

УДК 631.44:551.432:631.51:632.954

ПЛОДОРОДИЕ СКЛОНОВЫХ ЗЕМЕЛЬ И УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ

И. П. МАКАРОВ, Г. И. БАЗДЫРЕВ, В. А. КУПРЮШКИН, А. Х. ОНТАЕВ

(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

На склоновых землях развиваются эрозионные процессы, которые вызывают ухудшение агрономических свойств почвы, снижают ее плодородие. Потери питательных веществ, выраженные в стандартных туках, достигают в результате водно-эрозионных процессов 38 млн. т [6].

Значительный вред сельскохозяйственному производству наносит водная эрозия и в Нечерноземной зоне. Только эродированных и эрозионно опасных земель в этой зоне более 10 млн. га [2, 9, 12].

Многие исследователи [5, 16, 17, 20] отмечают, что развитию эрозионных процессов способствуют большая расчлененность рельефа, глубокое промерзание и медленное оттаивание почвы, образование ледяного экрана на ее поверхности, мощное отложение снега и интенсивный сток воды. В зоне запасы воды в снеге обычно составляют 100—120 мм, из которых 80—1000 мм стекает. Кроме того, водная эрозия вызывается ливневыми осадками в течение вегетационного периода. Почвы здесь в основном дерново-подзолистые, с небольшим гумусовым горизонтом, отличаются слабой водопроцнностью структурных агрегатов, плохой водопроницаемостью, что способствует развитию эрозионных процессов [18, 21].

В результате смыва плодородного слоя уменьшается содержание гумуса, ухудшаются агрофизические, физико-химические свойства почвы, снижается урожайность сельскохозяйственных культур [10, 13, 14, 18].

Наиболее эффективным средством защиты почвы, повышения ее плодородия и увеличения урожайности сельскохозяйственных культур являются почвозащитные приемы обработки почвы в сочетании с высокими нормами удобрений [4, 15, 19]. В опытах [3, 7, 9, 22] установлено, что лучшими приемами обработки почвы, способствующими уменьшению эрозионных процессов, являются безотвальные и минимальные обработки почвы (плоскорезная, поверхностная) с оставлением растительных остатков на поверхности почвы. Однако при безотвальных обработках усиливается засоренность посевов и они должны применяться в сочетании с эффективными гербицидами [3, 11].

Вопросы защиты почв на склоновых землях при интенсивном земледелии в условиях Нечерноземной зоны изучены недостаточно. В частности, для данной зоны не определены эффективные сочетания почвозащитных приемов обработки почвы и гербицидов, их влияние на показатели плодородия почвы и урожайность сельскохозяйственных культур на склоновых землях.

Условия и методика

Исследования проводили в 1978—1982 гг. в многолетнем двухфакторном стационарном полевом опыте 12 «Разработка научных основ защиты почвы от эрозии и сор-

няков на склоновых землях в условиях интенсивного земледелия», заложенного в 1977 г. по предложению Б. А. Доспехова на Почвенно-агрономической станции имени

Агрохимическая характеристика почвы опытного участка

| Глубина взятия образца, см | С, % | N, % | pH _{сол} | H _г | H _{обм} | S | V, % | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|----------------------------|------|------|-------------------|----------------|------------------|------|------|-------------------------------|------------------|
| | | | | мэкв/100 г | | | | мг/100 г | |
| 0—10 | 0,79 | 0,13 | 6,32 | 2,9 | 0,15 | 14,6 | 82,5 | 14,9 | 15,8 |
| 10—20 | 0,75 | 0,13 | 6,37 | 2,8 | 0,14 | 14,7 | 84,0 | 13,1 | 13,5 |
| 20—40 | 0,38 | 0,09 | 4,89 | 5,4 | 0,35 | 13,3 | 70,4 | 9,2 | 13,0 |

В. Р. Вильямса в учхозе «Михайловское».¹

Опыт заложен в севообороте ячмень — вико-овсяный пар — озимая пшеница — овес на участке с односторонним южным склоном 3—3,5° стандартным ямб-методом, латинским прямоугольником 4×2×2 и латинским квадратом 4×4. Размер делянки по обработке 35×15 м, по гербицидам — 35×7,5 м. Варианты основной обработки (фактор А): 1 — обычная — вспашка на 20—22 см поперек склона; 2 — обычная + щелевание — вспашка на 20—22 см с последующим щелеванием на 45—50 см; 3 — плоскорезная — обработка на 20—22 см плоскорезами-глубококорыжителями КПГ-2-150; 4 — минимальная — дискование на глубину 6—8 см и один раз за ротацию севооборота вспашка на 20—22 см после уборки вико-овсяной смеси. После уборки предшественника перед проведением основных обработок ежегодно проводится улучшение в 1, 2 и 4-м вариантах обработки. Предпосевная обработка включает дискование на 8—10 см для заделки удобрений и обработку РВК-3 перед посевом.

