

УДК [631.613+631.8.022.3]:631.559

## АГРОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОЧВОЗАЩИТНЫХ ОБРАБОТОК И СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ

Г.И. БАЗДЫРЕВ, И.А. ЗАВЕРТКИН

(Кафедра земледелия и МОД)

Статья содержит новые данные о воспроизводстве показателей плодородия почвы при длительном применении почвозащитных технологий. Определенный научный и практический интерес представляют данные о роли сорных растений в создании органического вещества, а также изменении в строении и сложении пахотного слоя при использовании различных приемов обработки почвы.

*Ключевые слова:* почвозащитные технологии, гумус, питательные вещества, сорняки, агрофитоценоз, продуктивность севооборота.

Основными факторами продуктивности агросистем являются: севооборот, система обработки почвы, комплексная химизация, которые обеспечивают расширенное воспроизводство плодородия почвы. Приоритет в этих направлениях отдается разработке и освоению современных агротехнологий, отвечающих принципам точного земледелия. Особенно важно учитывать изменение показателей плодородия почвы на склоновых землях. В нашей стране более половины пахотных земель находятся в эрозионно опасном состоянии. Охрана почвы от эрозии и деградации, предотвращение ухудшения качества окружающей среды, улучшение экологии агроландшафтов — основополагающее стратегическое направление в современном земледелии [2, 3, 9].

Целью данных исследований было выявить и дать оценку длительного применения почвозащитных технологий, севооборота, удобрений, систем гербицидов на агроэкономиче-

скую эффективность, в т.ч. на урожай культур, фитосанитарное состояние, содержание гумуса, продуктивность севооборота.

### Методика

Исследования проводили в длительном стационарном полевом 2-факторном (4x5) опыте, заложенном в 1977 г. на опытном поле Почвенно-агрономической станции имени В.Р. Вильямса экспериментальной базы РГ АУ - МСХА имени КА. Тимирязева в «Михайловском». Опыт заложен в 4-польном полевом зернотравном почвозащитном севообороте на участке с односторонним южным склоном 3,0~3,5°: 1 — ячмень с подсевом многолетних трав, 2 — многолетние травы 1-го г.п., 3 — озимая пшеница, 4 — овес.

*Схема опыта.* Обработка почвы (фактор А): 1 — вспашка (контроль), 2 — сочетание вспашки с плоскорезом, 3 — плоскорезная, 4 — минимальная. Все обработки и посев культур

проводили поперек склона: вспашка 20–22 см, плоскорезная — 25–27 см, минимальная (лушение) — 6–8 см.

Система гербицидов (фактор В): 1 — насыщение 0% (без гербицидов), 2 — 25% (в 1-м поле севооборота), 3 — 50% (в 2 полях севооборота), 4 — 75% (в 3 полях), 5 — 100% (в 4 полях). Применяли следующие гербициды: 2,4-Д, 2М-4Х, 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. Исследования проводили в период седьмой ротации севооборота (2003–2007).

#### Результаты исследований

##### *Действие почвозащитных приёмов обработки почвы и систем гербицидов на плодородие склоновых земель*

*Накопление и распределение гумуса в зависимости от приёмов обработки почвы.* Механические обработки наряду с другими звеньями адаптивно-ландшафтных систем земледелия являются одним из наиболее существенных факторов, определяющих баланс гумуса почвы при интенсивном земледелии [6, 8, 11].

На склоновых землях в отличие от равнинных наряду с выносом элементов питания с урожаем и вымыванием с внутритпочвенным стоком воды происходит и их потеря с поверхностным стоком.

В результате исследований (2005) установлено, что длительное (более 25 лет) применение вспашки поперёк склона в системе основной обработ-

ки привело к созданию сравнительно однородного по гумусированности пахотного слоя за счет механического перемешивания и равномерного распределения растительных остатков в обрабатываемой части почвенного профиля (табл. 1). Среднее содержание гумуса в слое 0–10 см составило 1,88%, а в слое 10–20 см — 1,83%.

При плоскорезной и минимальной обработке содержание гумуса в верхнем слое 0–10 см возрастало до 2,11 и 1,97% соответственно, что на 0,23 и 0,09% больше, чем при отвальной системе основной обработки, что связано с концентрацией растительных остатков в верхней части пахотного слоя. В целом, на 27-й год исследований по сравнению с исходным содержанием количество гумуса в пахотном горизонте при применении отвальной обработки возросло на 0,47%, плоскорезной — на 0,57 и минимальной — на 0,56%. Повышение содержания гумуса произошло в первую очередь за счёт минеральных и органических удобрений и выращиваемых культур.

Характер накопления гумуса в изучаемых слоях почвы зависел также от элемента склона. Так, при отвальной системе обработки в слое 0–10 см содержание гумуса на верхнем элементе склона увеличилось с 1,46 до 1,82% (0,36), в слое 10–20 см — с 1,40 до 1,74% (0,34), при плоскорезной — с 1,40 до 2,07% (0,67) и с 1,26 до 1,77% (0,51) в слое 10–20 см, а при минимальной — с 1,38 до 2,02% (0,64) и с 1,33 до 1,78% (0,45) соответственно.

