+пс+с — на 0,008%. Это можно объяснить прежде всего тем, что

в течение длительного применения зеленого удобрения и соломы проявился накопительный эффект. В бессменных посевах ячменя и овса также выявлена тенденция к увеличению запасов общего азота в почве, особенно заметная под ячменем в варианте NPK+пс+с (0,015%). Меньше всего она была выражена в посевах ячменя и овса без применения удобрений.

Интенсивное окультуривание почвы с помощью пожнивного сидерата в течение первой ротации севооборотов привело к увеличению содержания подвижного фосфора как в пахотном, так и в подпахотном слоях почвы. И только в плодосменном севообороте в слое почвы 0—20 см оно снизилось на 0,6 мг/100 г, что обусловлено значительным выносом подвижного фосфора из данного горизонта зеленой массой кукурузы. В севообороте с 83% зерновых при запашке пожнивной горчицы отмечено увеличение содержания подвижного фосфора в слое 0—20 см, что связано с известной способностью крестоцветных культур растрять и поглощать труднодоступные запасы почвенного фосфора. При бессменном возделывании ячменя также наблюдалось повышение содержания подвижного фосфора в варианте NPK+пс+с (табл.4).

За годы второй ротации севооборотов произошло увеличение запасов подвижного фосфора во всех вариантах опыта. Наименьшим оно было в севообороте с 83% зерновых культур — на 0,8 мг на 100 г меньше по сравнению с исходным при 1,5 мг в севообороте с 50% зерновых. При включении в севооборот пожнивного зеленого удобрения со-

держание подвижного фосфора увеличивалось на 0,2 мг, а в варианте NPK+пс+с — на 1,3 мг. В бессменных посевах ячменя и овса таких изменений не происходило (табл.4).

Содержание обменного калия в пахотном слое почвы во всех севооборотах увеличивалось в годы двух анализируемых ротаций (табл.4). Калий, в отличие от азота и фосфора, в основном накапливается в вегетативных органах растений. Многолетние травы и кукуруза, возделываемые в плодосменном севообороте, выносят калий в значительных количествах, поэтому в годы первой ротации здесь отмечалось его снижение на 0,6 мг на 100 г. Однако во вторую ротацию проявилась тенденция к увеличению количества обменного калия. При насыщении полевого севооборота зерновыми культурами с 50 до 83% значение этого показателя для слоя почвы 0—20 см несколько повысилось — с 17,5 до 17,7 мг на 100 г. В варианте NPK+пс оно увеличивалось до 18,4 мг, а в варианте NPK+пс+с было наиболее высоким — 19,6 мг. При бессменных посевах ячменя и овса содержание обменного калия в почве было выше при внесении удобрений (табл.4).

Урожайность зерновых культур в годы первой и второй ротаций севооборотов и в бессменных посевах была различной и в значительной мере зависела от количества запахиваемой в почву пожливной горчицы и соломы на удобрение. Отмечено некоторое снижение урожайности ячменя по мере насыщения севооборотов зерновыми культурами с 50 до 83% (табл.5), причем во вторую ротацию оно было отчетливее выражено и составило 4,4 и 6,3 ц/га,

Таблица 4

Содержание подвижного фосфора и обменного калия в слоях почвы 0—20 см (числитель) и 20—40 см (знаменатель) за первую и вторую ротации севооборотов и в бессменных посевах зернофуражных культур

