

УДК 631.51.011:631.459.2

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОЧВОЗАЩИТНЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ГЕРБИЦИДОВ НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ

Г. И. БАЗДЫРЕВ

(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

В длительном стационарном опыте (1978—1988 гг.) изучали фитосанитарное состояние посевов и почвы, агрофизические и агрохимические показатели плодородия, урожайность сельскохозяйственных культур. Установлено, что при использовании почвозащитных технологий в сочетании с научно обоснованными системами гербицидов улучшаются показатели плодородия почвы и существенно повышается урожайность. Применение эффективных систем гербицидов с учетом биологических особенностей культур, длительного их действия и последствий открывает возможность разработки систем гербицидов с 50 % насыщением севооборота, что будет способствовать улучшению экологической обстановки в условиях широкой химизации на склоновых землях.

На склоновых землях развиваются эрозионные процессы, которые вызывают ухудшение агрономических свойств почвы, снижают ее плодородие. Наиболее существенное влияние оказывает водная эрозия, которая проявляется на склонах крутизной 1° и более. В нашей стране 58 % пашни и 77,5 % сенокосов и пастбищ расположено на склоновых землях. Площадь сельскохозяйственных угодий со смытыми почвами составляет 57,9 млн. га, в том числе пашни — 37,8 млн. га [4, 5].

Значительный вред сельскохозяйственному производству наносит водная эрозия и в Нечерноземной зоне РСФСР. Только эродированных и эрозионноопасных земель здесь более 10 млн. га [2, 3, 7, 9]. В результате смыва плодородного слоя уменьшается содержание гумуса, ухудшаются агрофизические, физико-химические свойства почв, их фитосанитарное состояние, снижается урожайность сельскохозяйственных культур [10]. В связи с этим в настоящее время весьма актуальна задача уменьшения отрицательного влияния эрозионных процессов на почву, улучшения фитосанитарного состояния посевов и почвы, повышения урожайности полевых культур.

Наиболее эффективным средством защиты почвы, повышения ее плодородия и увеличения урожайности сельскохозяйственных культур является применение почвозащитных технологий обработки в сочетании с внесением высоких норм удобрений. Уменьшению эрозионных процессов способствуют безотвальные и минимальные обработки почвы (плоскорезная, поверхностная) с оставлением растительных остатков на поверхности почвы. Однако безотвальные обработки приводят к значительному усилению засоренности посевов и должны применяться в сочетании с эффективными гербицидами [1, 6, 8]. Следовательно, возникает необходимость поиска путей оптимального сочетания почвозащитных технологий с эффективной системой применения гербицидов при соблюдении экологической безопасности.

В Нечерноземной зоне эффективность элементов почвозащитного земледелия на склоновых землях в условиях интенсивного земледелия исследована недостаточно, к тому же имеющиеся данные носят противоречивый характер. Эти вопросы в длительных стационарных опытах практически не изучались.

Основной задачей настоящей работы была оценка влияния почвозащитных систем обработки почвы и систем гербицидов на засоренность, плодородие почвы и урожайность сельскохозяйственных культур на склоновых землях в условиях длительного эксперимента.

Исследования проводили в 1978—1988 гг. в многолетнем двухфакторном стационарном полевом опыте № 12 «Разработка научных основ защиты почвы от эрозии и сорняков на склоновых землях в условиях интенсивного земледелия», заложенном в 1977 г. по предложению Б. А. Доспехова на Почвенно-агрономической станции имени В. Р. Вильямса в учхозе «Михайловское».

Опыт заложен в севообороте во времени: ячмень — викоовсяный пар — озимая пшеница — овес на участке с односторонним южным склоном 3—3,5°. Размер делянки по обработкам 35×15 м, по гербицидам — 35×7,5 м.

Варианты систем основной обработки (фактор А) следующие: 1 — обычная вспашка на 20—22 см поперек склона; 2 — обычная с последующим шелением на 45—50 см; 3 — плоскорезная — обработка на 20—22 см плоскорезами-глубокорыхлителями КПГ-2-150; 4 — минимальная — дискование на глубину 6—8 см и один раз за ротацию севооборота вспашка на 20—22 см после уборки викоовсяной смеси. После уборки предшественника перед проведением основных обработок ежегодно проводится лущение в 1, 2 и 4-м вариантах обработки. Предпосевная обработка включает дискование на 8—10 см с целью заделки удобрений и обработку РВК-3 перед посевом.

Удобрения в опыте вносят общим фоном на планируемую урожайность: зерна ячменя — 40, зеленой массы викоовсяной смеси — 200, зерна озимой пшеницы — 50, овса — 30 ц/га. Система удобрения предполагает внесение органических удобрений один раз за ротацию севооборота в количестве 40 т/га. Органические и минеральные удобрения вносят весной.

Варианты систем гербицидов (фактор В) следующие: 1 — без гербицидов, 0%; 2 — насыщение гербицидами 25% (в 1 поле севооборота); 3 — 50% (в 2 полях); 4 — 75% (в 3 полях); 5 — 100% (во всех 4 полях севооборота). Система гербицидов включает использование отдельных препаратов, смесей или сочетаний гербицидов. Применяли 2,4-ДА, симазин, глин, диален, 2М-4ХП, лонтрел, прометрин, 2М-4Х в рекомендованных дозах.

Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая, по механическому составу средний суглинок. По уровню плодородия может быть отнесена к среднеокультуренной. Данные об агрохимических свойствах почвы перед закладкой опыта представлены в табл. 1.