Схема защиты от сорняков (фактор В) следующая: 1 — без гербицидов (0); 2 — насыщение гербицидами 25 % (1 поле севооборота); 3 — то же 50 % (2 поля); 4 — 75 % (3 поля); 5 — 100 % (4 поля). Гербициды аминную соль, симазин, линурон, диален и феноген использовали в рекомендованных дозах.

Удобрения в опыте вносятся на планируемую урожайность: ячменя — 40, озимой пшеницы — 50, овса — 30 ц зерна, вико-овсяной смеси — 200 ц зеленой массы с 1 га. Органические удобрения вносятся весной один раз за ротацию севооборота в количестве 40 т/га, минеральные удобрения — весной ежегодно.

Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая среднеоккультуренная, по механическому составу средний суглинок. Агрохимические свойства почвы перед закладкой опыта представлены в табл. 1.

¹ Схема по обработкам почвы разработана И. С. Кочетовым, схема по гербицидам — Г. И. Баздыревым.

Опытное поле расположено в юго-западной части Московской области и входит в среднеувлажненный подрайон с влагообеспеченностью 0,7—0,8.

В годы проведения опыта метеорологические условия были неодинаковыми. Вегетационные периоды 1978 и 1980 гг. отличались повышенным увлажнением и сравнительно низкой температурой воздуха по сравнению с средними многолетними данными. 1979 и 1981 годы были засушливыми и жаркими. Наиболее благоприятным для роста и развития культур оказался 1982 год.

В опыте выращиваются озимая пшеница Мироновская 808, ячмень Надя, овес Астор, вико Льговская. Агротехника возделывания культур отличается от рекомендованной только обработкой почвы. Нормы и сроки посева, глубина заделки семян зерновых соответствуют рекомендациям для данной зоны.

Степень засоренности и видовой состав сорняков определяли перед применением гербицидов (фаза кушения у зерновых) и через 35—40 дней после опрыскивания. Обилие сорняков учитывали на 16 площадках размером 0,5×0,5 м. Почвенные образцы для анализов отбирали во всех повторениях в трех точках на делянке, влажность почвы определяли весовым методом, плотность — объемно-весовым методом цилиндром емкостью 374 см³, твердость почвы — твердомером ВИСХОМ, структурность и водопрочность почвенных агрегатов — на приборе ВИП. Содержание P₂O₅ и K₂O устанавливали по Кирсанову (ОСТ 4640—76), нитратный азот — по Борисовой. Урожай убирали поделаночно методом сплошной уборки с последующим пересчетом на 100 % чистоту и 14 % влажность. Экспериментальные данные обрабатывали статистически с использованием метода дисперсионного анализа.

В данном сообщении в основном рассматриваются результаты исследований за последние годы, когда выявилось действие изучаемых приемов обработки на фоне 100 % насыщения гербицидами по сравнению с контролем (обычная обработка без гербицидов).

Результаты исследований

Засоренность. В опытных и производственных посевах характер распределения сорняков по элементам склона определялся экспозицией склона, выращиваемой культурой, агротехникой, приемами обработки почвы и другими факторами. Нами установлено [1], что на склоновых землях развивается характерный агрофитоценоз, значительно отличающийся от агрофитоценоза равнинных земель. В целом следует отметить, что численность и масса сорных растений возрастает

Засоренность посевов (шт/м² в числителе и г/м² в знаменателе)
в среднем за 5 лет ко 2-му сроку учета