В середине склона увеличение содержания органического вещества в слое 0–10 см при отвальной обработке составило 0,26%, при плоскорезной — 0,84% и минимальной — 0,54%, а в слое 10–20 см — 0,49; 0,28 и 0,66%. В нижней части склона при ежегодной вспашке поперёк склона на глубину 20–22 см прирост содержания гумуса в слое 0–10 см составил 0,68%, при плоскорезной — 0,66

Влияние обработки почвы на содержание гумуса (%) по элементам склона

Вариант обработки почвы	Исходное содержание, 1978 г.		2005 г.		Изменение за 27 лет, %		Прирост, за 27 лет, т/га
	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см	
<i>Верх склона</i>							
Вспашка	1,46	1,29	1,82	1,74	0,36	0,45	10,41
Плоскорезная	1,40	1,26	2,07	1,77	0,67	0,51	15,69
Минимальная	1,38	1,33	2,02	1,78	0,64	0,45	14,61
<i>Середина склона</i>							
Вспашка	1,57	1,40	1,83	1,89	0,26	0,49	9,68
Плоскорезная	1,56	1,26	2,10	1,84	0,54	0,58	14,90
Минимальная	1,41	1,29	1,95	1,95	0,54	0,66	15,84
<i>Низ склона</i>							
Вспашка	1,31	1,31	1,99	1,87	0,68	0,56	15,75
Плоскорезная	1,50	1,34	2,16	1,82	0,66	0,48	14,93
Минимальная	1,40	1,31	1,95	1,85	0,55	0,54	14,28

$HCP_{05}^a = 0,11$  для слоя 0-10 см,  $HCP_{05}^A = 0,06$  для слоя 10-20 см.

и 0,55% при минимальной обработке, а в слое 10—20 см — 0,56; 0,48 и 0,54% соответственно.

Таким образом, приемы обработки почвы существенно влияют на распределение и накопление гумуса по профилю пахотного слоя, способствуют созданию гомогенного или гетерогенного его строения и тем самым дифференциации по плодородию.

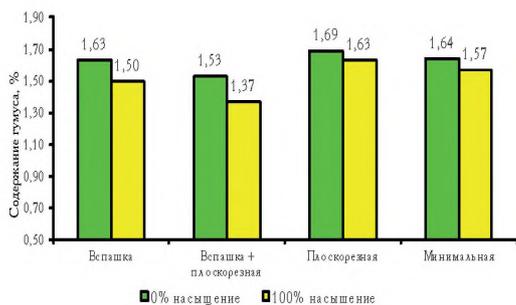
Протекающие процессы описываются различными функциями. Так, динамика прироста гумуса на делянках со вспашкой в слое 0—10 см и 10—20 см описывается логарифмическими функциями ( $y = 0,3121\ln(x) + 1,4725$ ) и ( $y = 0,3174\ln(x) + 1,4061$ ) соответственно. Прирост гумуса в слое 0—10 см при плоскорезной и минимальной обработках также описывается логарифмической функцией, а в слое 10—20 см на делянках при этих же обработках динамика прироста гумуса описывается степенной функцией ( $y = 1,4307x^{0,5}$ ) и ( $y = 1,3737x^{0,0988}$ ) соответственно, что свидетельствует не только о количественной дифференциации обрабатываемых слоев по

плодородию, но и качественном различии происходящих процессов.

*Влияние гербицидов на накопление гумуса.* Сорные растения создают органическую массу, которая в последующем превращается в гумус. При применении гербицидов количество органической массы сильно изменяется. В опыте на накопление гумуса, кроме приёмов обработки и элементов склона, также оказывали влияние системы применения гербицидов (рис. 1).

Установлено, что в слое почвы 0—10 см верхнего элемента склона при 100% насыщении гербицидами в вариантах со вспашкой произошло снижение содержания гумуса до 1,70% по сравнению с контролем (вспашкой без гербицидов — 1,94%), а в слое 10—20 см — на 0,34% — с 1,91 (контроль) до 1,57%.

На таком же элементе склона в варианте со вспашкой с плоскорезной обработкой на глубину 28-30 см в слое 0—10 см при 0% насыщении снижение содержания гумуса составило 0,30%, а при 100% насыщении — 0,22%.



**Рис. 1.** Действие систем гербицидов на содержание гумуса (%) в слое 0–40 см в зависимости от приемов обработки почвы

В слое 10–20 см также отмечено снижение по сравнению с контролем: при 0% насыщении — на 0,21%, при 100% насыщении — на 0,41%. Это можно объяснить влиянием технологии и глубины обработки почвы.

Содержание гумуса напрямую зависело от степени насыщения севооборота гербицидами. Во всех вариантах обработки почвы без применения гербицидов содержание гумуса выше вследствие большего поступления в почву корневых и пожнивных остатков сорных растений.

*Накопление растительных и пожнивных остатков в зависимости от технологии возделывания культур.* Изучаемые нами факторы: рельеф, почвозащитные технологии обработки почвы, системы и степень насыщения севооборота гербицидами влияли на развитие и характер распределения корневых систем возделываемых культур в разных частях корнеобитаемого слоя.

Различные по глубине, способу и периодичности приёмы основной обработки способствовали созданию гомогенного или гетерогенного строения корнеобитаемого горизонта по плодородию, что вызывало перераспределение корневых систем по слоям почвы. В вариантах с плоскорезной обработкой почвы произошло резкое увеличение массы корневых систем в верхнем (0–10 см) слое почвы, где прирост составил 10% в среднем по всем культурам (табл. 2).