| Характер возделывания | P ₂ O ₅ , мг/100 г | | | K ₂ O, мг/100 г | | |
|-----------------------|--|---------|---------|----------------------------|---------|---------|
| | 1980 г. | 1986 г. | 1992 г. | 1980 г. | 1986 г. | 1992 г. |
| Севооборот: | | | | | | |
| I — NPK | 14,7 | 14,1 | 16,3 | 16,9 | 16,4 | 17,5 |
| | 5,6 | 6,4 | 9,7 | 12,4 | 14,5 | 9,8 |
| II — NPK | 13,1 | 13,6 | 13,2 | 16,1 | 17,6 | 18,1 |
| | 6,1 | 7,1 | 8,3 | 12,1 | 14,7 | 11,2 |
| III — NPK | 13,6 | 14,4 | 13,7 | 16,8 | 18,6 | 17,7 |
| | 6,3 | 7,9 | 11,8 | 12,8 | 15,9 | 15,9 |
| IV — NPK+пс | 13,3 | 14,5 | 13,5 | 16,0 | 17,7 | 18,4 |
| | 5,6 | 7,6 | 8,3 | 11,8 | 15,0 | 16,4 |
| V — NPK+пс+с | 14,2 | 14,4 | 15,8 | 15,8 | 19,6 | 19,6 |
| | 6,8 | 6,6 | 10,8 | 10,8 | 15,5 | 14,2 |
| Ячмень бессменно: | | | | | | |
| I — без удобрений | 10,9 | 9,6 | 8,0 | 14,9 | 15,0 | 15,5 |
| | 7,2 | 6,6 | 5,1 | 10,8 | 13,8 | 13,1 |
| 2 — NPK | 10,4 | 13,8 | 12,6 | 15,0 | 18,0 | 19,5 |
| | 5,5 | 6,1 | 7,4 | 9,8 | 13,5 | 15,1 |
| 3 — NPK+пс | 15,3 | 14,3 | 8,0 | 17,2 | 18,3 | 19,8 |
| | 5,3 | 9,1 | 6,3 | 9,8 | 13,5 | 9,1 |
| 4 — NPK+пс+с | 14,3 | 14,9 | 11,4 | 15,7 | 18,5 | 20,3 |
| | 5,3 | 5,7 | 10,3 | 10,1 | 15,4 | 14,5 |
| Овес бессменно: | | | | | | |
| I — без удобрений | 11,3 | 7,7 | 4,0 | 14,0 | 14,5 | 17,5 |
| | 5,4 | 6,3 | 2,3 | 12,3 | 13,3 | 12,2 |
| 2 — NPK | 12,3 | 11,5 | 8,0 | 16,8 | 16,7 | 17,8 |
| | 4,9 | 5,1 | 5,7 | 10,5 | 14,9 | 15,4 |
| HCP ₀₅ | 0—20 | — | 3,5 | — | — | 4,4 |
| | 20—40 | — | 2,0 | — | — | 4,4 |
| | 0—40 | 1,4 | — | 2,7 | 1,3 | 4,4 |

или 12,0 и 18,0%. Включение в севооборот пожнивного зеленого удобрения в чистом виде и в сочетании с соломой повышало урожайность яч-

меня в среднем на 3,7 и 4,0 ц/га, или на 11,4 и 12,3%. Наибольшую урожайность обеспечил плодосменный севооборот. В среднем за 12 лет ис-

следований урожайность ячменя была ниже планируемой.

Овес весьма отзывчив на предшественник. В севообороте с 67% зерновых после озимой пшеницы его урожайность была выше, чем в плодосменном севообороте после кукурузы на силос, в среднем на 3,0 ц/га, или 10,6%, за первую ротацию и на 4,1 ц/га, или 13,6%, за вторую. При

насыщении севооборота зерновыми культурами с 50 до 83% на фоне NPK урожайность овса снижалась. В специализированном зерновом севообороте в варианте NPK+пс значение этого показателя в годы первой ротации повысилось на 2,5%, в годы второй — на 11,3%, в варианте NPK+пс+с — соответственно на 1,6 и 10,2%.

Т а б л и ц а 5

Урожайность зерновых культур (ц/га) в специализированных зерновых севооборотах и в бессменных посевах зернофуражных культур в среднем за первую (числитель) и вторую (знаменатель) ротации

