

УДК 631.8 + 631.51 + 632.954:631.559

**КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ
ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ****Г. И. БАЗДЫРЕВ, Б. В. АНТИПОВ****(Кафедра земледелия и методики опытного дела)**

В условиях Центрального района Нечерноземной зоны РСФСР совместное применение органических, минеральных удобрений, эффективных гербицидов и почвозащитных технологий позволяет улучшить фитосанитарное состояние склоновых земель.

Прибавка урожая озимой пшеницы от применения гербицидов составила 2,7—4,6 ц/га, ячменя — 3—4,8, а от удобрений — 5,11—11,2 ц/га. При комплексном применении средств химизации в сочетании с почвозащитными технологиями обработки почвы наблюдалось их положительное взаимодействие, прирост урожайности составил 10,1—20,0 ц/га.

В решениях XXVII съезда КПСС и в Продовольственной программе СССР выделены наиболее важные направления научно-технического прогресса в земледелии: разработка более совершенных зональных систем земледелия, обеспечивающих повышение плодородия почвы; освоение энергосберегающих, почвозащитных и интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур; повышение урожайности и производительности труда. В первую очередь это относится к склоновым землям [1, 6, 10].

Эрозионные процессы, развивающиеся на склоновых землях, вызывают ухудшение агрономических свойств почвы, снижение ее плодородия. В результате смыва плодородного слоя уменьшается содержание гумуса, ухудшаются агрофизические, физико-химические свойства почвы, снижается урожайность сельскохозяйственных культур. Значительный вред сельскохозяйственному производству наносит водная эрозия и в Нечерноземной зоне, в которой площадь эродированных и эрозионно опасных земель составляет более 10 млн. га [6, 12, 13, 17].

Наиболее эффективным средством защиты почвы, повышения ее плодородия и увеличения урожайности сельскохозяйственных культур являются почвозащитные технологии обработки почвы в сочетании с высокими нормами удобрений [3, 10, 19]. Исследованиями последних лет показано, что лучшими приемами обработки почвы, способствующими уменьшению эрозионных процессов, являются безотвальные и минимальные обработки с оставлением растительных остатков на поверхности почвы. Однако минимализация обработки почвы в сочетании с внесением удобрений способствует повышению засоренности посевов и почвы, что вызывает необходимость в применении эффективных гербицидов [3, 4].

Вопросы защиты почв на склоновых землях в сочетании с комплексной химизацией в условиях Центрального района Нечерноземной зоны РСФСР изучены недостаточно. Эффективность почвозащитных технологий обработки почвы, использования удобрений, пестицидов и регуляторов роста растений резко возрастает при их применении в комплексе, когда каждое воздействие создает благоприятные условия для того, чтобы применяемые одновременно или последовательно средства химизации оказывали максимальное положительное действие, обеспечивая получение стабильных урожаев хорошего качества [2, 11].

Для условий Нечерноземной зоны РСФСР не определены эффективные сочетания почвозащитных технологий с комплексной химизацией, их влияние на показатели плодородия почвы и урожайность сельскохозяйственных культур на склоновых землях.

В связи с этим нашей целью было изучить действие и взаимодействие обработки почвы, удобрений, гербицидов и их систем как основных факторов интенсификации на засоренность и урожайность зерновых культур на склоновых землях.

Методика

Исследования проводили в 1982—1985 гг. на опытном поле межфакультетской лаборатории Тимирязевской академии в учхозе «Михайловское» Подольского района Московской области в полевом трехфакторном опыте, заложенном в 1982 г. методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов. Участок расположен на склоне южной экспозиции крутизной 1,5—2°. Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая слабосмытая.

Содержание углерода составляет 0,79 %, общего азота (по Кудярову) — 0,13%, P_2O_5 — 14,0, K_2O — 14,6 мг на 100 г почвы; рНсол — 6,3; H_r — 2,8 мэкв, сумма поглощенных оснований — 14,6 мэкв.

Схема опыта следующая.

Фактор А — основная обработка почвы; 1 — вспашка роторная на 20—22 см; 2 — дискование на 8—10 см; 3 — плоско-резная обработка на 20—22 см.

Фактор В — удобрения: 1 — без удобрений (контроль); 2 — 120N120P120K; 3 — 120N120P120K+навоз, 50 т/га; 4 — 120M120P120K+солома, 5 т/га.

Фактор С — гербициды: 1 — без гербицидов (контроль); 2 — система 1 (симазин — диален — глины); 3 — система 2 (глин — 2М-4ХП — 2,4-Д, аминная соль+лонтрел); 4 — система 3 (линурол — 2,4-Д-Ктонтрел — 2М-4ХП).

В 1982 г. на фоне сидерального удобрения (горчица белая) высевали озимую пшеницу сорта Заря, в 1984 и 1985 гг. — ячмень сорта Надя.