Такая же тенденция отмечалась и при минимальной обработке посевов овса и клевера по отношению к вспашке. В вариантах при сочетании вспашки с плоскорезной обработкой

Т а б л и ц а 2

**Влияние систем обработки почвы и гербицидов на накопление корневых систем полевых культур и сорняков (т/га), за ротацию 2003-2006 гг.**

Обработка почвы	Степень насыщения гербицидами, %	Слой почвы, см			В слое 0–40	В среднем за 1 год
		0–10	10–20	20–40		
Вспашка	0	6,83	6,00	2,36	15,19	3,8
	100	6,64	5,69	1,91	14,24	3,6
Доля корней сорняков, % Вспашка+плоскорез	0	2,9	5,4	23,6	10,6	2,7
	100	6,95	6,31	3,24	16,5	4,1
Доля корней сорняков, % Плоскорезная	0	6,82	6,13	2,92	15,87	3,9
	100	1,9	2,9	11,0	5,3	1,3
Доля корней сорняков, % Минимальная	0	7,8	4,36	2,76	14,92	3,7
	100	7,26	4,22	2,51	13,99	3,5
Доля корней сорняков, % В среднем по обработке	0	7,4	3,3	10,0	6,9	1,7
	100	6,9	5,38	2,95	15,23	3,8
Доля корней сорняков, % В среднем по обработке	0	6,47	5,03	1,59	13,09	3,3
	100	6,6	7,0	46,2	14,1	3,5
	0	7,12	5,51	2,83	15,46	3,9
	100	6,8	5,27	2,23	14,3	3,6

Для слоя 0-40 см  $HCP_{05}^A = 0,21$ ,  $HCP_{05}^B = 0,27$ .

наблюдалось более мощное развитие корневых систем в подпахотном слое почвы за счет более рыхлого его слоения.

Действие разных систем гербицидов на накопление корневых остатков сильнее проявлялось в посевах яровых культур, чем озимых и клевера. Это, по нашему мнению, связано с их слабой конкурентоспособностью в подавлении сорного компонента агрофитоценоза и, как следствие, с более сильной степенью засорения посевов яровых.

В посевах яровых зерновых отмечали существенное снижение накопления массы корневых систем в варианте со 100% насыщением при всех системах обработки. Так, при вспашке оно составило 0,58 т/га (18,3%), при вспашке с плоскорезом — 0,09 т/га (3%). При плоскорезной обработке

масса корней возрастала до 0,63 т/га (24,9%), а при минимальной — до 0,69 т/га (23,2%).

*Действие технологий обработки почвы и гербицидов на содержание элементов питания*

Содержание общего азота в основном определялось элементами склона и системой гербицидов и в основном зависело от приёмов обработки. При системе гербицидов со 100% насыщением севооборота снижалось содержание общего азота на 0,02-0,04% по сравнению с вариантами без гербицидов (0,12-0,13%). Приёмы обработки почвы без оборачивания и перемешивания всего пахотного слоя (плоскорезная) способствовала дифференциации корнеобитаемого слоя по содержанию подвижных форм фосфора (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

**Влияние приёмов обработки, систем гербицидов и элементов склона на содержание подвижного фосфора (мг/кг почвы), 2003 г.**

Обработка почвы (А)	Элемент склона	Насыщение гербицидами, %			
		0		100	
		слои почвы, см			
		0–10	10–20	0–10	10–20
Вспашка	Верх	131	126	116	119
	Середина	151	150	140	143
	Низ	170	147	162	161
	Среднее	151	141	139	141
Вспашка + плоскорез	Верх	108	125	140	138
	Середина	125	101	201	190
	Низ	182	162	149	144
	Среднее	139	130	163	157
Плоскорезная	Верх	144	112	153	103
	Середина	241	191	161	154
	Низ	191	242	159	149
	Среднее	192	182	158	135
Минимальная	Верх	108	120	119	116
	Середина	198	175	147	149
	Низ	170	184	250	213
	Среднее	159	160	172	159

$HCP_{05}^A = 36$ ,  $HCP_{05}^B = 32$  для слоя 0-10 см,  $HCP_{05}^A = 0,06$ ,  $HCP_{05}^B = 0,06$  для слоя 10-20 см.

Самое высокое содержание фосфора (192 мг/кг) отмечалось в слое почвы 0—10 см при плоскорезной обработке на фоне без гербицидов. В зависимости от элементов склона выявлена устойчивая тенденция к увеличению его содержания вниз по склону. Так, в вариантах со вспашкой без гербицидов в слое почвы 0—10 см происходило увеличение содержания фосфора с 131 до 170 мг/кг почвы (30%), при сочетании вспашки с плоскорезной обработкой — с 108 до 182 мг/кг (68%), при плоскорезной обработке — с 144 до 191 мг/кг (33%) и при минимальной обработке — с 108 до 170 мг/кг почвы (57%).

Длительное применение почвозащитных приёмов обработки при внесении удобрений обеспечивало оптимальный уровень содержания обменного калия в пахотном слое

(150 мг/кг почвы). Вспашка поперёк склона и её сочетание с плоскорезной обработкой приводили к равномерному распределению калия по слоям пахотного горизонта 0—10 и 10—20 см (176 и 170 мг/кг почвы), а плоскорезная и минимальная — к резкой дифференциации его по разным частям пахотного слоя 0—10 и 10—20 см — 177 и 131 мг/кг почвы соответственно (табл. 4).

