

ДЕЙСТВИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПОЧВОЗАЩИТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ И СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА АГРОФИТОЦЕНОЗ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ

**Г.И. Баздырев, Российский государственный аграрный университет —
Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева**

Повышение плодородия почвы, охрана ее от эрозии и деградации, предотвращение ухудшения качества окружающей среды, улучшение экологии агроландшафтов — основополагающее стратегическое направление в современном земледелии [5, 11]*.

Согласно данным Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2002 г.», более 130 млн га (около 60%) сельскохозяйственных земель эрозивноопасны и подвержены эрозионным процессам, а 40 млн га практически утратили плодородие. Площади эродированных почв остаются значительными и составляют от 0,5 млн до 1 млн га (от 0,36% до 1% пашни). Ежегодные потери верхнего плодородного слоя почв на сельскохозяйственных угодьях составляют более 1,6 млрд т. [2, 6, 10].

Значительную опасность для сельскохозяйственного производства в Нечерноземной зоне представляет водная эрозия. Только эрозионных и эрозивноопасных земель в регионе более 10 млн га. Одно из перспективных направлений ослабления и предотвращения эрозии — длительное изучение ресурсосберегающих почвозащитных экологических технологий. Современная концепция и разработка таких технологий должна опираться на принципы почвозащитной и природоохранной функции севооборота, разноглубинности, минимализации, почвозащитной целесообразности, экологической адаптивности технологий обработки почвы и оптимизации интегрированной защиты культурных растений от вредных организмов, в т.ч. и сорных растений. К сожалению, при длительном применении почвозащитных технологий возможно ухудшение фитосанитарного состояния посевов и почвы [1, 3, 5].

В центральных регионах Нечерноземной зоны действие длительного применения почвозащитных технологий в сочетании с комплексной химизацией в условиях многолетних опытов на склоновых землях изучено недостаточно. Особенно это касается влияния на комплекс биологических показателей плодородия почвы.

Целью и задачами исследований было выявить и изучить действие многолетнего применения почвозащитных технологий обработки почвы, севооборота, удобрений, гербицидов на динамику органического вещества, актуальную и потенциальную засоренность, микробиологическую активность почвы, фитотоксичность, энтомологическую оценку и другие показатели.

Исследования проводили в длительном (более 25 лет) стационарном полевом 2-факторном (4 x 5) опыте, заложенном в 1977 г. по предложению профессора Б.А. Доспехова на опытном поле Почвенно-агрономической

станции им. В.Р. Вильямса Подольского района Московской области. Опыт заложен на участке с одностронним южным склоном 3,0-3,5° в 4-польном полевом зернотравяном почвозащитном севообороте: ячмень с посевом многолетних трав — многолетние травы первого года пользования — озимая пшеница — овес.

Схема опыта:

— Обработка почвы (фактор А): I — вспашка (контроль); II — сочетание вспашки с плоскорезом; III — плоскорезная; IV — минимальная. Все обработки и посев культур проводили поперек склона: вспашка — 20–22 см, плоскорезная — 25–27, минимальная (лушение) — 6–8 см.

— Система гербицидов (фактор В): I — насыщение 0% (без гербицидов); II — 25% (в одном поле севооборота); III — 50% (в двух полях севооборота); IV — 75% (в трех полях); V — 100% (в четырех полях). Система гербицидов включала как широко применяемые препараты, так и новые перспективные: 2,4-Д, 2М-4Х, Симазин**, Диален, Лонтрел**, Ковбой**, Дифезан, Фенфиз и другие в рекомендованных дозах.

Минеральные удобрения в опыте вносили общим фоном на планируемую урожайность, органические — 40 т/га за ротацию.

Все учеты и анализы выполняли по соответствующим ГОСТам и методикам, принятым в научных учреждениях. Экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа для многофакторных полевых и вегетационных опытов.

Метеорологические условия вегетационных периодов в годы исследований в основном были типичными для Нечерноземной зоны, но иногда с существенными отклонениями по осадкам и температурному режиму.

Проблемы теоретического и экспериментального обоснования многогранного значения органического вещества почвы в современном земледелии не утрачивают своего значения, а наоборот, становятся важнейшим фактором изучения и определения его роли в почвозащитном земледелии. В результате длительного применения почвозащитного севооборота с многолетними травами, почвозащитных технологий обработки почвы, гербицидов, органических и минеральных удобрений произошли существенные изменения как общего запаса гумуса, так и его содержания по слоям пахотного и подпахотного горизонтов. Содержание гумуса в 1978 г. в исходных образцах не превышало 1,4%, а в последующие годы наблюдался рост содержания гумуса до 1,63–2,04%. Это связано с различиями в накоплении и распределении корневых и пожнивных остатков возделываемых культур.