Вспашка проводилась роторным плугом ПР-2,7, созданным в ВИСХОМе совместно с КБ завода «Алтайсельмаш». Плуг получил высокую агротехническую оценку в условиях равнинного земледелия и рекомендован к проверке на склоновых землях. Дискование и плоскорезная обработка проводились машинами БДТ-3,0 и КПГ-250, широко-применяемыми в практике почвозащитного земледелия.

Для уменьшения смыва и вымывания питательных веществ удобрений их вносили

под предпосевную обработку из расчета на урожайность зерна 40—45 ц/га. Для озимой пшеницы часть азотных удобрений (30N) применяли как подкормку при возобновлении вегетации весной. Предпосевную обработку проводили РВК-3.

В целях повышения плодородия почвы, усиления влияния гербицидов на засоренность и для выявления последствий гербицидов в опыте выращивали горчицу белую на зеленое удобрение после озимой пшеницы. Системы гербицидов составлены из препаратов и смесей различных спектров действия: на озимой пшенице — симазин — глины — линурол; на ячмене — глины или диален — 2М-4ХП-2,4-Д+лонтрел. Размер делянок I порядка (фактор А) — 920 м², II порядка (фактор В) — 230 м², III порядка (фактор С) — 57,5 м². Учетная площадь 46 м². Повторность опыта 3-кратная. Численность и биологическую массу сорняков определяли наложением рамок 0,5×0,5 (0,25 м²) на учетных делянках до применения гербицидов и 35—40 дней спустя. По фактору А для определения численности и массы сорняков количество учетных площадок составляло 48, по фактору В — 12, по фактору С — 3 на одну повторность. Учеты проводили во всех повторностях опыта.

Техническую эффективность гербицидов определяли согласно рекомендациям (8), содержание подвижных форм азота, фосфора и калия в пахотном слое почвы по ОСТ — 46 40—76 и ОСТ — 46 49—76. Массу пожнивного сидерата горчицы белой определяли наложением рамки 1×1 (1 м²) в 3-кратной повторности на делянке. Урожай зерновых учитывали поделочно сплошным методом (уборка комбайном «Сампо») с последующим пересчетом на 100 % чистоту и 14 % влажность. Экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа для многофакторных опытов по Б. А. Доспехову. Расчет коэффициентов корреляции и регрессии проводили по программе «корреляция — регрессия» в вычислительной лаборатории ТСХА.

Результаты

Обнаруженные в посевах зерновых виды сорняков были типичными для Центрального района Нечерноземной зоны РСФСР. Наши наблюдения позволили выявить определенные закономерности в их распределении по элементам склона.

Ранее нами было установлено [10], что в целом на склоновых землях развивается характерный агрофитоценоз, значительно отличающийся от агрофитоценоза равнинных земель. Численность и масса сорных растений возрастает сверху вниз по склону, в нижней части склона усиливается засоренность многолетними сорняками.

Изменения по элементам склона видового состава многолетних сорных растений были следующими. Численность хвоща полевого увеличивалась сверху вниз по склону, а бодяка полевого и чистеца болотного — уменьшалась (табл. 1). Численность же осота полевого по элементам склона различалась незначительно. Изменения в структуре малолетних сорных растений были более существенными (хотя численность их осталась на прежнем уровне).

Доля участия мари белой, ярутки полевой, подмаренника, дымянки в структуре фитоценоза малолетников увеличивалась сверху вниз по

Распределение сорняков по элементам склона (в среднем за 2 учета)
в вариантах без гербицидов, 1983—1985 гг.

| Сорняки | Элементы склона | | |
|--|-----------------|---------|--------|
| | верхний | средний | нижний |
| Многолетники, всего, шт/м ² | 3,2 | 4,2 | 2,5 |
| В т. ч., %: | | | |
| осот полевой (<i>Sonchitis arvensis</i> L.) | 40,0 | 43,5 | 38,6 |
| бодяк полевой (<i>Girsium arvense</i> L.) Scop. | 3,9 | 2,6 | 1,0 |
| хвощ полевой (<i>Egusetum arvense</i> L.) | 22,6 | 30,8 | 33,0 |
| чистец болотный (<i>Stachys palustris</i> L.) | 8,3 | 9,7 | 1,5 |
| одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.), пырей ползучий (<i>Agropirum repens</i> (L.) P. W., подорожник большой (<i>Plantago major</i> L.), сурепка обыкновенная (<i>Barbarea vulggris</i> R. Br.) | 25,2 | 13,4 | 25,9 |
| Малолетники, всего, шт/м ² | 176 | 202 | 176 |
| В т. ч., %: | | | |
| марь белая (<i>Chenopodium alburn</i> L.) | 22,8 | 24,0 | 38,8 |
| горец вьюнковый (<i>Polygonum convolvulus</i> L.) | 21,6 | 21,8 | 13,5 |
| пикульник заметный (<i>Galeopsis speciosa</i> Mill.) | 11,9 | 13,1 | 6,7 |
| трехреберник обыкновенный (<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch. Bip.) | 9,9 | 9,9 | 6,8 |
| сушеница топяная (<i>Gnaphalium uliginosum</i> L.) | 6,9 | 3,2 | 1,0 |
| фиалка полевая (<i>Viola arvensis</i> Murr.) | 8,4 | 6,0 | 4,9 |
| Звездчатка средняя (<i>Stellaria media</i> (L.) Cyr. | 3,5 | 4,9 | 10,0 |
| ярутка полевая (<i>Tblaspi arvense</i> L.) | 2,0 | 1,9 | 8,4 |
| горец развесистый (<i>Polygonum scabrum</i> Moench.) | 2,1 | 2,7 | 0,9 |
| горец птичий (<i>Polygonum aviculare</i> L.) | 1,7 | 1,1 | 0,7 |
| желтушник левкойный (<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.) | 1,8 | 1,1 | 0,7 |
| подмаренник цепкий (<i>Galium aparine</i> L.) | 0,8 | 1,2 | 1,5 |
| дымянка лекарственная (<i>Fumaria officinalis</i> L.) | 0,5 | 0,8 | 1,3 |
| прочие | 6,1 | 8,3 | 4,8 |