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 со среднепогодными данными. Вегетационные периоды 1979 и 1981 гг. были засушливыми и жаркими. Наиболее благоприятным для роста и развития культур и близким к среднепогодным данным характеризовался 1982 год. В 1983 г. осадки распределялись крайне неравномерно, причем их было явно недостаточно в начальные фазы развития растений. Весна 1984 г. была жаркой и сухой, а лето — прохладным и дождливым. В 1985 г. первая половина вегетации оказалась благоприятной для роста и развития культур, вторая оказалась засушливой; в 1986 г., наоборот, первая половина вегетации была сухой, вторая — с обильным выпадением осадков. В 1987 г. отмечалась теплая сухая погода в мае и холодная, дождливая — в июне—июле. В 1988 г. вегетационный период характеризовался недостатком осадков и повышенными температурами в июне.

В опыте выращиваются следующие сельскохозяйственные культуры районированных сортов: озимая пшеница Мироновская 808, ячмень Надя, Зазерский 85, овес Астор. Гамбо, вико Лыговская. Применяемая агротехника возделывания культур отличается от рекомендованных вариантами обработки. Нормы и сроки посева, глубина заделки семян зерновых и другие элементы агротехники соответствуют рекомендациям для данной зоны.

Наблюдения за изменением степени засоренности и видового состава сорняков осуществлялись во всех повторениях опыта в 2 срока: перед применением гербицидов (фаза кушения у зерновых) и через 35—40 дней после опрыскивания. Обилие сорняков учитывали путем наложения 16 площадок размером 0,5×0,5 м в каждом варианте. Почвенные образцы для анализов отбирали во всех повторениях в 3 точках на делянке. Влажность почвы определяли весовым методом, плотность почвы — объемно-весовым методом цилиндром емкостью 374 см³, твердость почвы — твердомером ВИСХОМ, структурность и водопрочность агрегатов почвы — на приборе ВИП. Определение P₂O₅ и K₂O проводили

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почвы опытного участка

Глубина взятия образца, см	С, %	Общий 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	0,64	6,32	2,9	0,15	14,6	82,5	14,9	15,8
10—20	0,75	0,65	6,37	2,8	0,14	14,7	84,0	13,1	13,5
20—40	0,38	0,67	4,89	5,4	0,35	13,3	70,4	9,2	13,0

по Кирсанову (ОСТ 4640—76), нитратный азот — по Борисовой.

Урожай убирали поделяночно 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 приводятся результаты исследований за 11 лет, когда сказалось действие изучаемых вариантов систем обработки и гербицидов.

Результаты

В опытных и производственных посевах видовой состав сорняков был типичным для Центрального района Нечерноземной зоны РСФСР. Однако наши наблюдения позволили выявить определенные закономерности в их распределении по элементам склона.

Так, установлено, что на склоновых землях развивается характерный агрофитоценоз, значительно отличающийся от агрофитоценоза равнинных земель. Численность и масса отдельных видов сорных растений зависят от элемента склона. Изменения в структуре сорного компонента агрофитоценоза связаны с изменениями экологических условий, а также различными требованиями отдельных видов сорняков к основным факторам жизни, изменением конкуренции между культурными растениями и сорняками. В нижних элементах склона усиливается засоренность злостными многолетними и малолетними сорняками. Так, численность бодяка полевого, осота полевого, пырея ползучего, хвоща полевого, мари белой, подмаренника цепкого, дымянки лекарственной и др. увеличилась сверху вниз по склону, а горца вьюнкового, горца птичьего, пикульника красивого, ромашки непахучей, фиалки полевой, сушеницы болотной, желтушника левкойного, наоборот, уменьшалась. В то же время в структуре фитоценоза на средней части склона доля незабудки полевой, василька синего и горца развесистого была выше, чем на других частях склона.

Учеты засоренности по вариантам на склонах различной экспозиции и крутизны позволили выявить значительные изменения обилия и характера засоренности по элементам склона. В верхней, средней и нижней частях склона обилие сорняков в посевах многолетних трав на северной экспозиции было соответственно 17, 30 и 9 шт/м², южной — 77, 83 и 119; в посевах озимой пшеницы южной экспозиции — 242, 334 и 448, западной — 125, 216 и 184; восточной — 115, 342 и 463; в посевах ячменя западной экспозиции — 40, 84 и 92 шт/м². На нижней части склона, особенно южной экспозиции и близкой к ней, сорняки появляются раньше и их рост и развитие проходят быстрее. Поэтому ко времени обработки сорняки становятся устойчивыми к гербицидам. Потенциальная засоренность семенами и вегетативными зачатками многолетников на нижних элементах склона была в 1,5—2 раза выше. Например, засоренность вегетативными зачатками бодяка полевого на площади 1 м² водораздела в слое почвы 0—40 см 406 шт. при сухой массе 8,2 г (верхняя часть склона) и 806 шт. и 16,4 г (нижняя часть склона).

Данные о вредоносности сорняков и урожайности ячменя в зависимости от обработки почвы и сроков прополки представлены в табл. 2.