| Характер возделывания | Ячмень | Овес | Оз.пшеница | Оз.рожь |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Севооборот: | | | | |
| I — NPK | <u>33,9</u> | <u>29,9</u> | <u>39,0</u> | — |
| | 39,2 | 30,1 | 52,5 | — |
| II — NPK | <u>32,3</u> | <u>32,9</u> | <u>36,6</u> | <u>44,9</u> |
| | 34,8 | 34,2 | 51,9 | 45,2 |
| III — NPK | <u>29,4</u> | <u>31,1</u> | <u>33,9</u> | <u>41,5</u> |
| | 32,5 | 28,3 | 42,8 | 37,9 |
| IV — NPK+пс | <u>32,9</u> | <u>31,9</u> | <u>36,2</u> | <u>42,7</u> |
| | 36,2 | 31,5 | 47,2 | 41,5 |
| V — NPK+пс+с | <u>33,4</u> | <u>31,6</u> | <u>39,2</u> | <u>44,3</u> |
| | 36,5 | 31,2 | 46,6 | 44,1 |
| Бессменные посевы: | | | | |
| I — без удобрений | <u>19,5</u> | <u>20,3</u> | — | — |
| | 11,0 | 15,9 | — | — |
| 2 — NPK | <u>28,8</u> | <u>29,0</u> | — | — |
| | 31,4 | 18,5 | — | — |
| 3 — NPK+пс | <u>30,9</u> | — | — | — |
| | 31,7 | — | — | — |
| 4 — NPK+пс+с | <u>31,4</u> | — | — | — |
| | 30,7 | — | — | — |

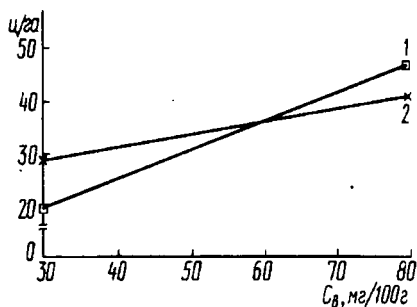
Насыщение полевого севооборота зерновыми культурами с 50 до 83% снижало урожайность озимой пшеницы в первую ротацию с 39,0

до 33,9 ц/га, а во вторую — с 52,5 до 42,8 ц/га, озимой ржи — соответственно с 44,9 до 41,5 и с 45,2 до 37,9 ц/га. В варианте NPK+пс уро-

жайность озимой пшеницы повысилась за первую ротацию на 6,7, во вторую — на 10,2%, озимой ржи — соответственно на 2,9 и 9,4%, а при сочетании зеленого удобрения с соломой урожайность озимой пшеницы в первую ротацию возросла на 15,6%, во вторую — на 8,8%, озимой ржи — соответственно на 6,7 и 16,3%.

Отмеченное увеличение урожайности озимых культур в севооборотах с насыщением зерновыми 67 и 83% обусловлено последствием запашки зеленого удобрения в чистом виде и в сочетании с соломой, причем в последние годы последнее действие было более отчетливо выраженным, чем прямое действие (табл.5).

В бессменных посевах ячменя и овса отмечено также повышение урожайности. Применение только НРК в течение 12-летнего периода позволяло получить прибавку урожая ячменя в 20,4%, овса — 2,6 ц/га. Запашка поживной горчицы по



Влияние содержания водорастворимого углерода на урожайность озимой пшеницы (1) и ярового ячменя (2) в 1992 г. Уравнение корреляции для озимой пшеницы $y=22,4+0,22x$; для ярового ячменя — $y=6,5+0,48x$.

фону НРК обеспечила прибавку урожая зерна ячменя 20,7 ц/га. Самая низкая урожайность ячменя и овса при бессменном их возделывании получена в вариантах без удобрений — соответственно 11,0 и 15,9 ц/га.

В результате корреляционного анализа полученных в опыте данных была выявлена зависимость урожайности зерновых культур (в частности, озимой пшеницы и ярового ячменя в 1992 г. — см. рисунок) от содержания водорастворимого углерода. Эта зависимость выражается в том, что с увеличением содержания последнего увеличивается урожайность.

Выводы

1. Возделывание многолетних трав в плодосменном севообороте способствует увеличению запасов гумуса в течение 12-летнего периода (+0,58%). При насыщении севооборотов зерновыми до 83% отмечена тенденция к сокращению роста запасов гумуса. Поживное зеленое удобрение в чистом виде и в сочетании с соломой способствовало повышению значения этого показателя (+0,36%).

Отмечено положительное влияние зеленого удобрения и его сочетания с удобрением соломой на содержание в почве водорастворимого углерода.

2. Запашка поживной горчицы в чистом виде и в сочетании с соломой в севообороте, насыщенном зерновыми культурами до 83%, в течение 12-летнего периода позволила повысить содержание общего азота в пахотном слое почвы (+0,003 и

+0,020% соответственно), содержание подвижного фосфора — на 1,3, обменного калия — на 3,8 мг на 100 г.