склону, а горца вьюнкового, горца птичьего, пикульника, трехреберника, фиалки полевой, сушеницы топяной, желтушника, наоборот, уменьшалась. В то же время в структуре фитоценоза среднего элемента склона количество растений незабудки полевой, василька и горца развесистого было выше, чем на других элементах склона.

Изменения в структуре сорного компонента агрофитоценоза обусловлены изменениями экологических условий и различиями в требованиях отдельных видов сорняков к основным факторам произрастания (12, 18).

Различия в структуре агрофитоценоза по элементам склона сказались и на эффективности гербицидов. Так, снижение технической эффективности на среднем и нижнем элементах склона связано с увеличением численности хвоща полевого, на который линурон, 2М-14ХП и смесь 2,4-Д+лонтрел действовали слабо (табл. 2).

Известно, что на численность сорняков в первую очередь влияют запас их семян в почве и влажность верхнего слоя, тогда как масса сорных растений обусловлена в основном обеспеченностью влагой, питательными веществами и светом.

Учитывая, что семена сорняков и вегетативные зачатки сохраняют жизнеспособность в почве в течение 8—10 лет и более и никогда все не прорастают одновременно с культурой, фактор засоренности рассматривается как постоянно действующий и сильно изменяющийся от условий произрастания.

В начале вегетации (I учет сорняков) во всех вариантах основной обработки почвы без удобрений и гербицидов численность сорняков была почти одинаковой. Однако отмечалось усиление засоренности при дисковании и плоскорезной обработке (табл. 3). В дальнейшем условия произрастания малолетников в этих вариантах были менее благоприятными, чем при роторной вспашке. Так, ко времени II учета численность малолетников увеличилась за счет естественного ее нарастания при вспашке роторным плугом на 60 %. тогда как при обработках

Засоренность посевов зерновых культур и техническая эффективность гербицидов на разных частях склона, 1983—1985 гг. (в среднем по опыту)

| Элемент склона | Без гербицидов | | | С гербицидами, техническая эффективность, % |
|---|----------------|---------|---------------|---|
| | I учет | II учет | нарастание, % | |
| Численность, шт/м ² | | | | |
| Верхний | 152 | 199 | 31 | 68 |
| | 1,2 | 5,1 | 325 | 70 |
| Средний | 185 | 219 | 18 | 67 |
| | 2,4 | 5,9 | 146 | 65 |
| Нижний | 174 | 177 | 2 | 63 |
| | 1,3 | 3,6 | 177 | 30 |
| Абсолютно сухая масса, г/м ² | | | | |
| Верхний | 6,5 | 40,4 | 522 | 78 |
| | 0,5 | 3,9 | 680 | 56 |
| Средний | 6,9 | 35,7 | 417 | 79 |
| | 1,3 | 5,9 | 354 | 24 |
| Нижний | 5,7 | 28,6 | 402 | 79 |
| | 0,6 | 2,7 | 333 | 9 |

Примечание. Здесь и в табл. 3—5 в числителе — малолетние, в знаменателе — многолетние сорняки.

дискованием и плоскорезной — соответственно на 38 и 27 %. В то же время численность многолетников в варианте с роторной вспашкой увеличилась ко времени II учета в 5,6 раза, а при дисковании и плоскорезной обработке — в 1,5 раза. Эти изменения связаны не только с влиянием обработки, но и с конкурентными взаимоотношениями между культурой и сорняками. Об изменении хода конкуренции убедительно говорят данные о нарастании биологической массы сорных растений. В среднем за 3 года по роторной вспашке масса малолетних сорняков ко II учету увеличилась в 3 раза, а по дискованию и плоскорезной обработке соответственно в 9 и 7 раз.