| Варианты обработки | Насыщение гербицидами, % | | | | | Средняя |
|-----------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | |
| Всего | | | | | | |
| Обычная | $\frac{232}{7,9}$ | $\frac{163}{30,6}$ | $\frac{79}{27,1}$ | $\frac{51}{9,1}$ | $\frac{5,7}{8,1}$ | $\frac{116}{16,6}$ |
| Обычная + щелевание | $\frac{313}{44,4}$ | $\frac{298}{46,6}$ | $\frac{82}{29,0}$ | $\frac{71}{16,4}$ | $\frac{52}{13,4}$ | $\frac{163}{30,0}$ |
| Плоскорезная | $\frac{311}{106,7}$ | $\frac{231}{67,5}$ | $\frac{96}{43,0}$ | $\frac{57}{29,6}$ | $\frac{66}{21,4}$ | $\frac{152}{53,6}$ |
| Минимальная | $\frac{311}{66,0}$ | $\frac{293}{77,9}$ | $\frac{105}{22,0}$ | $\frac{84}{19,6}$ | $\frac{65}{16,9}$ | $\frac{172}{40,5}$ |
| В т. ч. многолетников | | | | | | |
| Обычная | $\frac{19}{9,2}$ | $\frac{12}{5,1}$ | $\frac{10}{7,2}$ | $\frac{8}{2,6}$ | $\frac{6}{1,1}$ | $\frac{11}{5,0}$ |
| Обычная + щелевание | $\frac{7}{3,6}$ | $\frac{2}{0,9}$ | $\frac{10}{5,5}$ | $\frac{10}{4,1}$ | $\frac{6}{1,6}$ | $\frac{7}{3,1}$ |
| Плоскорезная | $\frac{25}{23,4}$ | $\frac{15}{8,3}$ | $\frac{19}{4,4}$ | $\frac{7}{2,4}$ | $\frac{13}{3,0}$ | $\frac{16}{8,3}$ |
| Минимальная | $\frac{18}{13,9}$ | $\frac{20}{15,3}$ | $\frac{21}{10,5}$ | $\frac{8}{3,7}$ | $\frac{8}{3,4}$ | $\frac{15}{9,4}$ |

сверху вниз по склону, в нижних элементах склона усиливается засоренность многолетними сорняками.

Характер распределения сорняков по склону не зависел от варианта обработки. Ко времени 1-го учета количество сорняков без применения гербицидов при обычной вспашке составило 241 шт/м², 976 шт/м².

На 5-й год опыта стало значительно заметнее действие и последствие гербицидов. Оно проявлялось по мере насыщения гербицидами севооборота.

В вариантах с почвозащитными обработками, особенно при плоскорезной и минимальной, увеличивались засоренность, численность сорняков и их масса (табл. 2), причем засоренность повышалась в основном за счет многолетников. Аналогичное увеличение засоренности наблюдалось и на фоне применения гербицидов, хотя последние значительно снижали численность сорных растений и их массу. Так, в вариантах со 100 % насыщением гербицидами 70—75 % сорняков погибли, а сухая масса сорняков уменьшилась в 5—6 раз.

Агрофизические показатели дерново-подзолистой почвы. Влажность в метровом слое в фазе кущения овса (1981 г.) по всем вариантам обработки была одинаковой и составляла 307,2—308,2 мм, некоторое уменьшение ее отмечалось по вспашке (296,2 мм). Наибольший расход влаги в течение вегетации наблюдался в контроле (обычная обработка без применения гербицидов) вследствие высокой засоренности. В результате влажность почвы в этом случае снизилась на 127,8 мм, в то время как при обычной обработке с использованием гербицидов в условиях засушливого лета почвенная влага расходовалась более рационально и ее запас снизился на 109,2 мм. В вариантах с безотвальными обработками, где также отмечалось лучшее развитие как сорных, так и культурных растений, расход влаги был выше, чем при обычной, и составил по плоскорезной обработке 122,8 мм, а по минимальной — 116,5 мм. Нарезка щелей на глубину 45—50 см осенью по вспашке обеспечила более высокую водопроницаемость почвы в весенне-летний период, в результате посевы овса были лучше обеспечены

влажностью в течение всей вегетации и к моменту уборки запасы ее оказались на 12,2 мм больше, чем в контроле. То же отмечалось и на посевах ячменя в 1982 г. до середины вегетации. Затем вследствие выпадения большого количества осадков во второй половине вегетации влажность почвы к моменту уборки ячменя была несколько выше, чем в начале развития растений.

Ежегодные безотвальные обработки (плоскорезная, минимальная) не имели преимуществ по накоплению влаги в почве. Некоторое увеличение влажности почвы в среднем за 2 года по сравнению с контролем наблюдалось в варианте сочетания обычной вспашки со щелеванием как в пахотном (на 1,0 мм), так и в метровом (на 5,7 мм) слое.