Таким образом, по закономерностям изменения содержания органического вещества и элементов питания склоновые земли существенно отличаются от равнинных. На эрозионно опасных склонах прослеживается чёткая тенденция к повышению уровня плодородия почвы вниз по склону, что связано с миграцией элементов питания и водорастворимого гумуса с поверхностным и внутрисочвенным стоком.

Т а б л и ц а 4

Влияние приёмов обработки, систем гербицидов и элементов склона на содержание обменного калия (мг/кг почвы), 2003 г.

Обработка почвы (А)	Элемент склона	Насыщение гербицидами, %			
		0		100	
		слои почвы, см			
		0-10	10-20	0-10	10-20
Вспашка	Верх	167	180	175	183
	Середина	181	170	157	184
	Низ	190	182	183	194
	Среднее	179	177	172	187
Вспашка + плоскорез	Верх	163	165	171	136
	Середина	178	140	174	152
	Низ	184	170	189	180
	Среднее	175	158	178	156
Плоскорезная	Верх	172	122	163	131
	Середина	197	150	180	120
	Низ	215	140	200	145
	Среднее	195	137	181	132
Минимальная	Верх	160	125	153	121
	Середина	174	129	155	115
	Низ	191	147	167	128
	Среднее	175	134	158	121

$HCP_{05}^{\circ} = 14$ ,  $HCP_{05}^B = 4$  для слоя 0-10 см;  $HCP_{05}^A = 13$ ,  $HCP_{05}^B = 11$  для слоя 10-20 см.

### *Дифференциация корнеобитаемого слоя эродированных почв по плодородию*

Для изучения дифференциации слоев почвы по плодородию после длительного применения безотвальных приёмов обработки с поверхностной заделкой растительных остатков и вносимых удобрений проведены вегетационные опыты с кукурузой (тест-культура, очень чувствительная к плодородию почвы). Установлено, что верхняя часть корнеобитаемого слоя (0—10 см) приобрела существенно более высокую окультуренность, чем нижние его слои 10—20 см и 20—40 см (рис. 2).

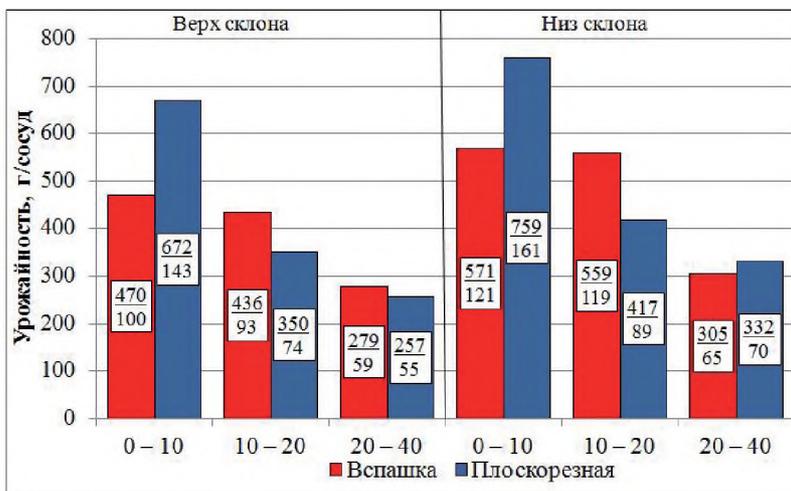
Если плодородие слоя 0—10 см при отвальной обработке в верхней части склона принять за 100%, то продуктивность слоя 10—20 см, например, зеленой массы кукурузы, составила 93%, слоя 20-40 см — 59%, а при плоскорезной обработке — 143, 74 и 55% соответственно. Вниз по склону уровень плодородия также возрастал и на нижнем элементе склона прибав-

ка урожая кукурузы при вспашке составляла для слоя 0—10 см 18-21%, слоя 10-20 см — 26% и в вариантах с плоскорезной обработкой для слоя 0-10 и 20-40 см — 6 и 15% соответственно.

Таким образом, длительное применение безотвальных обработок приводит к дифференциации корнеобитаемого слоя по показателям плодородия, формирует его гетерогенное строение, а ежегодная вспашка на глубину 20-22 см обуславливает относительное гомогенное строение. Поэтому для устранения дифференциации пахотного слоя по плодородию при безотвальных системах обработки необходимо проводить периодическую вспашку, срок которой определяется условиями увлажнения и набором культур в севообороте.

### *Действие почвозащитных приёмов обработки и гербицидов на состав и структуру агрофитоценоза*

Высокая засоренность посевов остается существенным отрицательным фактором, ограничивающим



$НСР_{05}^{AC} - 81,99$  г,  $НСР_{05}^B - 81,99$  г,  $НСР_{05}^C - 66,95$  г. Числитель – сухая масса, г/сосуд; Знаменатель – процент к контролю.