Таблица 3

Засоренность посевов зерновых культур и техническая эффективность гербицидов при почвозащитных обработках склоновых земель, 1983—1985 гг. (вариант без удобрений)

| Обработка почвы | Без гербицидов | | | С гербицидами, техническая эффективность, % |
|---|----------------|---------|---------------|---|
| | I учет | II учет | нарастание, % | |
| Численность, шт/м ² | | | | |
| Вспашка роторная | 139 | 223 | 60 | 68 |
| | 0,8 | 5,3 | 563 | 52 |
| Дискование | 152 | 210 | 38 | 62 |
| | 2,8 | 8,7 | 211 | 60 |
| Плоскорезная | 150 | 191 | 27 | 50 |
| | 1,6 | 3,9 | 144 | 20 |
| Абсолютно сухая масса, г/м ² | | | | |
| Вспашка роторная | 6,0 | 24,6 | 310 | 73 |
| | 0,1 | 2,8 | 2700 | 35 |
| Дискование | 3,3 | 32,2 | 876 | 78 |
| | 1,3 | 4,2 | 223 | 35 |
| Плоскорезная | 3,5 | 27,9 | 697 | 61 |
| | 0,3 | 2,8 | 211 | 30 |

В то же время масса многолетних сорняков ко II учету увеличилась в 27 раз в вариантах со вспашкой и лишь в 2 раза — при других обработках.

Влияние гербицидов на засоренность посевов зерновых культур зависело от типа основной обработки и видового состава сорняков. Гербициды оказывали более сильное действие на малолетние сорняки, чем на многолетние, что связано с биологической устойчивостью последних к препаратам и нередко более поздним появлением их в посевах. Так, техническая эффективность симазина и линурона в посевах озимой пшеницы для хвоща полевого составила соответственно 62 и 7 %, а для осота полевого — 60 и 57 %. В условиях вегетационного периода 1984 г. в посевах ячменя диален слабо (36 %) подавлял осот полевой, а хвощ не уничтожался препаратом 2М-4ХП. Чистец болотный не угнетался диаленом и 2М-4ХП. При избытке влаги в вегетационный период 1985 г. глины не повреждал щавель малый, смесь 2,4-Д+лонтрел — хвощ полевой, а 2М-4ХП — одуванчик лекарственный.

Высокая техническая эффективность гербицидов отмечалась в варианте со вспашкой роторным плугом и при дисковании. Снижение эффективности препаратов по плоскорезной обработке обусловлено как агрофизическими свойствами почвы, так и наличием на ее поверхности растительных остатков, которые преграждают доступ гербицидов к сорнякам через почву, что согласуется с мнением исследователей [19].

В условиях интенсификации земледелия все большее признание получает принцип регулирования численности и массы сорняков, снижение этих показателей до хозяйственно неощутимого уровня. В связи с этим встает задача определить степень корреляционной связи между численностью и массой сорняков в зависимости от используемых факторов в различные периоды роста и развития культуры.

В наших опытах выявлена сильная положительная зависимость (существенная на 1 % уровне значимости) между численностью и массой сорняков ко II учету при изучаемых технологиях основной обработки почвы. В среднем за 3 года она выражается следующими уравнениями регрессии:

$$\begin{aligned} &\text{по роторной вспашке } y = 4,50x + 28,929; \\ &\text{по дискованию } y = 3,41x + 35,362; \\ &\text{по плоскорезной обработке } y = 3,362x + 36,843, \\ &\text{где } y \text{ — численность сорняков, шт/м}^2; \\ &x \text{ — абсолютно сухая масса сорняков, г/м}^2. \end{aligned}$$

Используя полученные уравнения, можно с большой вероятностью рассчитать численность сорняков по имеющимся данным об их массе при указанных типах почвозащитных обработок на склоновых землях.

Удобрения — главный фактор интенсификации земледелия и повышения плодородия почв. Применение удобрений резко изменяет экологические условия произрастания культурных и сорных растений, характер взаимоотношений между ними. Улучшение питательного режима значительно ослабляет конкуренцию между культурными и сорными растениями за этот фактор жизни, но резко усиливает их борьбу за свет и почвенную влагу.

Изучение влияния удобрений на изменение сорного компонента на склоновых землях показало, что уже к I учету в вариантах с внесением удобрений независимо от их вида численность малолетников увеличилась на 20—30 %, а биомасса — на 50—75 % (табл. 4), численность и биомасса многолетних сорняков оставались на прежнем уровне.

Ко времени II учета в изучаемых вариантах отмечалось увеличение численности и биомассы как малолетних, так и многолетних сорняков, причем темпы этого увеличения у малолетних сорняков в вариантах с удобрениями были в среднем соответственно на 30—40 и 130 % ниже. Причиной этого было повышение конкурентоспособности культурных растений в лучших условиях произрастания. Такая закономерность не наблюдалась для многолетников. Их численность в отдельных вариан-

Засоренность посевов зерновых культур на склоновых землях в зависимости от применения удобрений и гербицидов, 1983—1985 гг.