* - Со списком литературы можно ознакомиться на сайте www.agroxxi.ru

** - Препарат не внесен в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации в 2005 году»

Так, на делянках с применением безотвальных обработок за 25-летний период отмечается увеличение массы гумуса в верхних слоях на 10–15% (табл. 1). Применение гербицидов, наоборот, вызывало снижение содержания гумуса, что связано с уменьшением поступления в почву органических остатков в связи с гибелью сорняков. Тенденции изменения содержания гумуса в зависимости от элементов склона сохранились. Сверху вниз по склону содержание органического вещества увеличивается (табл. 2).

Таблица 1. Влияние обработки почвы и гербицидов на динамику содержания гумуса в слое 0–20 см, т/га

Вариант	Насыщение гербицидами, %	Исходный образец	1981 г.	1990 г.	1997 г.
Вспашка	0	18,3	21,8	25,9	25,2
	50		21,8	26,1	24,3
	100		22,7	25,1	24,0
Плоскорезная	0	18,9	22,7	27,5	26,0
	50		22,0	26,9	25,2
	100		22,4	27,2	25,4
Минимальная	0	18,0	21,5	25,9	25,1
	50		21,5	25,5	24,2
	100		21,6	26,8	22,7

Таблица 2. Влияние обработки почвы и элементов склона на динамику содержания гумуса в слое 0–20 см, т/га

Вариант	Исходный образец	1981 г.	1990 г.	1997 г.
Верх				
Вспашка	18,4	21,8	26,2	24,7
Плоскорезная	18,0	21,7	27,9	24,7
Минимальная	17,9	19,9	26,3	23,9
Середина				
Вспашка	19,8	21,4	25,5	24,1
Плоскорезная	19,0	22,4	25,2	25,4
Минимальная	17,8	21,9	25,7	23,9
Низ				
Вспашка	17,2	22,8	25,4	24,9
Плоскорезная	19,0	22,8	26,8	25,5
Минимальная	17,9	22,6	26,1	24,4

Проблема создания оптимального пахотного слоя, способного обеспечить благоприятные для растений водно-воздушный, пищевой и экологический режимы, остается актуальной. Увеличение мощности пахотного слоя не всегда сопровождается ростом урожайности. Важнее знать реакцию культур на разные части пахотного слоя, т.е. дифференциацию пахотного слоя по эффективному плодородию, скорость которой до сих пор для многих почв не установлена [10,11].

В нашем опыте определенный интерес представляли данные по изменению продуктивности кукурузы в зависимости от технологии обработки почвы и слоя почвы. Для этого использовали сосуды, в которые помещали одинаковое количество почвы из разных ее слоев и элементов склона. Эффективное плодородие по слоям и элементам склона существенно различалось, что позволяет говорить о наличии процесса дифференциации слоев почвы по плодородию. Более высоким эффективным плодородием обладала почва слоя 0–10 см на вариантах с минимальной и плоскорезной обработками (табл. 3).

За период более 25 лет ведения опыта четко прослеживается формирование гомогенного и гетерогенного строения пахотного слоя. При применении плоскорезной обработки самым плодородным оказался верхний слой 0–10 см. В слоях 10–20 и 20–40 см отмечается снижение уровня плодородия. В то же время по вспашке слои 0–10 и 10–20 см по эффективному плодородию не отличались. Прослеживается явная тенденция увеличения эффективного плодородия вниз по склону.

Одновременно наблюдается повышенное содержание подвижных форм фосфора и калия.

Почвозащитные поверхностные и плоскорезные обработки способствовали устойчивой тенденции к дифференцированному распределению и накоплению подвижного фосфора (58%) и доступного калия (62%). По вспашке в этом слое накапливалось не более 50% питательных веществ. Поведение азота

носило противоположный характер. Содержание нитратного азота по плоскорезной обработке на 14,1% и минимальной – на 11,9% было ниже, по сравнению с обычной обработкой. Причиной этого может служить интенсивная иммобилизация азота при разложении растительных остатков на поверхности почвы.