**Рис. 2.** Влияние дифференциации пахотного слоя по плодородию на урожайность кукурузы (г/сосуд), в среднем за 3 года

дальнейший рост урожайности полевых культур [1—4]. Сорные растения в результате конкуренции с культурными растениями могут в значительной степени влиять на баланс элементов питания, физические свойства почвы, водно-воздушный, тепловой и световой режимы агрофитоценоза, т.е. на эффективное плодородие почвы [1, 4, 5]. Вредоносность сорных растений определяется их обилием, интенсивностью роста и развития, скоростью нарастания биологической массы, эффективностью применяемых мер борьбы с ними.

*Характер распределения и рас пространения сорных растений по элементам склона.* В наших исследованиях уровень засоренности определяли по южной экспозиции, обилие сорняков зависело от потенциальной засоренности почвы семенами и вегетативными органами, глубины промерзания и темпов проявления эрозионных процессов при весеннем снеготаянии. В посевах озимой пшеницы засоренность возрастала в 1,13—1,19 раза на нижнем элементе склона по сравнению с верхним, что связано с плоскостным смывом и сносом почвы, а следовательно и семян сорных растений, это подтвердилось последующими учетами. В посевах яровых зерновых наблюдалась аналогичная тенденция.

*Действие технологий обработки почвы на накопление воздушно-сухой массы сорными растениями*

Накопление органической массы сорняками коррелировало с глубиной, способом и интенсивностью обработки, степени насыщения севооборота гербицидами и зависело от элементов склона, определяющих влагообеспеченность посевов полевых культур и их конкурентоспособность в подавлении сорного компонента. Если судить по накоплению воздушно-сухой массы сорным компонентом агрофитоценоза, наиболее сильно сорняки подавлял клевер (67 г/м<sup>2</sup>), далее ози-

мая пшеница (114 г/м<sup>2</sup>), затем овёс (137 г/м<sup>2</sup>), а слабо — ячмень с подсевом клевера (164,9 г/м<sup>2</sup>).

Системы минимальной обработки почвы (плоскорезная, минимальная) увеличивали воздушно-сухую массу на 84-88% в посевах овса, на 100-112% — в посевах ячменя, 130-144% — в посевах клевера и на 11-19% — озимой пшеницы (рис. 3).

Выявлена устойчивая тенденция к увеличению воздушно-сухой массы вниз по склону во всех вариантах обработки. За период ротации зерно-травяного севооборота на верхнем элементе склона она составила 275 г/м<sup>2</sup>, на среднем — 324,3 и на нижнем — 393,5 г/м<sup>2</sup>, т.е. возросла на 17,8 и 43,2%, что связано с более высоким уровнем обеспечения этих элементов склона питательными веществами и влагой.

*Действие гербицидов на обилие и численность сорного компонента*

При первом сроке учёта численность сорняков в вариантах без применения гербицидов в посевах яровых зерновых на делянках с плоскорезной и минимальной обработками была выше на 61 и 46% соответственно, по сравнению с контролем. Последствие от применения гербицидов проявлялось сильнее при увеличении степени насыщения ими севооборота. Так же установлено, что при насыщении севооборота гербицидами от 0 до 50% снижение засоренности посевов овса, ячменя и озимой пшеницы на делянках с ежегодной вспашкой составило >13%, 35 и 105%, в вариантах при сочетании вспашки с плоскорезом — 30%, 35 и 47%, по плоскорезной обработке — 26%, 41 и 59% и по минимальной — 48%, 40 и 77% соответственно. Техническую эффективность различных систем применения гербицидов при втором учёте определяли по исходному уровню засоренности в вариантах обработки, видовому составу сорного компонента и степени насыщения (табл. 5).

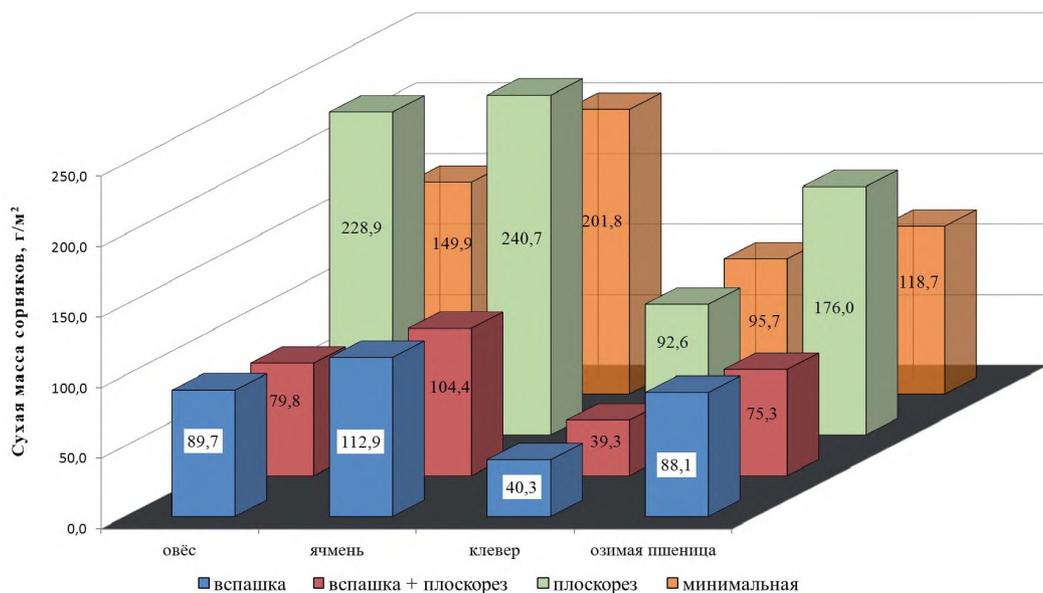


Рис. 3. Влияние обработки и возделываемых культур на накопление воздушно-сухой массы сорняками, г/м<sup>2</sup>