Таблица 3

Запас влаги (мм) в слое 0—20 см (числитель) и 0—100 см (знаменатель)

| Вариант обработки | 1981 г. (овес) | | | | 1982 г. (ячмень) | | | |
|-----------------------|----------------|---------------------|---------------|----------------------|------------------|-----------|---------------|----------------------|
| | кущение | выметывание метелки | перед уборкой | средний за вегетацию | всходы | колошение | перед уборкой | средний за вегетацию |
| Без гербицидов | | | | | | | | |
| Обычная (контроль) | 52,6 | 27,8 | 15,6 | 32,0 | 55,8 | 45,9 | 61,2 | 54,3 |
| | 308,2 | 256,3 | 180,4 | 248,3 | 305,3 | 286,1 | 319,3 | 303,6 |
| С гербицидами | | | | | | | | |
| Обычная | 52,7 | 29,9 | 18,8 | 33,0 | 53,9 | 47,1 | 61,0 | 54,0 |
| | 296,2 | 268,0 | 187,0 | 250,5 | 305,3 | 281,7 | 323,6 | 303,6 |
| Обычная + щелевание | 52,4 | 28,9 | 17,0 | 32,8 | 56,2 | 49,9 | 60,5 | 55,6 |
| | 307,2 | 262,5 | 192,6 | 254,1 | 307,2 | 294,8 | 325,8 | 309,3 |
| Плоскорезная | 54,1 | 26,1 | 15,4 | 31,8 | 55,3 | 43,7 | 60,6 | 53,2 |
| | 307,6 | 255,6 | 184,8 | 249,4 | 305,8 | 276,5 | 324,4 | 302,2 |
| Минимальная (лушение) | 53,4 | 27,6 | 16,8 | 32,6 | 55,9 | 45,5 | 61,3 | 54,3 |
| | 307,3 | 260,2 | 190,8 | 252,8 | 304,6 | 280,5 | 314,7 | 299,9 |

Наблюдалась тенденция к снижению запасов влаги в метровом слое вниз по склону, особенно к концу вегетационного периода, что объясняется лучшим развитием сорной и культурной растительности, а также увеличенным внутрпочвенным стоком в этой части склона (табл. 3).

Плотность почвы и общая пористость существенно не изменялись в слое 0—10 см как по элементам склона, так и по обработкам и в среднем за два года составляли соответственно 1,32—1,33 г/см³ и 48,2—48,8 %. В слое 10—20 см отмечалось уплотнение почвы на 0,03—0,07 г/см³ по сравнению с контролем в посевах овса по безотвальной обработке, в посевах ячменя (1982 г.) этот показатель несколько увеличился в варианте обычной обработки со щелеванием.

Анализ изменения плотности почвы в течение вегетации показал, что в среднем за 2 года на посевах яровых зерновых в начальной стадии развития культур в слое 10—20 см при безотвальных обработках было более плотное сложение почвы, чем в контроле (1,49 против 1,44 г/см³). В дальнейшем эти различия сохранялись только в варианте с минимальной обработкой. Важно отметить, что при минимальной обработке в слое 0—10 см к периоду уборки отмечалось снижение плотности почвы на 0,3 г/м³ в сравнении с контролем. Если придерживаться общепринятой классификации, плотность почвы в естественном сложении под зерновыми культурами как в засушливом 1981 г., так и во влажном 1982 г. была близка к оптимальной только в слое 0—10 см, в более глубоких слоях она достигала равновесных значений (1,35—1,50 г/см³). Это связано с тяжелым механическим составом, низкой гумусированностью, а также значительной эродированностью

почвы, что привело к быстрому заплыванию ее в осенне-зимний период. При предпосевной обработке верхний 8—10 см слой почвы разрыхлялся и плотность выравнивалась в среднем по всем вариантам (табл. 4).