В вариантах без прополки по плоскорезной обработке вредоносность сорняков была на 23 %, по минимальной — на 14 % больше, чем по обычной обработке. Причиной этого является, прежде всего, увеличение численности и массы сорняков и более ранние сроки их появления. (Депрессия урожайности ячменя по минимальной и плоско-

Таблица 2
Урожайность ячменя (ц/га) в зависимости от системы обработки почвы и срока прополки

Срок прополки (НСР ₀₅ = 1,9)	Система обработки (НСР ₀₅ = 1,6)		
	обычная	плоско- резная	мини- мальная
Контроль (без прополки)	37,6	29,0	32,4
Фаза 2—3 листьев	48,8	39,7	41,2
Кушение	43,1	34,9	38,2
Колошение	41,3	32,6	35,0

Экономические пороги вредоносности сорняков в посевах зерновых

Культура	Тип засорения, преобладающие виды	Гербицид	Экономический порог вредоносности	
			шт/м ²	сырая биомасса на 1 м ²
Оз. пшеница	Смешанный — трехреберник, метлица полевая, фиалка полевая, хвощ полевой и др.	2,4-ДА	5,7	6,66
		Симазин + 2,4-ДА	11,3	13,14
		Диален, 2М-4ХП	18,9	20,45
Ячмень	Смешанный — марь белая, пикульники, осоты и др.	2,4-ДА + лонтрел	21,0	24,38
		2,4-ДА	7,5	8,15
		2М-4ХП	27,6	29,81
Овес	Смешанный — пикульники, марь белая, осоты, торница полевая, дымянки и др.	2М-4ХМ	18,5	20,03
		2,4-ДА	8,2	20,38
		2М-4ХП	30,2	74,52
		2М-4ХМ	20,2	50,07

резной обработкам сохранилась в течение вегетации). Прополка была необходимой и тем эффективнее, чем раньше проводилась.

Зная вредоносность сорняков, возможно определить экономические пороги вредоносности. Расчеты показали, что экономические пороги вредоносности и целесообразности применения гербицидов существенно различаются в зависимости от культуры и применяемых гербицидов.

Например, применение 2,4-ДА в посевах озимой пшеницы по всем обработкам целесообразно и необходимо при численности сорняков 8—15 шт/м² и их биомассе 6—12 г/м². Использование диалена, мекопропа, смеси 2,4-ДА с лонтрелом рентабельно при численности сорняков 25—30 шт/м² при их биомассе около 20 г/м².

В посевах ячменя и овса целесообразными обработки 2,4-ДА и 2М-4Х были при численности сорняков 20 шт/м², а мекопропом и диаленом — 25—30 шт/м² при биомассе 50—75 г/м² (табл. 3).

Обычно гербициды не обеспечивают полного уничтожения сорняков, и обработку ими рекомендуется проводить при более чем 2—3-кратном превышении экономического порога вредоносности. Эта численность сорняков и является экономическим порогом целесообразности применения гербицидов.

Таблица 4

Расчетная величина дополнительного урожая с 1 га, окупающего затраты на применение гербицидов

Гербицид	Стоимость затрат, руб.	Урожай, ц	
		обычный посев	семенной посев
Оз. пшеница			
2,4-ДА	5,00	0,35	0,20
Симазин + 2,4-ДА	9,67	0,69	0,34
2,4-ДА + лонтрел	16,20	1,15	0,52
2М-4ХП, диален	18,02	1,28	0,57
Яр. зерновые (ячмень, овес)			
2,4-ДА	5,00	0,35	0,30
2М-4ХП, диален	18,02	1,28	0,67
2М-4ХМ	12,12	0,86	0,50

На основе экспериментального материала нами проведены расчеты размеров дополнительного урожая, окупающего затраты на применение гербицидов, и расчеты экономических порогов целесообразности применения тех или иных препаратов (табл. 4).

Зная экономические пороги вредоносности и уровни засоренности посевов, при которых следует применять гербициды, можно разработать такую систему защиты, которая отвечала бы принципам целесообразности. Для этого необходимо иметь четкое представление о тех изменениях, которые происходят в агрофитоценозе при длительном применении почвозащитных технологий обработки почвы и систем гербицидов как основных факторов, определяющих фитосанитарное состояние посевов и почвы.

Засоренность (в числителе — шт/м², знаменателе — % к контролю)
в зависимости от системы обработки почвы