| Вариант удобрения | Без гербицидов | | | С гербицидами, техническая эффективность, % |
|---|----------------|---------|---------------|---|
| | I учет | II учет | нарастание, % | |
| Численность, шт/м ² | | | | |
| Без удобрений (контроль) | 147 | 208 | +42 | +60 |
| | 1,7 | 6,0 | +253 | +43 |
| NPK | 187 | 205 | +10 | +69 |
| | 1,0 | 3,6 | +260 | +52 |
| NPK+навоз | 172 | 176 | +2 | +70 |
| | 1,3 | 6,2 | +226 | +69 |
| NPK+солома | 166 | 201 | +21 | +68 |
| | 1,8 | 3,9 | +117 | +74 |
| В среднем по удобрениям | 175 | 194 | +11 | +69 |
| | 1,6 | 4,6 | +188 | +65 |
| Абсолютно сухая масса, г/м ² | | | | |
| Без удобрений (контроль) | 4,3 | 28,2 | +556 | +70 |
| | 0,8 | 3,3 | +313 | +19 |
| NPK | 7,5 | 38,3 | +411 | +82 |
| | 0,6 | 3,3 | +450 | +85 |
| NPK+навоз | 7,3 | 32,0 | +338 | +81 |
| | 0,7 | 5,6 | +700 | +77 |
| NPK+солома | 6,6 | 41,1 | +523 | +79 |
| | 1,1 | 5,6 | +409 | +69 |
| В среднем по удобрениям | 7,1 | 37,1 | +423 | +81 |
| | 0,8 | 4,8 | +500 | +77 |

тах была несколько меньше, но масса больше, чем в контроле. Это объясняется их высокой конкурентной способностью по отношению к культурным растениям и малолетним сорнякам.

Наши исследования показали, что при использовании удобрений повышается техническая эффективность гербицидов.

Совместное применение гербицидов и удобрений способствует улучшению роста и развития культурных растений и ухудшению условий для существования сорняков. Количество погибших малолетних сорняков в этих вариантах увеличивается на 10, а многолетних — на 25—30 %, а биомасса снижается на 50 % и более. Это объясняется

Таблица 5

Техническая эффективность гербицидов и их систем в посевах зерновых культур на склоновых землях (%)

| Показатель | Оз. пшеница, 1983 г. | | | Ячмень, 1984 г. | | | Ячмень, 1985 г. | | | В среднем по системе | | |
|-------------------------|----------------------|----------|-------------|-----------------|------------|--------------------|-----------------|--------------------|------------|----------------------|----|----|
| | смазин (1) | глин (2) | линурон (3) | диален (1) | 2М-4ХП (2) | 2,4-Д+лонг-рел (3) | глин (1) | 2,4-Д+лонг-рел (2) | 2М-4ХП (3) | 1 | 2 | 3 |
| Гибель сорняков | 50 | 77 | 50 | 49 | 70 | 62 | 84 | 81 | 75 | 61 | 76 | 62 |
| | 66 | 91 | 25 | 12 | 77 | 58 | 87 | 64 | 32 | 55 | 77 | 38 |
| Снижение массы сорняков | 79 | 94 | 82 | 61 | 71 | 75 | 88 | 74 | 77 | 76 | 80 | 78 |
| | 5 | 85 | 10 | 69 | 72 | 32 | 98 | 84 | 49 | 54 | 80 | 30 |

Последствие почвенных гербицидов на урожайность пожнивного сидерата
горчицы белой (ц абсолютно сухого вещества на 1 га)
при почвозащитных обработках почвы, 1983 г.

| Обработка почвы (А) | Без гербицидов (контроль) | Снижение (—) или прибавка (+) массы по сравнению с контролем (С) НСР ₀₅ — 1,0 | | |
|---------------------|---------------------------|--|------|---------|
| | | симазин | глин | линурон |
| Вспашка роторная | 9,9 | +3,5 | —2,7 | + 1,8 |
| Дискование | 16,7 | —5,8 | —6,8 | —3,0 |
| Плоскорезная | 10,4 | —1,3 | —2,5 | + 1,1 |
| В среднем | 12,3 | —1,2 | —4,0 | 0 |

усилением токсического действия препаратов при повышении уровня питания, что согласуется с выводами исследователей [5, 16, 19].

При использовании почвозащитных технологий в сочетании с применением удобрений возникает необходимость в систематическом применении гербицидов. Для повышения технической эффективности и расширения спектра действия гербицидов применяют препараты разной селективности, их смеси, разрабатываются системы [2, 7, 15].

В табл. 5 приведены данные о технической эффективности гербицидов и их систем в посевах зерновых на склоновых землях. В условиях опыта этот показатель был достаточно высоким. Однако уровень его у разных препаратов оказался неодинаковым. В посевах озимой пшеницы гербициды по действию на сорняки располагались в следующем порядке: глин>симазин>линурон, в посевах ячменя 1984 г. — 2М-4ХП>2,4-Д+лонтрел>диален, а в условиях дождливого вегетационного периода 1985 г. — глин >2,4-Д+лонтрел>2М-4ХП.

Особый интерес вызывают результаты применения смесей гербицидов. Так, использование в посевах ячменя смеси 2,4-Д+лонтрел оказалось более эффективным, чем смеси 2,4-Д+диамба (диален). Среди изучаемых систем применения гербицидов наибольшую гибель сорняков обеспечивала система глин, 2М-4ХП и смесь 2,4-Д + лонтрел.