Таблица 4

Плотность почвы (г/см³, числитель) и ее пористость (% , знаменатель) по слоям

| Вариант обработки | 1981 г. (овес) | | | 1982 г. (ячмень) | | | Средняя за 2 года | | |
|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 0—10 | 10—20 | 20—40 | 0—10 | 10—20 | 20—40 | 0—10 | 10—20 | 20—40 |
| Без гербицидов | | | | | | | | | |
| Обычная (контроль) | $\frac{1,32}{48,6}$ | $\frac{1,37}{46,7}$ | $\frac{1,49}{42,5}$ | $\frac{1,34}{47,8}$ | $\frac{1,42}{44,8}$ | $\frac{1,46}{43,8}$ | $\frac{1,33}{48,2}$ | $\frac{1,40}{45,5}$ | $\frac{1,48}{43,0}$ |
| С гербицидами | | | | | | | | | |
| Обычная | $\frac{1,31}{49,0}$ | $\frac{1,38}{46,3}$ | $\frac{1,50}{42,0}$ | $\frac{1,34}{47,8}$ | $\frac{1,40}{45,5}$ | $\frac{1,47}{43,4}$ | $\frac{1,32}{48,6}$ | $\frac{1,39}{45,9}$ | $\frac{1,48}{42,8}$ |
| Обычная + щелевание | $\frac{1,30}{49,4}$ | $\frac{1,38}{46,3}$ | $\frac{1,48}{43,0}$ | $\frac{1,33}{48,2}$ | $\frac{1,46}{43,3}$ | $\frac{1,48}{43,0}$ | $\frac{1,32}{48,8}$ | $\frac{1,42}{44,8}$ | $\frac{1,48}{43,0}$ |
| Плоскорезная | $\frac{1,32}{48,6}$ | $\frac{1,40}{45,5}$ | $\frac{1,51}{41,6}$ | $\frac{1,34}{47,8}$ | $\frac{1,44}{44,0}$ | $\frac{1,48}{43,0}$ | $\frac{1,33}{48,2}$ | $\frac{1,42}{44,8}$ | $\frac{1,50}{42,3}$ |
| Минимальная (лушение) | $\frac{1,32}{48,6}$ | $\frac{1,44}{43,8}$ | $\frac{1,48}{43,0}$ | $\frac{1,32}{48,6}$ | $\frac{1,42}{44,8}$ | $\frac{1,46}{43,8}$ | $\frac{1,32}{48,6}$ | $\frac{1,43}{44,3}$ | $\frac{1,47}{43,4}$ |

Твердость почвы находится в тесной прямой корреляционной связи с плотностью и в обратной — с ее влажностью [8]. В наших исследованиях в засушливом 1981 г. запас влаги в почве в течение вегетации под овсом был значительно ниже, чем в 1982 г., под посевами ячменя, и в результате твердость почвы оказалась больше в 2 раза. Уплотнение почвы при безотвальных обработках в слое 10—20 см привело к увеличению твердости пахотного слоя на 3,0—3,6 кг/см², в слое же 0—10 см в среднем за 2 года различия по вариантам были несущественными (табл. 5).

Таблица 5

Твердость почвы (кг/см²) по слоям

| Вариант обработки | 1981 г. (овес) | | 1982 г. (ячмень) | | | Средняя за 2 года | |
|-----------------------|----------------|------|------------------|------|------|-------------------|------|
| | 0—10 | 0—20 | 0—10 | 0—20 | 0—30 | 0—10 | 0—20 |
| Без гербицидов | | | | | | | |
| Обычная (контроль) | 10,1 | 26,1 | 5,1 | 14,2 | 26,1 | 7,6 | 20,2 |
| С гербицидами | | | | | | | |
| Обычная | 10,6 | 26,3 | 5,0 | 13,7 | 25,3 | 7,8 | 20,0 |
| Обычная + щелевание | 9,5 | 24,5 | 5,0 | 14,0 | 25,3 | 7,2 | 19,3 |
| Плоскорезная | 11,5 | 29,2 | 5,6 | 17,2 | 30,8 | 8,6 | 23,2 |
| Минимальная (лушение) | 11,8 | 30,9 | 5,1 | 16,8 | 29,2 | 8,4 | 23,8 |

По элементам склона наблюдалось уменьшение твердости почвы в нижней ее части, в контроле она снизилась на 0,7 кг/см², при обычной вспашке с применением гербицидов — на 2,7, при плоскорезной — на 3, минимальной — на 1,7 кг/см².

Необходимо также отметить, что низкий запас влаги в почве и очень высокая твердость пахотного слоя в течение вегетации 1981 г. обусловили слабое развитие овса и снижение его урожайности.

Наиболее важным показателем, определяющим устойчивость слоения почвы, а также сопротивляемость ее к воздействию водной эрозии, является содержание в почве водопрочных агрегатов.

Ежегодные почвозащитные обработки в специализированном зерновом севообороте оказали положительное влияние на структуру почвы. Содержание водопрочных агрегатов >0,25 мм в среднем за 2 года

в посевах овса и ячменя в слое 0—10 см в варианте со щелеванием увеличилось на 4,6 %, по плоскорезной обработке — на 7,3, по минимальной — на 4,7 %, а в слое 10—20 см — соответственно на 4,9, 6,2 и 9,3 % по сравнению со вспашкой без гербицидов (табл. 6).