По нашим данным, из общего количества растительных остатков озимых зерновых и клевера лугового свыше 60% корневых остатков сосредоточено в слое 0–10 см. В посевах клевера лугового в слое почвы 0–40 см накапливалось до 53,2 ц/га абсолютно сухой массы, в посевах озимой пшеницы – 36,1, а в посевах яровых зерновых – до 30 ц/га.

Нами специальными исследованиями определено количество корневых остатков сорных растений – их масса составляет от 4 до 6 ц/га абсолютно сухого вещества. Распределение его по профилю почвы практически не отличается от культурных растений [4, 5].

Главенствующее значение в формировании структуры агрофитоценоза в наших исследованиях имели экологический режим местообитания сорняков в зависимости от элемента склона, варианты обработки почвы, применяемые гербициды.

В результате замены вспашки безотвальными приемами обработки отмечали изменения в структуре агрофитоценоза.

Так, в результате замены вспашки безотвальными приемами и минимализацией значительно увеличивается доля корнеотпрысковых (в 2,3 раза), корневищных

Таблица 3. Влияние способа обработки почвы и элементов склона на эффективное плодородие почвы и урожайность кукурузы, г/сосуд*

Способ обработки	Слой почвы, см	Элемент склона**			Среднее**
		Верх	Середина	Низ	
Вспашка (контроль)	0–10	253/100	284/112	301/118	279/110
	10–20	280/111	287/113	264/104	277/109
	20–40	181/72	142/56	283/112	202/80
Плоскорезная	0–10	426/168	403/159	469/183	433/170
	10–20	143/57	229/90	247/98	206/82
	20–40	100/40	125/49	101/40	109/43

* - В числителе – сухая масса, г/сосуд, в знаменателе – в % к контролю;

** - НСР для частных различий – 9,2 г

(в 3,6 раза) и стержневых сорняков (в 2 раза). За счет сокращения яровых ранних, озимых и зимующих сорняков преобладающими становятся осот розовый, осот полевой, пырей, хвощ, одуванчик лекарственный.

Элементы склона, в связи с изменениями экологических условий местообитания, также способствовали изменению структуры сорного компонента по биологическим группам и видовому составу. В посевах возделываемых культур количеством многолетних и малолетних сорняков возрастало вниз по склону. Обилие мари белой, ромашки непахучей, подмаренника цепкого, звездчатки средней, дымянки лекарственной было приурочено к нижним элементам склона, а в верхних частях склона чаще встречались горцы, метлица обыкновенная, фиалка, василек синий, пастушья сумка.

Структура и распределение сорного компонента по элементам склона подтвердили, что на склоновых землях развивается и формируется характерный агрофитоценоз, отличающийся от равнинных земель.

Вредоносность сорных растений не уменьшается при использовании почвозащитных технологий обработки почвы, что сказывается на урожайности. В вариантах без прополки по плоскорезной обработке снижение урожайности составило 23–25%, по минимальной – 14–30, а по вспашке 12–15%. Депрессия урожайности объясняется увеличением количества сорных растений и возрастанием их вредоносности. Это находит подтверждение в определении потенциальной засоренности. Исходная потенциальная засоренность в опыте в среднем составляла 216–578 млн шт. семян/га, а через 2 ротации севооборота (1985 г.) она составила по обычной обработке 900 млн, по вспашке со щелеванием – 1388 млн, по плоскорезной – 1346 млн и минимальной – 1101 млн шт. семян/га.

В зависимости от технологии обработки почвы потенциальная засоренность увеличилась в 2–3 и более раз. Гербициды сдерживали рост запаса семян: по обычной обработке – 486 млн шт./га, обычной со щелеванием – 613 млн, плоскорезной – 706 млн, минимальной – 709 млн шт./га. По отношению к контролю это умень-

шение составило по вспашке 46%, вспашке со щелеванием – 56, плоскорезной – 48 и минимальной – 30%.

Очередной тур отбора образцов (1999 г.) на потенциальную засоренность показал аналогичную тенденцию. Наибольшая засоренность отмечена на минимальной и плоскорезной обработках без применения гербицидов. Гербициды способствовали уменьшению запаса семян сорных растений и ограничению видового разнообразия сорняков. Доля семян сорняков, чувствительных к применяемым гербицидам, уменьшилась, а устойчивых, наоборот, увеличилась. Отмечено перераспределение семян сорных растений по профилю пахотного слоя с увеличением обилия семян в слое 0–10 см по плоскорезной обработке на 64% и минимальной – на 62% по сравнению с обычной обработкой. Почвозащитные технологии увеличивали фактическую засоренность в среднем на 38–72%, а сухую массу сорных растений – на 83–112%.