Изучение действия гербицидов и их систем по элементам склона показало, что техническая эффективность их зависела от распределения сорняков по склону и чередования препаратов по годам. Если влияние гербицидов на малолетние сорняки от элемента склона зависело мало, то на многолетние — значительно. Так, в среднем за 3 года, действие гербицидов на численность и массу малолетников было сравнительно одинаковым и составило 65—80 %, а действие гербицидов на многолетние сорняки уменьшалось сверху вниз по склону (от 70 до 30 % по численности и от 56 до 9 % по массе сорняков). Это связано с изменением видового состава сорняков, и в первую очередь с увеличением численности хвоста полевого, который слабо угнетался в вариантах линурон, 2М-4ХП и 2,4-Д+лонтрел.

При изучении систем гербицидов и отдельных препаратов важно знать не только их действие в год применения, но и последствие. Это в полной мере относится и к гербициду глин. Отмечая его высокую техническую эффективность в борьбе с сорняками, особенно многолетними, что важно в условиях почвозащитного земледелия, следует указать на его сильное последствие. В условиях опыта глин более значительно, чем другие почвенные гербициды, снижал урожайность горчицы белой, которая выращивалась на зеленое удобрение и как индикатор фитотоксичности (тест-культура) пожнивно после озимой пшеницы (табл. 6).

На склоновых землях происходит довольно сложное перераспределение элементов питания по склону, изменяются соотношения доступных и недоступных форм питательных веществ. Эти процессы зависят от способа обработки почвы, применения удобрений, гербицидов и их систем.

Содержание питательных веществ в пахотном слое почвы (мг/кг)
в зависимости от элемента склона, среднее за 1982—1985 гг.

| склона | N —NO ₃ | | P ₂ O ₅ | | K ₂ O | |
|---------|--------------------|------|-------------------------------|-----|------------------|-----|
| | I | II | I | II | I | II |
| Верхний | 45,0 | 10,9 | 289 | 279 | 356 | 349 |
| Средний | 41,6 | 11,2 | 333 | 308 | 377 | 348 |
| Нижний | 40,4 | 10,8 | 457 | 402 | 424 | 416 |

Примечание. I — фаза кушения (срок определения), II — фаза полной спелости.

В условиях нашего опыта ежегодное внесение удобрений под предпосевную обработку в верхнюю (0—10 см) часть пахотного слоя почвы способствовало дифференцированному распределению подвижных форм азота, фосфора и калия по склону. Почвозащитные поверхностные обработки почвы приводили к повышенному накоплению в слое почвы 0—10 см подвижного P₂O₅ — 58 % к внесенному и доступного K₂O — 62 %, тогда как при вспашке в этом слое сосредоточивалось не более 50 % этих элементов питания. Характер распределения и содержания нитратного азота был иным. Отмечалась устойчивая тенденция к снижению содержания нитратного азота в вариантах с плоскорезной и минимальной обработками. В среднем за 4 года исследований по плоскорезной обработке оно было на 14,1 % ниже, а по минимальной обработке — на 11,9 % ниже, чем при вспашке на фоне без гербицидов. Причиной этого может быть как интенсивная иммобилизация азота почвы при разложении поверхностно расположенных растительных остатков, так и ухудшение условий аэрации.

Установлено, что гербициды могут оказывать влияние и на режим питания растений. В условиях опыта на отдельных культурах (оз. пшеница, ячмень) при использовании смесей гербицидов по почвозащитным обработкам отмечено кратковременное ингибирующее действие гербицидов. Применение диалена и сочетания симазина с 2,4-ДА в посевах озимой пшеницы по плоскорезной обработке вызывало снижение содержания нитратного азота в почве соответственно на 39,2 и 23,5 %, а фосфора — на 15 и 9 %. В то же время прометрин, 2,4-Д, 2М-4ХП увеличивали содержание азота на 18 % по отношению к контролю (без гербицидов).

Систематическое применение гербицидов и их смесей не влияло на изменение содержания подвижных форм калия в пахотном слое.

Содержание основных элементов питания в почве различных частей склона было неодинаковым (табл. 7). Содержание подвижного фосфора в почве средней и нижней частей склона к началу онтогенеза было выше, чем верхней, на 13,2—36,8 %, а ко времени уборки — на 9,4—30,6 %. Аналогично изменялось и содержание подвижного калия. Следует отметить, что существующие тенденции типичны для склоновых земель, которые необходимо учитывать при разработке систем удобрений. По-иному изменялось содержание доступного азота. В нижних элементах склона оно несколько снижалось, что можно объяснить повышенной его иммобилизацией, угнетением дыхания почвы и процесса нитрификации, которые завершают цикл трансформации органических соединений почвы.