Система обработки	Год исследований											Средние
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Первый учет (НСР ₀₅ = 98 шт/м ²)												
Обычная (контроль)	144	130	185	176	241	401	232	252	84	174	664	244
	$\frac{100}{176}$	$\frac{100}{145}$	$\frac{100}{185}$	$\frac{100}{125}$	$\frac{100}{242}$	$\frac{100}{414}$	$\frac{100}{214}$	$\frac{100}{248}$	$\frac{100}{96}$	$\frac{100}{217}$	$\frac{100}{569}$	$\frac{100}{244}$
Обычная + щелевание	122	112	100	71	100	103	114	98	114	125	86	100
	$\frac{100}{196}$	$\frac{100}{150}$	$\frac{100}{226}$	$\frac{100}{125}$	$\frac{100}{313}$	$\frac{100}{576}$	$\frac{100}{507}$	$\frac{100}{302}$	$\frac{100}{140}$	$\frac{100}{259}$	$\frac{100}{778}$	$\frac{100}{325}$
Плоскорезная	136	115	122	71	130	144	219	120	167	149	117	133
	$\frac{100}{206}$	$\frac{100}{126}$	$\frac{100}{241}$	$\frac{100}{115}$	$\frac{100}{976}$	$\frac{100}{732}$	$\frac{100}{263}$	$\frac{100}{248}$	$\frac{100}{179}$	$\frac{100}{363}$	$\frac{100}{785}$	$\frac{100}{385}$
Минимальная	143	97	130	65	405	183	113	99	213	209	118	158
	$\frac{100}{87}$	$\frac{100}{123}$	$\frac{100}{144}$	$\frac{100}{52}$	$\frac{100}{232}$	$\frac{100}{130}$	$\frac{100}{325}$	$\frac{100}{187}$	$\frac{100}{45}$	$\frac{100}{175}$	$\frac{100}{425}$	$\frac{100}{175}$
Второй учет (НСР ₀₅ = 45 шт/м ²)												
Обычная (контроль)	92	142	160	73	333	182	491	223	34	222	403	214
	$\frac{100}{106}$	$\frac{100}{115}$	$\frac{100}{111}$	$\frac{100}{140}$	$\frac{100}{143}$	$\frac{100}{140}$	$\frac{100}{151}$	$\frac{100}{119}$	$\frac{100}{76}$	$\frac{100}{130}$	$\frac{100}{95}$	$\frac{100}{120}$
Обычная + щелевание	126	182	149	44	311	219	505	268	104	226	652	253
	$\frac{100}{145}$	$\frac{100}{148}$	$\frac{100}{104}$	$\frac{100}{85}$	$\frac{100}{134}$	$\frac{100}{169}$	$\frac{100}{155}$	$\frac{100}{143}$	$\frac{100}{231}$	$\frac{100}{129}$	$\frac{100}{153}$	$\frac{100}{145}$
Плоскорезная	146	168	146	54	311	269	290	271	199	289	503	241
	$\frac{100}{168}$	$\frac{100}{137}$	$\frac{100}{101}$	$\frac{100}{104}$	$\frac{100}{134}$	$\frac{100}{207}$	$\frac{100}{89}$	$\frac{100}{145}$	$\frac{100}{442}$	$\frac{100}{165}$	$\frac{100}{118}$	$\frac{100}{165}$
Минимальная	168	137	101	104	134	207	89	145	442	165	118	165

Анализ учетов засоренности в опыте за 11 лет позволяет заключить, что длительное применение почвозащитных технологий обработки почвы приводит к существенным изменениям обилия сорняков (табл. 5). О влиянии обработок почвы без оборота пласта на засоренность посевов сельскохозяйственных культур до сих пор не выработалось единого мнения. Отдельные авторы [5] утверждают, что при использовании бесплужных (безотвальных) обработок можно добиваться снижения засоренности. Объясняют они это тем, что основная масса семян сорных растений сосредоточивается в верхнем слое и появляется возможность их легко уничтожить.

В наших исследованиях при плоскорезной и минимальной обработках засоренность существенно повышалась как к первому, так и ко второму учету. К первому учету засоренность по плоскорезной обработке в среднем за 11 лет увеличилась на 33 %, а по минимальной — на 58 % по отношению к варианту с обычной обработкой. Ко второму учету засоренность стала еще более значительной. В варианте с плоскорезной обработкой засоренность повысилась на 45 %, а в варианте с минимальной — на 65 %. При этом усиление засоренности наблюдалось не только в первые годы применения почвозащитных обработок, но и на протяжении всех лет исследований. Наглядным подтверждением этому являются данные в среднем за ротацию севооборота. Так, за первую ротацию численность сорняков по обычной обработке составила 159, за вторую — 282 и за третью — 307 шт/м². При плоскорезной и минимальной системах обработки темпы усиления засоренности были еще более значительные. По плоскорезной обработке численность сорняков за первую ротацию составила 174, за вторую — 425 и третью — 392 шт/м², или повысилась в 2—2,3 раза. Еще заметнее она усилилась при минимальной системе обработки почвы. За первую ротацию численность сорняков составила 172, за вторую — уже 555 и за третью — 442 шт/м², т. е. возросла в 3 с лишним раза. Хотя следует отметить, что за первую ротацию засоренность по всем изучаемым системам изменилась незначительно.

Это еще раз подтверждает тот факт, что в земледелии как положительные, так и негативные стороны того или иного процесса могут проявляться через определенный период времени. Делать выводы, опираясь на кратковременные данные, опасно и вредно.

Оценивая влияние систем обработки и культур севооборота на засоренность, необходимо знать реакцию каждой культуры на этот фактор. По данным первого учета, засоренность овса по плоскорезной обработке в среднем за все годы исследований оставалась практически такой же, как и по обычной обработке, засоренность ячменя была выше на 28 %, трав — на 42 и озимой пшеницы — на 63 %. По минимальной обработке засоренность овса оставалась на уровне обычной обработки, озимой пшеницы — возрастала на 51, трав — на 64 и ячменя — на 122 %.

Аналогичная картина наблюдалась и ко второму учету засоренности. Минимальное усиление засоренности как по плоскорезной, так и минимальной системе обработки отмечалось у овса и озимой пшеницы. Увеличение засоренности у них не превышало 15—30 %. Вместе с тем засоренность ячменя возрастала на 40, а трав — на 83—162 %.

Различная реакция культур севооборота на засоренность при различных технологиях обработки обусловлена как технологией возделывания культур, так и неодинаковой способностью культур подавлять и угнетать сорняки. Однако если судить по уровню общей засоренности, все изучаемые системы обработки совместно с влиянием культур севооборота не обеспечивают надлежащей чистоты посевов от сорняков.