Коэффициент структурности в среднем за 2 года был практически одинаковым по всем вариантам опыта. В засушливом 1981 г. отмечалось некоторое ухудшение структурности при почвозащитных обработках. Количество водопрочных агрегатов в нижней части склона по плоскорезной обработке увеличилось на 4,4 %, по минимальной —

Таблица 6

Содержание водопрочных агрегатов (%) в почве по слоям

| Вариант обработки | 1981 г. (овес) | | | 1982 г. (ячмень) | | | Среднее за 2 года | | |
|-----------------------|----------------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------------------|-------|-------|
| | 0—10 | 10—20 | 20—40 | 0—10 | 10—20 | 20—40 | 0—10 | 10—20 | 20—40 |
| Без гербицидов | | | | | | | | | |
| Обычная (контроль) | 42,8 | 42,6 | 32,6 | 45,8 | 42,8 | 41,2 | 44,3 | 42,7 | 36,9 |
| С гербицидами | | | | | | | | | |
| Обычная | 46,6 | 44,1 | 34,2 | 44,7 | 42,9 | 41,8 | 45,6 | 43,5 | 38,0 |
| Обычная + щелевание | 48,9 | 45,3 | 37,6 | 48,9 | 49,8 | 41,8 | 48,9 | 47,6 | 39,7 |
| Плоскорезная | 52,0 | 50,8 | 32,7 | 51,0 | 47,0 | 40,0 | 51,5 | 48,9 | 36,4 |
| Минимальная (лушение) | 48,6 | 52,1 | 38,6 | 49,4 | 52,0 | 40,2 | 49,0 | 52,0 | 39,4 |

на 4,0, по щелеванию — на 5,7 %, в то время как в контроле оно снижалось на 3,1 %, а при обычной вспашке по фону с гербицидами — на 8,8 %.

Увеличению количества водопрочных агрегатов почвозащитных обработках способствовало наличие растительных остатков на поверхности почвы, более высокая водопроницаемость (в варианте со щелеванием), а также то, что основная масса корней размещалась в слоях 0—10 см и 10—20 см. В результате наблюдались меньшие размыв и смыв почвы и улучшение агрофизических показателей в нижних элементах склона, в то время как при обычной обработке поперек склона, вероятно, вследствие повышенного стока здесь ухудшилась структурность почвы.

Известно, что агрофизические свойства почвы в значительной мере определяют пищевой режим растений. На склоновых землях происходит довольно сложное перераспределение элементов питания по склону, изменяются соотношения доступных и недоступных форм питательных веществ. Эти процессы зависят от способов обработки почвы.

В условиях нашего опыта, при единой системе удобрения, основная масса легкодоступного азота распределялась в слое 0—10 см, где его содержание было в 2 раза выше, чем в слое 10—20 см.

Некоторое снижение содержания нитратного азота в верхнем 10 см слое почвы в посевах овса отмечалось по плоскорезной обработке в контроле, в посевах же ячменя по плоскорезной обработке оно было значительно ниже — 7,4 кг, в варианте со щелеванием равнялось 7,6 мг, в то время как в контроле — 13,8 мг на 1 кг почвы (табл. 7). В более глубоких слоях различий по вариантам не наблюдалось. Также не было различий в содержании нитратного азота по элементам склона.

Почвозащитные безотвальные обработки почвы способствовали накоплению подвижных форм фосфорной кислоты, содержание которых в среднем за 2 года в слое 0—10 см составило 172 мг, в то время как при обычной обработке по фону с гербицидами — 134 мг на 1 кг почвы.

При использовании гербицидов более рационально расходовались доступные формы фосфорной кислоты. В среднем по всем вариантам содержание P_2O_5 в слое 0—10 см в нижних элементах склона увеличилось со 139 (контроль) до 179 кг, в слое 10—20 см — соответственно

Содержание подвижных форм азота, фосфора и калия в почве (мг на 1 кг)