Урожайность основных сельскохозяйственных культур в конечном итоге является интегрированным показателем эффективности тех или иных агротехнических мероприятий. В условиях опыта комплексное применение средств химизации способствовало существенному повышению урожайности зерновых культур. Высокий эффект на ячмене получен от применения гербицидов. В среднем за 3 года наибольшую прибавку урожая зерна обеспечила система гербицидов, включающая по-

Действие и взаимодействие факторов интенсификации
на урожайность полевых культур на склоновых землях (ц/га)

| Обработка почвы (А) | Урожайность без удобрений и гер- бицидов (контр- роль) | Прибавка | | |
|---|---|---------------------|------------------------|----------|
| | | от удобрения (В) | от гербици- Дов (С) | от В + С |
| Оз. пшеница, 1983 г. | | | | |
| Вспашка роторная | 39,2 | 0,4 | 4,9 | 0,1 |
| Дискование | 34,9 | -7,1 | 1,6 | -1,3 |
| Плоскорезная | 28,4 | 7,7 | 3,9 | 11,9 |
| НСР ₀₅ : А=7,2; В=3,5; С=3,5 | | | | |
| Ячмень, 1984 г. | | | | |
| Вспашка роторная | 24,3 | 15,9 | 2,8 | 20,0 |
| Дискование | 23,4 | 14,9 | 3,4 | 19,0 |
| Плоскорезная | 21,5 | 15,0 | 1,7 | 18,2 |
| НСР ₀₅ : А=2,4; В=3,2; С=1,2 | | | | |
| Ячмень, 1985 г. | | | | |
| Вспашка роторная | 10,8 | 8,5 | 0,7 | 12,2 |
| Дискование | 12,9 | 7,3 | 2,6 | 12,6 |
| Плоскорезная | 10,7 | 10,8 | 2,8 | 15,1 |
| НСР ₀₅ : А=4,7; В=2,2; С=0,8 | | | | |
| В среднем за 1983— 1985 гг. | | | | |
| Вспашка роторная | 24,8 | 8,3 | 2,8 | 10,8 |
| Дискование | 23,7 | 5,1 | 2,5 | 10,1 |
| Плоскорезная | 20,2 | 11,2 | 2,8 | 15,1 |
| НСР ₀₅ : А=5,2; В=3,0; С=2,2 | | | | |

следовательное применение по годам в звене севооборота препаратов глин — 2М-4ХП — 2,4-Д+лонтрел в рекомендованных дозах (табл. 8).

Важная роль в формировании урожая принадлежит удобрениям.

Корреляционный анализ показал, что в зависимости от условий вегетационного периода и основной обработки почвы долевое участие удобрений в урожае колебалось от 7 до 50 %. Особенно эффективными они были в благоприятные для роста и развития зерновых вегетационные периоды 1984 и 1985 гг. Их долевое участие в формировании урожая основной продукции в среднем за эти годы составило в зависимости от основной обработки почвы 45,9—50 %. В 1985 г. наибольшим оно было при плоскорезной обработке — 52,9 %. Незначительное долевое участие удобрений в урожае в 1983 г. объясняется полеганием культуры из-за ливней и шквальных ветров, наблюдавшихся в начале фазы молочной спелости.

При комплексном применении средств химизации в наших опытах наблюдался эффект синергизма, который проявился особенно заметно в 1984 и 1985 гг.

В условиях почвозащитного земледелия важно знать эффективность различных видов удобрений, их роль при сочетании с другими средствами химизации (табл. 9).

В среднем за 3 года применение минеральных и органоминеральных удобрений обеспечивало существенную прибавку урожая зерна по сравнению с контролем. Наивысшие урожаи зерна и прибавки были получены при совместном применении органоминеральных удобрений и гербицидов. Так, в варианте NPK + гербициды по роторной вспашке и дискованию урожайность зерновых повышалась на 11,5 и 11,2 ц/га по сравнению с контролем без удобрений и без гербицидов. А применение NPK совместно с навозом + гербициды по плоскорезной обработке обеспечивало прибавку зерна 16,8 ц/га.

В среднем за 3 года изучаемые способы почвозащитных обработок по влиянию на урожайность зерновых культур не различались существенно между собой на 5 % уровне значимости. Однако в целом

Урожайность зерновых культур в зависимости от обработки почвы, гербицидов и удобрений на склоновых землях, ц га (в среднем за 1983—1985 гг.)

| Обработка почвы (А) | Без удобрений (контроль) | Удобрения (В) | | | В среднем | |
|---------------------|--------------------------|---------------|--------------|---------------|-----------|------|
| | | НРК | НРК + на-воз | НРК + со-лома | по В | по А |
| Роторная вспашка | 24,8 | 34,2 | 32,4 | 32,4 | 33,0 | 32,3 |
| | 27,6 | 36,3 | 35,3 | 35,0 | 35,5 | |
| Дискование | 23,7 | 27,9 | 28,9 | 29,7 | 28,8 | 29,8 |
| | 26,3 | 34,9 | 32,9 | 33,8 | 33,9 | |
| Плоскорезная | 20,2 | 32,0 | 32,0 | 30,1 | 31,4 | 30,4 |
| | 23,0 | 36,0 | 37,0 | 32,8 | 35,3 | |

НСР₀₅: А=3,4; В=2,5; С=1,3

Примечание. Числитель — без гербицидов, знаменатель — с гербицидами.