Таблица 6

Эффективность систем гербицидов в зависимости от системы обработки почвы.
Первый учет

Насыщенность гербицидами, %	Год исследований											Среднее
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Обычная (НСР ₀₅ = 56 шт/м ²)												
0	144	130	185	176	241	401	232	252	84	174	663	244
25	2,8	8,5	3,2	35,8	21,6	+4,2	5,2	21,0	9,5	5,7	51,0	20,1
50	+0,7	64,5	+17,8	28,4	56,4	34,7	14,7	57,1	28,6	44,3	66,4	41,0
75	45,1	48,5	+27,6	42,6	73,9	58,6	14,7	56,4	16,7	70,7	66,2	49,2
100	38,2	21,5	69,7	45,5	64,3	86,8	55,6	27,4	54,8	89,7	66,5	61,1
Обычная + щелевание (НСР ₀₅ = 46 шт/м ²)												
0	176	145	185	125	242	414	267	248	96	217	569	244
25	17,6	10,3	5,4	+8,8	38,8	44,4	+21,7	+0,8	55,2	+11,5	40,2	19,3
50	40,3	31,0	+11,4	+24,8	44,2	50,0	58,1	38,3	14,6	35,0	56,9	38,9
75	34,1	17,9	+12,4	7,2	56,2	54,8	31,1	45,6	65,6	73,7	36,0	39,3
100	56,3	51,0	37,3	18,4	59,1	91,3	68,9	54,8	32,3	91,2	48,9	60,2
Плоскорезная (НСР ₀₅ = 74 шт/м ²)												
0	196	150	226	125	313	576	507	302	140	259	778	325
25	7,1	16,0	11,5	+12,0	5,4	12,8	9,1	18,2	30,0	20,1	44,7	19,1
50	13,1	29,3	23,9	+76,0	18,8	17,7	52,1	35,4	19,3	34,0	69,9	34,2
75	39,8	38,0	4,9	+28,0	50,8	54,2	56,4	40,1	36,4	78,0	53,3	46,5
100	26,5	56,7	81,9	+47,2	23,3	86,5	83,0	36,4	39,4	94,2	56,9	59,1
Минимальная (НСР ₀₅ = 107 шт/м ²)												
0	206	126	241	115	976	732	263	248	179	363	785	385
25	9,7	8,7	12,9	+9,6	25,3	14,5	+22,8	+17,7	+6,7	14,9	47,3	16,9
50	31,6	25,4	17,0	+27,8	76,3	41,3	28,5	47,6	57,5	+28,9	77,2	46,0
75	17,0	27,0	2,1	2,6	79,9	70,2	25,5	33,1	45,8	80,4	59,2	55,6
100	10,2	29,8	67,6	+21,7	74,0	87,6	80,6	11,7	34,6	95,6	66,8	64,4

Примечание. Здесь, а также в табл. 7 в контроле (0) — численность сорняков, шт/м², в остальных вариантах — их гибель, % к 0-му варианту; знаком плюс отмечено возрастание численности, %.

**Эффективность систем гербицидов в зависимости от системы обработки почвы
Второй учет**

Насыщенность гербицидами, %	Год исследований											Среднее
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	Обычная (НСР ₀₅ = 41 шт/м ²)											
0	87	123	144	52	232	130	325	187	45	175	425	175
25	2,3	16,3	31,3	+7,7	29,7	3,1	91,4	4,8	+6,7	68,0	24,0	35,0
50	11,5	18,7	25,7	9,6	53,9	26,9	64,9	86,6	60,0	67,4	76,2	56,0
75	41,4	35,8	64,6	38,5	82,3	60,8	78,5	70,6	+33,3	61,7	60,9	60,6
100	54,0	31,7	32,6	46,2	88,4	81,5	87,7	80,2	91,1	88,6	67,3	72,0
	[Обычная + шелевание (НСР ₀₅ = 50 шт/м ²)											
0	92	142	160	73	333	182	491	223	34	222	403	214
25	15,2	16,9	13,8	40,0	10,5	8,8	15,9	23,3	11,8	68,5	29,0	23,4
50	33,7	20,0	38,1	49,3	61,9	57,1	69,2	83,4	67,6	79,7	80,1	69,2
75	30,4	35,2	73,8	47,8	64,0	65,9	78,4	74,4	71,2	70,3	37,7	61,3
100	53,3	47,9	66,9	57,5	83,2	87,9	91,2	77,6	85,3	91,4	51,9	74,8
	[Плоскорезная (НСР ₀₅ — 59 шт/м ²)											
0	126	182	149	44	311	219	505	268	104	226	652	253
25	11,1	16,5	+31,5	4,5	25,7	13,2	4,0	10,1	30,8	82,7	41,6	23,0
50	18,3	61,5	49,7	+4,5	48,2	46,1	58,6	76,9	55,8	72,6	79,3	60,9
75	57,1	61,0	74,5	18,2	71,4	70,3	52,1	69,0	56,7	72,6	69,5	64,5
100	50,0	55,5	36,9	11,4	71,4	82,6	85,3	52,6	86,5	89,8	75,6	71,2
	Минимальная (НСР ₀₅ — 46 шт/м ²)											
0	146	168	146	54	311	269	290	271	199	289	503	259
25	6,8	23,8	19,2	11,1	5,8	38,3	+20,0	8,9	20,6	66,1	37,4	21,6
50	21,9	48,8	37,7	20,4	44,7	54,3	59,0	83,9	79,9	76,1	80,3	55,1
75	32,2	50,6	43,2	38,9	60,8	75,5	57,6	72,3	76,9	75,1	83,5	60,6
100	63,7	57,7	70,5	48,1	58,9	87,7	87,9	71,6	88,4	88,2	54,1	70,6

При сопоставлении засоренности посевов с экономическими порогами вредоносности сорняков видно, что уровень засоренности в 10—20 раз выше экономического порога и, следовательно, необходимы дополнительные средства борьбы с сорняками.