| Вариант обработки | Слой почвы, см | 1981 г. (овес) | | | 1982 г. (ячмень) | | | Среднее за 2 года | | |
|-----------------------|----------------|-----------------|-------------------------------|------------------|------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | NO ₃ | P ₂ O ₅ | K ₂ O | NO ₃ | P ₂ O ₅ | K ₂ O | NO ₃ | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Без гербицидов | | | | | | | | | | |
| Обычная (контроль) | 0—10 | 11,4 | 124 | 101 | 13,3 | 132 | 341 | 12,6 | 128 | 221 |
| | 10—20 | 10,0 | 109 | 103 | 3,6 | 116 | 312 | 6,8 | 114 | 208 |
| | 20—30 | 4,9 | 91 | 85 | 4,1 | 102 | 265 | 4,5 | 96 | 175 |
| С гербицидами | | | | | | | | | | |
| Обычная | 0—10 | 15,0 | 130 | 106 | 12,0 | 137 | 406 | 13,5 | 134 | 256 |
| | 10—20 | 10,5 | 116 | 106 | 3,1 | 136 | 378 | 6,8 | 126 | 242 |
| | 20—30 | 5,3 | 89 | 78 | 3,6 | 116 | 239 | 4,5 | 103 | 158 |
| Обычная + щелевание | 0—10 | 15,5 | 130 | 102 | 7,6 | 135 | 468 | 11,6 | 132 | 285 |
| | 10—20 | 8,8 | 120 | 108 | 3,6 | 116 | 342 | 6,2 | 118 | 225 |
| | 20—30 | 4,7 | 92 | 81 | 3,0 | 104 | 238 | 3,8 | 96 | 160 |
| Плоскорезная | 0—10 | 13,8 | 160 | 126 | 7,4 | 184 | 519 | 10,6 | 172 | 322 |
| | 10—20 | 10,0 | 112 | 96 | 3,6 | 122 | 271 | 6,8 | 117 | 184 |
| | 20—30 | 4,6 | 83 | 71 | 2,8 | 94 | 169 | 3,7 | 89 | 120 |
| Минимальная (лушение) | 0—10 | 16,6 | 152 | 120 | 13,6 | 191 | 518 | 15,1 | 172 | 319 |
| | 10—20 | 12,8 | 126 | 102 | 3,7 | 130 | 281 | 8,2 | 128 | 192 |
| | 20—30 | 4,6 | 96 | 81 | 3,6 | 117 | 208 | 4,1 | 106 | 144 |

от 104 до 146 мг на 1 кг почвы. Аналогично изменялось содержание доступного фосфора и в более глубоких слоях.

Количество обменного калия, как и фосфора, также зависело от обработки и элементов склона. Самое большое содержание калия в слое 0—10 см было по плоскорезной и минимальной обработкам — 322 и 319 мг, тогда как по обычной обработке — всего 256 мг на 1 кг почвы. Самое низкое содержание обменного калия отмечалось в контроле — 221 мг на 1 кг почвы. Надо отметить, что содержание калия в слоях 10—20 и 20—30 см по безотвальным обработкам ниже, чем при обычной вспашке, из-за более резкой дифференциации пахотного слоя почвы. Наблюдалось увеличение количества обменного калия в нижней части склона, в слое 0—20 см на 22 мг, в подпахотном слое — на 24 мг на 1 кг почвы.

Урожайность культур зернового севооборота. Как показали пятилетние данные, она практически не зависела от способа обработки почвы (табл. 8). Однако нужно отметить, что в за-

Таблица 8

Урожайность сельскохозяйственных культур (ц/га)

| Вариант обработки | 1978 г., ячмень | 1979 г., вико-овсяная смесь (сено 16 % влажности) | 1980 г., оз. пшеница | 1981 г., овес | 1982 г., ячмень |
|---------------------|-----------------|---|----------------------|---------------|-----------------|
| Без гербицидов | | | | | |
| Обычная (контроль) | 25,4 | 47,8 | 20,8 | 15,9 | 41,0 |
| С гербицидами | | | | | |
| Обычная | 26,3 | 47,5 | 20,6 | 17,3 | 41,3 |
| Обычная + щелевание | 26,7 | 46,4 | 20,5 | 18,7 | 39,8 |
| Плоскорезная | 25,2 | 47,0 | 20,9 | 20,1 | 35,6 |
| Минимальная | 23,8 | 51,3 | 20,5 | 20,5 | 41,4 |
| НСР ₀₅ | 3,35 | 4,47 | 1,28 | 2,26 | 1,90 |

сушливом 1981 г. по безотвальным обработкам получены существенные прибавки урожая овса: по плоскорезной обработке — 4,2, по минимальной — 4,6 ц/га. Щелевание также обеспечило прибавку 2,8 ц/га по сравнению с контролем без гербицидов. В условиях засушливого 1979 г. по минимальной обработке урожай сена вико-овсяной смеси увеличился на 3,5 ц/га.

На 5-й год опыта в вариантах плоскорезной обработки отмечалось существенное снижение урожайности ячменя. Основными причинами было усиление засоренности и ухудшение пищевого режима, в частности азотного.

Заключение

Изучение закономерностей изменения фитосанитарного состояния посевов, агрофизических и агрохимических показателей плодородия дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы на склоновых землях в зависимости от приемов почвозащитной обработки в специализированном зерновом севообороте показало, что данные приемы обработки способствуют улучшению пищевого режима растений, повышению количества водопрочных агрегатов, что является главной предпосылкой к повышению устойчивости почвы к эрозионным процессам.