следует отметить, что при обработке роторным плугом урожайность зерновых была выше, чем при обработках дискованием и плоскорезной.

Заключение

В условиях интенсификации земледелия на склоновых землях Центрального района Нечерноземной зоны РСФСР использование почвозащитных технологий обработки почвы, минеральных и органических удобрений приводит к повышению массы сорных растений в посевах зерновых культур в 1,5—2 раза, а их численности — на 30—40 %. При системе основной обработки почвы, включающей глубокую вспашку, среди сорных растений, как правило, преобладают малолетние, при замене вспашки поверхностными и плоскорезными обработками усиливается засоренность многолетними растениями.

Совместное и последовательное применение на склоновых землях органических и минеральных удобрений, эффективных гербицидов и почвозащитных технологий обработки почвы способствуют созданию в агрофитоценозе благоприятных фитосанитарных условий, более полному использованию культурными растениями эффективного плодородия и значительному повышению урожая. При этом проявляется эффект синергизма.

Внесение удобрений на склоновых землях повышает техническую эффективность гербицидов на 85—95 %.

При использовании на склоновых землях смесей, сочетаний гербицидов и систем гербицидов, в которые включены препараты с различным спектром действия, эффективность гербицидов повышается. В условиях опыта лучшие результаты обеспечила система, которая включала глины, 2М-4ХП и смесь 2,4-ДА с лонтрелом.

Прибавка урожая от применения гербицидов была существенной и составляла по озимой пшенице 2,7—4,6, по ячменю — 3,1—4,8 ц/га, а от применения удобрений — 5,1—11,2 ц/га. При комплексном использовании средств химизации в сочетании с почвозащитными технологиями обработки почвы наблюдался эффект синергизма. Повышение урожайности достигало 10,1—20,0 ц/га.

ЛИТЕРАТУРА

- Горбачев М. С. Политический доклад Центрального Комитета КПСС XXVII съезду Коммунистической партии Советского Союза. — М.: Политиздат, 1986. — 2. Алиев А. М. Комплексная борьба с сорняками. — Земледелие, 1985, № 5, с. 24—26. — 3. Беляев М. П., Васильковский Г. П., Ладонин В. Ф. Влияние различных факторов на засоренность посевов. — Вестн. с.-х. науки, 1985, № 6 (345), с. 78—83. — 4. Беляев А. С. Минимальная обработка поч-

- вы на эродированных склонах. — Земледелие, 1981, № 7, с. 17—18. — **5.** Березовский М. Я., Баздырев Г. И. Влияние удобрений на эффективность гербицидов. — Химия в сельск. хоз-ве, 1972, № 12, с. 42—44. — **6.** Ванин Д. Е. Почвозащитные системы земледелия в районах водной эрозии. — Земледелие, 1983, № 1, с. 15—16. — **7.** Груздев Г. С. Основные пути повышения эффективности гербицидов. — Автореф. докт., дис. — М., 1975, с. 35—43. — **8.** Груздев Г. С. Практикум по химической защите растений. — М.: Колос, 1983, с. 231—237. — **9.** Зуза В. С. Эффективность гербицидов на почвах разной степени смывости. — Агрохимия, 1981, № 7, с. 126—130. — **10.** Макаров И. П., Баздырев Г. И. и др. Плодородие склоновых земель и урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от способов обработки почвы и применения гербицидов. — Изв. ТСХА, 1984, вып. 1, с. 23—30. — **11.** Минеев В. Г., Ладонин В. Ф. Комплексное применение средств химизации. — Земледелие, 1985, № 12, с. 12—13. — **12.** Монстилайте Я. И. Влияние рельефа на состав сорной растительности. — Автореф. канд. дис. — М., 1952. — **13.** Мусохранов В. Е. Использование эродированных земель. — М.: Россельхозиздат, 1983. — **14.** Осинекая Т. В. Фитотоксичность и активность гербицидов в зависимости от уровня питания растений. — Химия в сельск. хоз-ве, 1973, № 1, с. 33—38. — **15.** Орлова В. Ф. Борьба с устойчивыми к 2,4-Д сорняками в посевах озимой пшеницы в Московской области. — В кн.: Защита растений в условиях интенсивной химизации сельск. хоз-ва. — М.: Колос, 1982, с. 9—12. — **16.** Сосновская О. Н. Гербициды и минеральное питание растений. — Киев: Наукова думка, 1983. — **17.** Трегубое П. С., Зверхановский Н. В. Борьба с эрозией почв в Нечерноземье. — Л.: Колос, 1981, с. 48—50. — **18.** Федоров В. Г. Влияние рельефа местности на засоренность и действие гербицидов. — Защита растений, 1984, № 3, с. 32—33. — **19.** Kapusta G., Stovgaard R. V. — Crops a. Soils Mag., 1984, vol. 36, N 7, p. 16—17.

Статья поступила 28 апреля 1986 г.