Существенного снижения засоренности можно добиться только при освоении зональной системы земледелия, разработанной для конкретных условий хозяйства, так как эффективный комплекс мер борьбы с сорняками составляет единое целое с другими звеньями зональной системы земледелия.

При использовании почвозащитных систем обработки почвы применение агротехнических и биологических методов ограничено. Поэтому важная роль здесь отводится химическим средствам борьбы с сорняками — гербицидам. В настоящее время к применению гербицидов предъявляются новые требования, обусловленные, с одной стороны, интенсификацией земледелия, а с другой — необходимостью охраны окружающей среды. Экологическую безопасность применения гербицидов можно обеспечить при условии их применения в единой системе регулирования обилия сорняков в агрофитоценозе.

Результаты наших исследований эффективности различных систем гербицидов в зависимости от систем обработки представлены в табл. 6 и 7. Разная степень насыщения севооборота гербицидами позволяет определить оптимальные сочетания препаратов по действию и последствию на сорняки, а первый учет засоренности позволяет оценить эффект последствия.

В целом следует отметить, что чем выше процент насыщения севооборота гербицидами, тем сильнее проявляется эффект последствия. При насыщении севооборота 25 %, т. е. при использовании герби-

цидов раз в 4 года (обработка посевов озимой пшеницы), засоренность посевов снизилась до 20 % к варианту без применения гербицидов. Эффект последействия хорошо заметен на последующей культуре — овсе. Засоренность овса в первую ротацию уменьшилась на 35,8 %, во вторую — на 21,0, в третью — на 51 %.

Применение гербицидов в 2 полях севооборота — озимой пшенице и ячмене — (насыщенность севооборота 50 %) практически по всем системам обработки обеспечило снижение засоренности в среднем до 40 %. При дальнейшем увеличении насыщения севооборота гербицидами до 75 и 100 % засоренность снижалась соответственно до 50 и 60 %. Однако следует отметить, что эффект последействия по отдельным системам гербицидов при плоскорезной и минимальной обработках был несколько ниже, чем при отвалных.

Снижение засоренности в результате последействия гербицидов было существенным при 5 % уровне значимости в случаях насыщения севооборота гербицидами 50—100 %.

Анализ данных второго учета показал, что эффективность изучаемых систем гербицидов проявляется тем сильнее, чем выше процент насыщения ими севооборота.

Применение гербицидов позволяет значительно снизить численность сорных растений и их массу. Так, в вариантах с насыщением 50—100 % гибель сорняков в среднем за годы исследований составляла 70—75 %, а сухая масса их уменьшалась в 5—8 раз. Эффективность гербицидов в посевах отдельных культур была еще выше: гибель сорняков в отдельные годы равнялась 85—95 %. Это отмечалось при применении систем гербицидов, которые включали симазин+2,4-ДА на озимых, 2М-4ХП на ячмене, прометрин на травах, 2М-4Х на овсе.

Однако следует отметить снижение воздействия гербицидов по фону плоскорезной и минимальной обработки, что связано с изменением структуры агрофитоценоза — увеличением обилия многолетников в этих вариантах обработки и со снижением эффективности гербицидов вследствие наличия на поверхности почвы большого количества растительных остатков.

Детальный анализ влияния применяемых систем гербицидов позволил сделать следующее заключение. Несмотря на то что вначале эффект действия и последействия гербицидов тем выше, чем больше насыщение ими севооборота, через определенный период биологическая эффективность различных систем гербицидов постепенно выравнивается. Следовательно, можно отказаться от ежегодного опрыскивания посевов гербицидами, обрабатывать посевы периодически, а не систематически. Наиболее целесообразна система гербицидов с 50 % насыщения (обработки через год), при которой существенно уменьшается гербицидная нагрузка на поле. Таким образом, открывается возможность снизить необоснованно завышенные объемы применения гербицидов.

В конце второй ротации севооборота запас семян сорных растений в слоях почвы 0—30 и 0—10 см существенно различался в зависимости от систем обработки почвы и гербицидов. При использовании почвозащитных технологий без применения гербицидов общий запас семян в слое 0—30 см был больше, чем при обычной обработке, по обычной щелеванием — на 54,2 %, по плоскорезной — на 49,5 и по минимальной — на 22,3 %. Еще более сильные различия по системам обработки отмечались в слое 0—10 см, в котором запас семян сорных растений увеличился почти в 2 раза (табл. 8).

Гербициды в целом по опыту способствовали снижению потенциальной засоренности в 1,5 раза, хотя этот показатель существенно зависел от системы обработки почвы и степени насыщения севооборота гербицидами. В слое 0—30 см по всем обработкам в среднем при использовании гербицидов в 1 поле севооборота он снизился на 8,8 %, в 2 полях — на 39,6, в 3 — на 43,5, в 4 — на 46,9 % соответственно. Снижение потенциальной засоренности в слое 0—10 см было менее заметным и составило соответственно 3,7; 37,4; 39,0 и 32,8 %.

Влияние систем обработки почвы и систем гербицидов на потенциальную засоренность (млн. шт. семян на 1 га) в слое почвы 0—30 см (в скобках 0—10 см). 1985 г.