Одна из характеристик, определяющих продуктивность культурных растений – фитотоксичность почвы. Она обусловлена наличием в почве веществ различной природы, в т.ч. токсинов, подавляющих или затормаживающих рост и развитие культурных растений или, напротив, являющихся стимуляторами их роста. В годы исследований масса зародышевого корешка в слое 0–10 см на безгербицидном фоне была близкой к контролю (дистиллированная вода), а в слое 10–20 см наблюдалось превышение по массе до 8,8% в зависимости от способа обработки почвы. Применение гербицидов снижало массу зародышевого корешка по всем обработкам в слое 0–10 см на 25,0–35,9%, а на минимальной обработке – до 37%. В слое 10–20 см в этих вариантах также отмечено снижение, но до 20% в зависимости от обработки почвы.

Фитотоксичность определяли по действию вытяжки из почвы изучаемых вариантов на проростки гороха и кабачков.

Наибольшее угнетение проростков тест-культур в слое 0–10 отмечено в варианте с применением гербицидов. Особенно сильным оно было при минимальной обработ-

Таблица 4. Хозяйственная эффективность почвозащитных технологий обработки почвы и систем гербицидов за 6 ротаций севооборота (1978–2002 гг.) ц к.ед./га*

Обработка (фактор А)	Гербициды (фактор В)	Ротация севооборота							В среднем по обработке	Сохраненный урожай при применении гербицидов	Среднее при применении гербицидов
		1	2	3	4	5	6	Среднее			
Обычная	0	124,29	180,33	167,61	117,72	150,93	121,83	143,79	156,36	—	15,72
	25	134,78	187,19	186,07	134,07	157,80	124,80	154,12		10,33	
	50	131,22	203,52	189,56	146,23	168,18	128,78	161,25		17,46	
	75	124,51	209,42	200,96	148,15	168,26	131,79	163,85		20,06	
	100	126,22	198,63	189,19	138,55	171,59	128,63	158,80		15,02	
Обычная + щелевание	0	128,02	157,96	172,09	124,54	146,87	121,12	141,77	153,69	—	14,91
	25	132,26	153,13	182,60	127,16	149,41	126,26	145,14		3,37	
	50	130,04	205,66	196,20	138,77	160,38	132,98	160,67		18,91	
	75	125,87	200,15	196,19	147,93	156,77	127,25	159,03		17,26	
	100	129,20	204,48	207,05	144,92	164,71	120,77	161,86		20,09	
Плоскорезная	0	120,65	167,66	163,32	134,98	124,73	116,62	137,99	148,92	—	13,65
	25	126,71	169,04	188,79	149,39	125,07	117,81	146,14		8,14	
	50	130,74	184,62	190,43	154,79	145,14	121,78	154,58		16,59	
	75	123,03	182,51	195,19	140,27	142,11	119,38	150,42		12,42	
	100	132,50	195,46	196,25	144,63	144,10	119,81	155,46		17,47	
Минимальная	0	114,57	184,77	169,52	132,20	118,43	103,98	137,25	148,69	—	14,31
	25	123,69	192,30	188,59	145,27	118,48	104,88	145,54		8,29	
	50	122,76	200,65	184,77	149,95	136,88	104,56	149,93		12,68	
	75	125,22	204,09	193,38	143,81	134,40	109,80	151,78		14,54	
	100	147,60	210,14	208,78	143,44	138,59	105,28	158,97		21,73	

* - НСР по фактору А – 1,56 ц к.ед., по фактору В – 1,78 ц к.ед.

ке, где снижение по длине корешка по сравнению с контролем (дистиллированная вода) составило от 44 до 46,5%. В слое 10–20 см на безгербицидном фоне в разные годы исследований длина корешка по сравнению с контролем была выше на 10,6–41,2%. Применение гербицидов во второй и третий год исследований снижало длину корешка тест-культуры в слое 10–20 см на 11,4–38,2%. Длина проростков в основном увеличивалась вниз по склону как в слое 0–10 см, так и в слое 10–20 см. Гербициды снижали и массу корешков проростков тест-культуры, особенно в слое 0–10 см по всем системам обработки почвы. В слое 10–20 см условия оказались более благоприятными и масса корешков была выше.