Т а б л и ц а 5

Техническая эффективность гербицидов, %

Насыщение гербицидами	Обработки почвы (А)				В среднем при обработке гербицидами
	вспашка	вспашка + плоскорез	плоскорезная	минимальная	
<i>Овёс, 2003 г.</i>					
Фенфиз — 50%	58	50	71	65	61
Диален супер — 75%	64	90	81	83	79
Агритокс — 100%	73	53	75	54	64
<i>Ячмень с подсевом клевера, 2004 г.</i>					
Базагран М — 75%	90	92	90	91	91
Базагран М — 100%	94	92	87	91	91
<i>Озимая пшеница, 2006 г.</i>					
Диален — 50%	30	34	35	30	32
Фенфиз — 75%	10	38	35	52	34

Эффективность гербицидов была высокой, особенно в вариантах с насыщением севооборота гербицидами 75 и 100%. При насыщении 50% (фенфиз в посевах овса и диален — озимой пшеницы) гибель сорняков составила 50—70%, при насыщении 75%

(диален-супер в посевах овса, базагран М — ячменя с подсевом клевера) увеличилась до 80—90%. Сравнительно низкая гибель сорняков в посевах озимой пшеницы в 2006 г. объясняется появлением сорняков после обильных осадков.

*Действие технологий обработки почвы и систем гербицидов на урожайность полевых культур*

Противоэрозионные технологии обработки почвы и применение систем гербицидов оказали существенное влияние на урожайность озимой пшеницы, ячменя, овса и многолетних трав. В большинстве вариантов достигнут планируемый уровень урожайности с.-х. культур или был близкий к нему (табл. 6). Средние урожаи в опыте составили: озимая пшеница — 4,29 т/га; ячмень — 3,18; овес — 2,35; многолетние травы — 4,01 т/га за один укос.

Безотвальные системы обработки (плоскорезная, минимальная) без применения гербицидов приводили к снижению урожайности овса на 14,9-17,7%, ячменя с подсевом клевера — на 6,9-12,3, сена клевера — на

6,8-7,3 и зерна озимой пшеницы — на 8,2%.

Эффективность системы гербицидов в севообороте определяли по степени насыщения ими севооборота и исходному уровню засорённости, зависящего от приёмов зяблевой обработки. При 25% насыщении гербицидами прямое действие агритокса проявилось в повышении урожайности озимой пшеницы: на фоне вспашки оно составило 0,17 т/га, на плоскорезной — 0,12 и минимальной — 0,19 т/га. При 50% насыщении гербициды (диален в посевах озимой пшеницы и фенфиз в посевах овса) урожайность культур возростала на 8—15%, при 75% насыщении (диален супер в посевах овса + базагран в посеве ячменя с подсевом клевера + фенфиз в посевах озимой пшеницы) обеспечивали существенное повыше-

Т а б л и ц а 6

**Действие приёмов обработки почвы и систем гербицидов на урожайность с.-х. культур, г/га**

Обработка	Степень насыщения севооборота гербицидами, %	Овес, 2003 г.	Ячмень + клевер, 2004 г.	Клевер, 2005 г.	Озимая пшеница, 2006 г.
Вспашка (контроль)	0	2,25	3,23	4,06	4,10
	25	2,26	3,18	4,00	4,27
	50	2,69	3,36	4,08	4,63
	75	2,45	3,31	4,15	4,23
	100	2,60	3,59	4,28	4,45
Вспашка + плоскорез	0	2,33	3,22	4,20	4,41
	25	2,40	3,25	4,18	4,59
	50	2,71	3,38	4,23	4,77
	75	2,56	3,45	4,30	4,56
	100	2,78	3,67	4,42	4,93
Плоскорезная	0	1,69	2,98	3,75	3,94
	25	1,60	2,95	3,81	4,08
	50	2,29	3,02	3,90	4,02
	75	2,36	3,24	3,98	4,24
	100	2,28	3,26	3,90	4,40
Минимальная	0	1,80	2,65	3,62	3,79
	25	1,79	2,73	3,68	3,98
	50	2,38	3,01	4,12	4,11
	75	2,26	3,06	3,85	4,19
	100	2,33	3,14	3,80	4,24
НСР <sub>05</sub> <sup>A</sup>		0,084	0,070	0,157	0,144
НСР <sub>05</sub> <sup>B</sup>		0,075	0,066	0,135	0,127

ние урожайности овса — 0,20 т/га, озимой пшеницы — 0,13, ячменя — 0,08 т/га.

При 100% насыщении гербицидами (базагран в посевах ячменя с подсевом клевера + дифезан в озимой пшенице + агритокс в посевах овса) урожайность культур повышалась на 10% по фону вспашки, на 13% — при сочетании вспашки с плоскорезом, на 13% — при плоскорезной и на 16% — минимальной обработке.