3. В условиях Московской области на дерново-подзолистых почвах в пожнивный период возможно получение высоких урожаев горчицы белой. Хорошими предшественниками для нее оказались озимые зерновые и ячмень. Урожай зеленой массы горчицы зависел в основном от метеорологических условий в пожнивный период, сроков сева и предшественника.

4. Поживное зеленое удобрение в чистом виде и в сочетании с удобрением соломой повышало урожайность зерновых культур в севообороте с 83% зерновых и приближало ее к уровню, получаемому в плодосменном севообороте.

5. При увеличении доли зерновых культур в севообороте с 50 до 83% уменьшался выход зерна с 1 га севооборотной площади: ячменя — на 3,3, овса — 1,8, озимой ржи — 7,3 ц/га, озимой пшеницы — на 9,7 ц/га.

6. В севооборотах прибавка урожая зерна ячменя от пожнивного зеленого удобрения составила 3,7 ц/га, или 11,4%, а от его сочетания с соломой — 4,0 ц/га, или 12,3%; овса — соответственно 11,3 ц/га, или 10,2%; озимой пшеницы — 4,4 и 3,8 ц/га; озимой ржи — 3,6 и 6,2 ц/га; в бессменных посевах ячменя — соответственно на 20,7 и 19,7 ц/га. Самая низкая урожайность зернофуражных культур получена при их бессменном возделывании без удобрений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Александрова Л.Н., Найденова О.А.* Лабораторно-практические занятия по почвоведению. Изд 4-е, перераб. и доп. Л.: Агропромиздат, 1986, с. 70—72. — 2. *Воробьев С.А., Иванов Ю.Д.* Урожайность зерновых культур и плодородие почвы в специализированных севооборотах при использовании зеленого удобрения. — Изв. ТСХА, 1989, вып. 6, с. 3—13. — 3. *Гаджибрагимов З.А.* Влияние пожнивного зеленого удобрения на плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность специализированных зерновых севооборотов. — Автореф. канд. дис. М., 1989. — 4. *Лошаков В.Г.* Промежуточные культуры как фактор интенсификации земледелия и окультуривания дерново-подзолистых почв. — Автореф. докт. дис. М., 1981. — 5. *Лошаков В.Г., Иванова С.Ф., Челдаева А.Ф.* Ферментативная активность дерново-подзолистой почвы и урожайность зерновых культур в специализированных севооборотах при использовании зеленого удобрения. — Изв. ТСХА, 1989, вып. 6, с. 3—13. — 6. *Лошаков В.Г., Майорова Н.П.* Продуктивность пашни в плодосменном севообороте с промежуточными культурами. — Изв. ТСХА, 1980, вып. 3, с. 32—41. — 7. *Лошаков В.Г., Иванова С.Ф.* Баланс питательных веществ в специализированных зерновых севооборотах и при бессменном возделывании зернофуражных культур. — Изв. ТСХА, 1989, вып. 5, с. 17—27. — 8. *Лошаков В.Г., Иванова С.Ф., Верещак В.Н.* Оценка влияния погодных условий на урожай-

ность зернофуражных культур при разном уровне агротехники. — Изв. ТСХА, вып. 1, 1991, с. 19—29. — 9. *Сдобников С.С., Бойков В.А.* Мобильные формы гумуса и плодородие осушаемой почвы. — Земледелие, 1993, № 2, с. 7—8. — 10. *Rudolf Behm.* — Kurzmitteilung.

Potsdam-Labor. Eberswalder, 1987. — 11. Bestimmung von Gesamt-Stickstoff nach Kjeldahl. Methoden Buch I, 1991, S. 1—10. — 12. Bestimmung von Phosphor und Kalium im Doppellactat (DL) — Auszug. Methoden. Buch I, 1991, S. 1—12.

*Статья поступила 20 июня
1994 г.*

SUMMARY

The data collected for many years in Moscow region about the effect of field crop rotations and of growing barley and oats as monoculture using postharvest green manure both alone and in combination with straw manure on the content of humus and nutrient elements in medium-textured soddy-podzolic soils at medium stage of cultivation are presented.