В результате многолетних исследований (1972–2002 гг., 6 ротаций севооборота) было выявлено, что комплексное применение почвозащитного севооборота, почвозащитных технологий и систем гербицидов позволяет получать планируемую урожайность сельскохозяйственных культур. Одновременно, оценивая хозяйственную эффективность почвозащитных технологий без применения гербицидов, отмечается существенное снижение продуктивности культур на 7–8 ц. к. ед/га. Эффект от гербицидов был высоким и в зависимости от насыщения ими севооборота составлял по обычной обработке от 7 до 17,5%, по обычной со щелеванием — от 2,4 до 14,2, по плоскорезной от — 6 до 13 и минимальной от 6 до 16%.

Данные по хозяйственной эффективности систем гербицидов позволяют констатировать, что эффект в значительной степени зависит от технологии обработки почвы. В результате действия и последствия севооборота, обработки почвы и гербицидов эффективность последних при 50%-м и 100%-м насыщении выровнялась как по гибели сорняков, так и в величине сохраненного урожая. Этого, однако, нельзя сказать о минимальной обработке почвы.

Полученные данные позволяют в значительной степени изменить стратегию и тактику применения гербицидов — открывается возможность экологизации и биологизации почвозащитного земледелия. Научно обоснованное применение систем гербицидов даже в специализированном зерновом севообороте позволяет отказаться от систематического (ежегодного) применения гербицидов, а использовать их через год с 50%-м насыщением севооборота на обычной, обычной со щелеванием и плоскорезной обработках. На минимальной обработке требуется ежегодное применение гербицидов.

Таким образом, в результате многолетних исследований (1978–2002 гг.) по изучению действия почвозащитных технологий обработки почвы, почвозащитного севооборота, систем гербицидов установлено, что при научно обоснованных звеньях (элементов) системы земледелия возможно обеспечить численность сорняков на безвредном уровне и получить хозяйственный эффект, близкий к планируемому. На склоновых землях развивается и длительное время сохраняется характерный агрофитоценоз, значительно отличающийся от агрофитоценоза равнинных земель. Видовой состав, численность и масса сорных растений зависит от элементов и экспозиции склона. Характер размещения семян сорняков в пахотном слое определяет технология обработки почвы. Почвозащитные ресурсоберегающие технологии обработки почвы повышают численность сорняков в 1,5–2 и более раз. При совершенствовании систем земледелия на склоновых землях в них необходимо включать почвозащитные зерновые севообороты, почвозащитные технологии обработки почвы, научные системы борьбы с сорняками, которые позволяют получать высокий хозяйственный эффект в течение длительного времени. **W**

Литература

1. Актуальные вопросы борьбы с сорными растениями. М.: Колос, 1980.
2. Актуальные проблемы земледелия. М.: Колос, 1984.
3. Баздырев Г.И. Фитосанитарное состояние почвы в условиях интенсификации земледелия. — Изв. ТСХА, 1983, вып. 3, с. 28-40.
4. Баздырев Г.И. Эффективность почвозащитных систем обработки почвы и гербицидов на склоновых землях. — Изв. ТСХА, 1989, вып. 3, с. 3-13.
5. Баздырев Г.И. Почвозащитным системам обработки почвы на склоновых землях — эффективные системы гербицидов. Агро XXI, 1998, вып. 11, с. 3-5.
6. Баздырев Г.И., Павликов М.А. Агроэкологическая и агрономическая эффективность почвозащитных приёмов обработки и средств химизации на склоновых землях. — Изв. ТСХА, 2004, вып. 2, с. 3-15.
7. Березовский М.Я. Регулирование взаимодействия растений с гербицидами как основа повышения их эффективности. М.: Колос, 1966.
8. Захаренко В.А. Гербициды. М.: Агропромиздат, 1990.
9. Захаренко В.А. Современная защита растений и ее научное обеспечение. Агро XXI, 2003, вып. 1-6.
10. Лыков А.М., Еськов А.М., Новиков М.Н. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья. М.: РАСХН, 2004.
11. Почвозащитное земледелие на склонах. М.: Колос, 1983.
12. Шпаар Д. и др. Научные основы снижения норм гербицидов при использовании технологий дифференцированного прецизионного их внесения развитых стран Европы. — Агро XXI, 2003, вып. 1-6.