*Действие технологий обработки почвы и систем гербицидов на продуктивность севооборота*

Продуктивность с.-х. культур севооборота определяли в сопоставимых единицах при действии технологий обработки почвы и применении систем гербицидов на урожайность культур. Длительное применение почвозащитных технологий без гербицидов привело к существенному снижению продуктивности севооборота по сравнению с контрольным вариантом (рис. 4). Только при применении гер-

бицидов, в зависимости от насыщения ими севооборота продуктивность севооборота при обычной обработке возрастала от 7 до 17,5%, при плоскорезной — от 6 до 13, при минимальной — от 6 до 16%. В натуральном выражении это составляло 0,7—0,8 т к. ед./га.

Для достижения уровня продуктивности сопоставимого или превышающего вспашку без гербицидов необходимо применять гербициды не реже трёх раз за 4-летнюю ротацию, а при минимальной обработке — ежегодно под все культуры севооборота.

*Действие технологий обработки и гербицидов на структуру биомассы и продуктивность агрофитоценоза*

Агроэкологическая оценка севооборота, проведённая нами с учётом выхода продукции на единицу севооборотной площади. Такая оценка базируется на выходе с 1 га натуральной органической массы в виде основной и побочной продукции, массы корневых и пожнивных остатков и массы

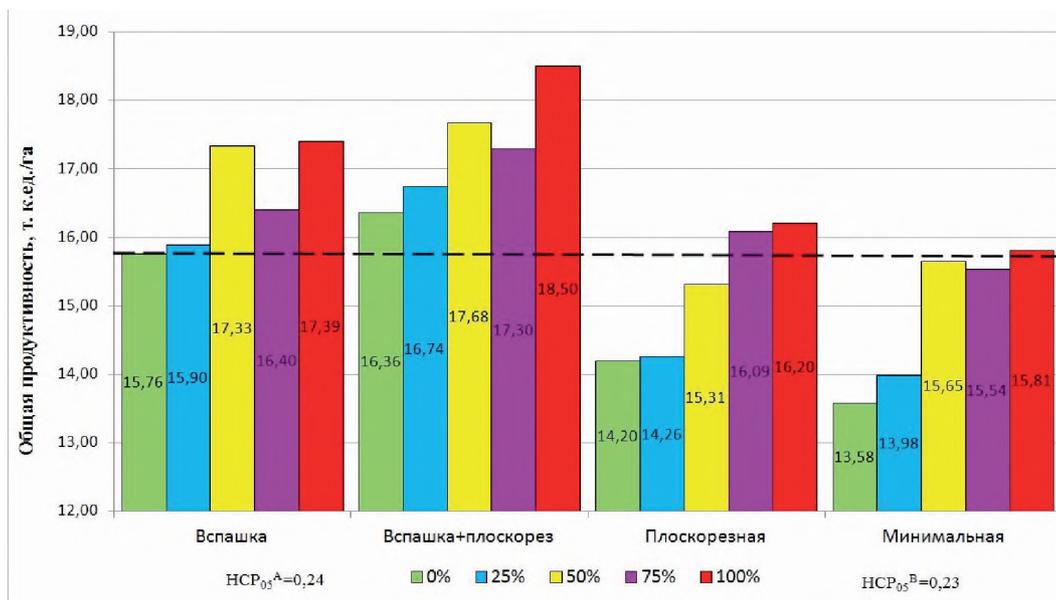


Рис. 4. Действие систем обработки почвы и гербицидов на продуктивность севооборота (т к.ед./га), в сумме за 2003-2006 гг.

сорных растений. Изучаемые факторы существенно влияли на продуктивность всего севооборота и структуру биомассы.

В среднем по всем вариантам обработки на безгербицидном фоне структура биомассы была представлена следующим образом: основная продукция — 32%, побочная 28, сорный компонент — 10 и растительные остатки — 30%, а на гербицидном доля основной продукции возрастала до 36%, побочной до 31%, а масса сорняков снижалась в 5 раз и составляла 2%, при том же коли-

честве растительных остатков 31% (рис. 5).

Влияние элементов склона проявилось в увеличении общей фитомассы на нижнем элементе склона на 13,8% (6,5 т/га) по сравнению с верхним, а также в повышении доли основной продукции на 4,8% и сорного компонента на 14,5%. При этом сбор соломы сократился на 9,9% при неизменной массе корневых систем.

Таким образом, применяемые технологии при выращивании культур являются существенным фактором повышения их продуктивности. Эле-