Однако применение почвозащитных приемов обработки почвы приводит к усилению засоренности посевов, при этом на склоновых землях развивается характерный биоценоз, значительно отличающийся от биоценоза равнинных земель.

Таким образом, широкое использование плоскорезной, минимальной (поверхностной) обработок, а также щелевания в течение 4—5 лет без снижения урожайности выращиваемых сельскохозяйственных культур возможно только на фоне высоких норм удобрений при систематическом применении эффективных гербицидов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баздырев Г. И., Аксенов А. А., Купрюшкин В. А. Особенности засоренности ячменя на склоновых землях. — Биол. основы повышения урожайности с.-х. культур. М.: ТСХА, 1981, с. 71—73.
2. Беляев В. А. Борьба с водной эрозией почв в Нечерноземной зоне. М.: Россельхозиздат, 1976.
3. Беляускас П. М. Минимальная обработка почвы на эродированных склонах. — Земледелие, 1981, № 7, с. 17—18.
4. Бирюкович А. В. Влияние удобрений на почвозащитную эффективность культур, их урожай и физические свойства дерново-подзолистой почвы. — Агрохимия, 1981, № 7, с. 103—107.
5. Борец В. Защита почв от водной эрозии. — Сельск. хоз-во Нечерноземья, 1980, № 11, с. 19—21.
6. Гордеев А. М., Цуриков Л. И., Явтушенко В. Е. Влияние удобрений и комбинированной вспашки на защиту дерново-подзолистых почв от эрозии. — Почвоведение, 1975, № 3, с. 114.
7. Ванин Д. Е. Почвозащитные системы земледелия в районах водной эрозии. — Земледелие, 1983, № 1, с. 15—16.
8. Гриценко В. В., Пупонин А. И., Цвирко Э. А. Влияние способов основной обработки дерново-подзолистой почвы на урожайность ячменя и овса. — Изв. ТСХА, 1982, вып. 1, с. 27—32.
9. Жилко В. В. Эродированные почвы БССР и их использование. Минск: Ураджай, 1976.
10. Заславский М. Н., Каштанов А. Н. Почвозащитное земледелие. М.: Россельхозиздат, 1979.
11. Зуза В. С. Борьба с сорняками в почвозащитном земледелии. — Химия в сельск. хоз-ве, 1977, № 9, с. 26—31.
12. Лидов В. П. Процессы водной эрозии в зоне дерново-подзолистых почв. М.: Изд-во МГУ, 1981.
13. Мазурец Г. В. Защита почв от водной эрозии в Московской области. — В сб.: Противозерозонная защита земель. М.: ГИЗР, 1979, с. 90—98.
14. Оплендер Н. В. Потери и накопление гумуса в эродированных почвах. — Вестн. с.-х. науки, 1980, № 9, с. 34—39.
15. Саранин К. И., Старовойтов Н. А. Влияние основной обработки на плодородие почвы. Земледелие, 1982, № 9, с. 27—29.
16. Трегубов П. С., Зверхановский Н. В. Борьба с эрозией почв в Нечерноземье. Л.: Колос, 1981.
17. Трегубов П. С., Брауде Н. Д., Гусаров В. Г. Защита почв от эрозии. — Вестн. с.-х. науки, 1979, № 2, с. 33—39.
18. Черемисинов Г. А. Эродированные почвы и их продуктивное использование. М.: Колос, 1968.
19. Metcalfe D., Elkins D. — Crop production principles and practices 4th edition, 1980.
20. McDole R. E. — Idaho univ., 1980, N 523, p. 1—4.
21. Onstad C., Olterby M. — J. Soil Water Conserw., 1979, vol. 34, N 2, p. 94—96.
22. Swoboda R. — Wallace Farmer, 1981, N 106, p. 4—15.

Статья поступила 19 мая 1983 г.

SUMMARY

Methods of soil-protecting treatment (coultter treatment, minimal treatment, soil slotting) on slopes in a special grain crop rotation contribute to better nutrient regime, higher soil resistance to erosion, in particular, to greater number of water-stable aggregates.

However, application of these methods results in higher crop weediness. A specific biocenosis develops on slope lands, differing considerably from that of level lands.

Wide application of soil-protecting treatment without any decrease in yielding capacity of farm crops grown is possible only under high rates of fertilization and systematic application of herbicides.