Система обработки почвы	Насыщение севооборота гербицидами, %					Среднее по обработке
	0	25	50	75	100	
Обычная	900 (895)	980 (533)	538 (205)	451 (184)	486 (213)	671 (306)
Обычная + щелевание	1388 (586)	1262 (481)	649 (255)	621 (278)	613 (265)	907 (373)
Плоскорезная	1346 (745)	899 (510)	860 (504)	695 (454)	706 (443)	901 (620)
Минимальная	1101 (606)	1177 (725)	817 (495)	911 (508)	709 (416)	943 (633)
Среднее по гербицидам	1184 (583)	1080 (562)	716 (365)	670 (356)	629 (334)	

Таким образом, использование почвозащитных технологий без гербицидов приводит к существенному повышению запаса семян сорняков в почве, т. е. к значительному ухудшению ее фитосанитарного состояния. Процесс снижения потенциальной засоренности является длительным и требует целенаправленной работы.

Почвозащитные технологии обработки почвы в сочетании с методами борьбы с сорняками оказывали благоприятное влияние на плодородие почвы (табл. 9). В наших исследованиях особый интерес представляют данные об изменении агрофизических показателей почвы и условий пищевого режима растений.

Ежегодные безотвальные обработки (плоскорезная, минимальная) не имели преимущества перед обычной по накоплению влаги в почве. Некоторое увеличение запасов влаги отмечалось в системе обработки, включающей щелевание. Плотность и общая пористость по вариантам опыта практически не изменялись. Твердость почвы находилась в тесной прямой корреляционной связи с плотностью и в обратной — с влажностью почвы. В вариантах с почвозащитными обработками (плоскорезная, минимальная) плотность, а также твердость пахотного слоя почвы несколько увеличивались. Однако при этом ее структура заметно улучшалась. Так, содержание водопрочных агрегатов в пахотном слое повышалось на 5,6—5,9 %.

Известно, что агрофизические свойства почвы находятся в тесной взаимосвязи с пищевым режимом. На склоновых землях происходит довольно сложное перераспределение элементов питания по склону, изменяются соотношения доступных и недоступных форм питательных веществ. Испытываемые системы обработки по-разному влияли на перераспределение питательных веществ по профилю корнеобитаемого слоя почвы. В условиях опыта при единой системе удобрения почвоза-

Таблица 9

Влияние систем обработки почвы на агрофизические показатели ее плодородия (в среднем за 1981—1985 гг.)

Вариант обработки почвы	Запас влаги, мм		Плотность, г/см ³		Общая пористость, %		Твердость, 0—20 см	Содержание водопрочных агрегатов, %	
	0—20 см	0—100 см	0—20 см	20—40 см	0—20 см	20—40 см		0—20 см	20—40 см
Обычная	43,5	277,0	1,36	1,48	47,3	42,8	20,0	44,6	38,0
Обычная + щелевание	44,2	281,7	1,37	1,48	46,8	43,0	19,3	48,3	39,7
Плоскорезная	42,5	275,8	1,38	1,50	46,5	42,3	23,2	50,2	36,4
Минимальная	43,4	276,4	1,38	1,47	46,5	43,4	23,8	50,5	39,4

Влияние обработки почвы и насыщения гербицидами на урожайность сельскохозяйственных культур (ц/га)

Насыщение гербицидами, %	Ячмень, 1978 г.	Викоовсяная смесь (сено), 1979 г.	Оз. пшеница, 1980 г.	Овес, 1981 г.	Ячмень, 1982 г.	Викоовсяная смесь (сено), 1983 г.	Оз. пшеница, 1984 г.	Овес, 1985 г.	Мн. травы (сено), 1986 г.	Оз. пшеница, 1987 г.	Ячмень, 1988 г.
Обычная											
0	23,5	46,9	22,1	17,1	41,0	47,4	26,7	32,2	64,0	46,6	23,3
25	27,4	46,7	22,1	20,1	41,4	55,1	27,5	37,6	61,0	57,9	23,3
50	26,7	51,8	22,3	17,8	42,1	49,8	32,3	45,7	73,8	59,9	18,9
75	28,7	46,2	17,5	17,0	41,0	61,1	33,2	40,6	65,8	65,3	21,7
100	24,9	48,7	20,9	17,6	40,4	49,2	32,1	40,4	58,4	59,8	22,2
Обычная + щелевание											
0	24,8	52,6	22,9	15,3	38,2	45,9	21,6	37,5	54,8	46,9	24,4
25	27,4	52,6	21,6	16,8	34,3	46,5	22,0	38,8	55,6	54,7	22,0
50	28,6	41,0	20,7	19,1	43,2	52,1	34,1	43,4	68,6	57,1	23,2
75	27,8	47,7	17,9	18,0	39,3	57,7	31,8	37,1	71,0	63,0	21,4
100	26,5	42,8	21,8	18,9	40,3	54,8	33,0	40,6	65,0	63,9	24,0
Плоскорезная											
0	21,2	54,5	20,3	16,6	36,8	49,9	24,5	37,3	78,8	46,7	20,4
25	25,6	54,6	20,3	15,8	37,0	40,6	26,2	34,7	76,4	58,7	21,6
50	21,1	44,1	20,9	20,1	38,2	43,5	31,2	40,7	77,0	57,2	19,6
75	25,1	44,0	17,8	20,4	35,3	59,2	28,3	40,4	67,0	61,7	22,0
100	28,2	42,3	22,1	19,1	35,7	54,9	32,6	42,0	57,4	62,5	22,2
Минимальная											
0	22,0	52,8	18,0	14,8	43,1	43,0	27,7	32,9	61,0	46,3	20,7
25	27,0	52,8	18,1	15,4	42,0	43,6	30,3	24,8	66,8	59,1	22,5
50	20,0	52,4	22,0	20,9	40,0	43,5	33,4	44,4	66,6	52,8	22,9
75	25,7	52,5	16,7	19,7	41,0	51,9	33,0	43,7	70,4	63,9	21,1
100	28,2	49,5	22,4	19,8	40,5	55,1	34,6	47,6	66,4	64,5	23,7
НСР _{об} для В	1,4	2,3	1,3	2,0	2,3	6,0	2,4	1,8	4,7	3,8	1,2