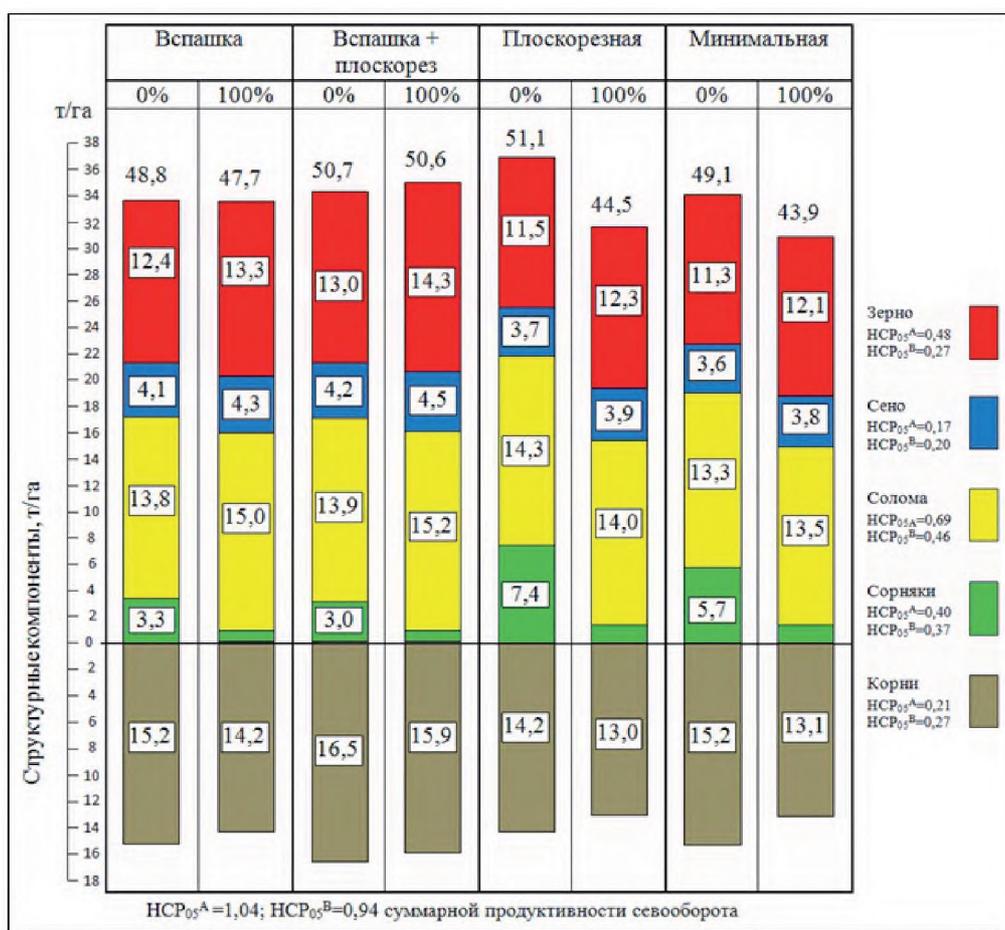


Рис. 5. Действие технологий обработки почвы и гербицидов на накопление и структуру биомассы полевых культур севооборота, в сумме за 2003-2006 гг.

менты технологии способствуют изменению структуры продуктивности агрофитоценоза в нужном направлении, т.е. увеличивают выход основной продукции и сокращают выход побочной продукции.

#### Заключение

Результаты 30-летних исследований (1977-2007 гг.) по изучению и оценке агротехнической эффективности почвозащитных обработок и средств химизации при длительном использовании на склоновых землях на дерново-подзолистых почвах показали высокую их эффективность. При использовании почвозащитных энергосберегающих технологий в сочетании с интегрированной защитой

и применением удобрений наблюдается расширенное воспроизводство плодородия почвы, возрастает содержание гумуса, питательных веществ, повышается урожайность культур. Существенные значения имеет применение почвозащитных технологий обработки почвы. В создании строения пахотного слоя глубокие отвальные обработки поперек склона способствуют созданию гомогенного построения пахотного слоя и, наоборот, обработки почвы, основанные на минимализации, создают гетерогенное строение пахотного слоя, ухудшают фитосанитарное состояние, влияют на содержание доступных элементов питания, т.е. изменяют эффективное плодородие.

#### Библиографический список

1. Актуальные вопросы борьбы с сорными растениями. М.: Колос, 1980.
2. Актуальные проблемы земледелия. М.: Колос, 1984.
3. *Баутин В.М.* Актуальность разработок точных агротехнических на современном этапе // Известие ТСХА, 2009. Вып. 2.
4. *Баздырев Г.И.* Фитосанитарное состояние почвы в условиях интенсификации земледелия // Известие ТСХА, 1983. Вып. 3.
5. *Березовский М.Л.* Регулирование взаимодействия растений с гербицидами как основа повышения их эффективности. М.: Колос, 1966.
6. Глобальные проявления изменений климата в агропромышленной сфере. М.: РАСХН, 2004.
7. *Жученко А.А.* Ресурсосберегающий потенциал производства зерна в России. М.: Агротехиздат, 2004.
8. *Лыков А.М., Еськов А.И., Новиков А.М.* Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья. М.: РАСХН, 2004.
9. Проблемы интенсификации и экологизации земледелия России. М.: РАСХН, 2006.
10. *Prasad M.* Vergleichende Untersuchungen über verschiedene Methoden zur der Bodengumus, Zbe., 1968. Abt 2.
11. *Weirer U.* Netzeinsatz zum PYLanzenschutz Yarterborse. Yartenwelt. 15, 1992.

*Рецензент* — д. с.-х. н. С.Н. Матюк

#### SUMMARY

New data on soil fertility reproduction indices, obtained during long-term application of soil-protecting technologies, are provided in the article. Data on the role of weeds in the forming of organic matter, and also on changes in structure and composition of an arable layer, various cultural practices used, are of both scientific and practical interest.

*Key words:* soil-protecting technologies, humus, nutrients, weeds, agrophytocoenosis, crop rotation productivity.

Баздырев Геннадий Иванович — д. с.-х. н., РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева. Тел. 976-08-51.

Заверткин Игорь Анатольевич — РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева. Эл. почта: zavertkin@mail.ru