щитные обработки почвы способствовали накоплению подвижных форм азота, фосфора и калия в верхних слоях.

Изучаемые факторы оказывали существенное действие на урожайность возделываемых культур (табл. 10). Реакция культур на системы обработки была различной. В зависимости от складывающихся погодных условий и изучаемых приемов в отдельные годы отмечалось снижение урожайности в вариантах с почвозащитными технологиями обработки почвы за счет усиления засоренности и ухудшения пищевого режима, в частности азотного. В засушливые годы определенными преимуществами обладали обработки со щелеванием. Существенное повышение урожайности обеспечивало применение гербицидов, особенно в посевах озимой пшеницы и овса. В конце второй ротации севооборота были получены существенные прибавки урожая овса — 5,4—13,3 ц с 1 га по обычной обработке, 3,1—4,7 — по плоскорезной и 8,8—14,7 — по минимальной. У озимой пшеницы в 1987 г. прибавки урожая были еще выше. Они составили по фону обычной обработки при 50 % насыщении гербицидами 13,3 ц, при 75 % — 18,7 ц с 1 га. Аналогичные прибавки получены и по другим обработкам. Однако у многолетних трав урожай существенно снизился, особенно заметно — в 1986 г. по плоскорезной обработке при насыщении севооборота гербицидами 75 и 100 %. В острозасушливый 1988 г. получен сравнительно низкий урожай ячменя, в то же время следует отметить, что в таких условиях глубокие отвальные обработки обеспечили его урожайность на 3,5—4,0 ц/га выше, чем безотвальные. Максимальные прибавки урожая в вариантах с гербицидами получены по плоскорезной и минимальной обработкам. По от-

дельным системам гербицидов увеличение урожайности составило 2—3 ц/га.

Заключение

Изучение в длительном стационарном опыте (11 лет) закономерностей изменения фитосанитарного состояния посевов и почвы на склоновых землях, ее агрофизических и агрохимических показателей в зависимости от систем обработки почвы и гербицидов показало, что использование почвозащитных технологий (обработки плоскорезная, минимальная, обычная со щелеванием) без применения гербицидов приводит к ухудшению биологического плодородия и существенному снижению урожайности возделываемых культур. Почвозащитные технологии обработки почвы способствуют улучшению агрофизических показателей плодородия почвы, а следовательно, и ее устойчивости к эрозионным процессам.

При разработке систем гербицидов на склоновых землях должны учитываться особенности их агрофитоценоза, эффект действия и последствие применяемых препаратов и возделываемые культуры.

При научно обоснованном сочетании систем обработки почвы, возделываемых культур, использовании эффективных гербицидов открывается возможность создания систем гербицидов с 50 % насыщением ими севооборота, что будет способствовать улучшению экологической обстановки на склоновых землях в условиях широкой химизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баздырев Г. И., Аксенов А. А., Купрюшкин В. А. Особенности засоренности ячменя на склоновых землях. — Сб. науч. тр.: 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. Борец В. Защита почв от водной эрозии. — Сельск. хоз-во Нечерноземья, 1980, № 11, с. 14. — 4. Ванин Д. Е. Почвозащитные системы земледелия в районах водной эрозии. — Земледелие, 1983, № 1, с. 15—16. — 5. Заславский М. Н., Каштанов А. Н. Почвозащитное земледелие. — М.: Колос, 1979. — 6. Зуза В. С. Борьба с сорняками в почвозащитном земледелии. — Химия в сельск. хоз-ве, 1977, № 9, с. 26—31. — 7. Мазурец Г. В. Защита почв от водной эрозии в Московской области. — В сб.: Противозерозионная защита земель. М.: НИЗР, 1979, с. 90—98. — 8. Саранин К. И., Старовойтов Н. А. Влияние основной обработки на плодородие почвы. — Земледелие, 1982, с. 27—29. — 9. Трегубов П. С., Зверхановский Н. В. Борьба с эрозией почв в Нечерноземье. — Л.: Колос, 1981. — 10. Черимисин Г. А. Эродированные почвы и их продуктивное использование. — М.: Колос, 1968.

Статья поступила 6 января 1989 г.

SUMMARY

In a long-term stationary experiment (1978-1988) phytosanitary condition of stands and soil, agrophysical and agrochemical characteristics of fertility, yield of farm crops were studied. It has been found that the use of soil-protecting technology in combination with scientifically grounded systems of herbicides results in better soil fertility and essentially higher yield. Application of efficient systems of herbicides with due regard for biological specificity of crops, prolonged effect and aftereffect allows to develop the systems of herbicides with 50 % saturation of rotation, which will help to improve ecological situation under conditions of broad chemization on sloping lands.