

Г. В. Симченков, кандидат сельскохозяйственных наук

Н.Г. Бачило, доктор сельскохозяйственных наук

Л.А. Булавин, кандидат сельскохозяйственных наук

Белорусский НИИ земледелия и кормов

УДК 631.51:632.5

## Совершенствование систем обработки почвы и методов борьбы с сорной растительностью

*Многолетними исследованиями доказана возможность замены традиционной отвальной вспашки безотвальными обработками чизельными культиваторами, дисковыми бородами, плоскорезами. Доказана эффективность комбинированной обработки почвы в севообороте, основанная на чередовании отвальной и безотвальной обработки почвы. Усовершенствованы агротехнические и химические приемы борьбы с сорняками.*

*Long-term researches proved that it is possible to replace a traditional moldboard plowing by cultivation with boardless chisel cultivators, heavy disk harrows, crushers. The effectiveness of combined soil cultivation in crop rotation has been proved based on interchange of moldboard and boardless soil cultivation. Agrotechnical and chemical techniques of weed control have been improved.*

Важным фактором в интенсивной технологии возделывания сельскохозяйственных культур является совершенствование обработки почвы в зависимости от почвенно-климатических условий и засоренности полей. Исследования по обработке почвы были направлены на разработку дифференцированных методов, которые обеспечивали повышение производительности труда, снижение затрат, в первую очередь, за счет снижения расхода топлива, а также уничтожение сорной растительности, прежде всего многолетней. Большую работу в этом направлении провели член-корреспондент АН БССР П.Е.Прокопов, кандидат сельскохозяйственных наук А.П.Абрамчук. Их исследованиями на средних суглинках экспериментальной базы "Устье" усовершенствованы системы основной и предпосевной обработки почвы, доказана необходимость проведения энергосберегающей системы обработки почвы, а также целесообразность проведения углубления пахотного слоя за счет припашки подзолистого. А.П.Абрамчук усовершенствовала агротехнические меры борьбы с сорной растительностью, особенно с пыреем ползучим.

Исследованиями Г.Д.Белова на супесчаных почвах экспериментальной базы «Липово» доказана возможность замены отвальной вспашки на глубину пахотного слоя

дискованием на 10 см. В восьмипольном севообороте замена обычной вспашки на глубину 20 см мелкой дисковой на глубину 10 см превысила продуктивность культур в среднем за севооборот на 1 ц к. ед. с 1 га. Автор доказал, что и мелкая обработка почвы может дать положительные результаты в борьбе с сорняками. Это достигается при повторных обработках верхнего слоя, проводимых до или после основной обработки почвы. Г.Д.Белов доказал высокую эффективность комбинированных агрегатов на предпосевной обработке почвы. В.И.Барташевич, Л.Д.Барташевич усовершенствовали систему обработки тяжелосуглинистых почв. Эти почвы имеют высокое потенциальное, но низкое эффективное плодородие. Они характеризуются неудовлетворительными водно-физическими свойствами, поэтому период их оптимальной спелости и пригодности к механической обработке бывает очень коротким. Чтобы провести обработку этих почв в строго оптимальные сроки, авторами доказана возможность замены отвальной вспашки высокопроизводительными почвообрабатывающими орудиями, прежде всего чизельными культиваторами и тяжелыми дисковыми бородами. В севообороте эффективна комбинированная система обработки этих почв, т.е. чередование отвальной вспашки с приемами безотвальной обработки.

Таблица 1. Урожайность корнеплодов кормовой свеклы и зерна ячменя (в последствии) в зависимости от глубины рыхления тяжелосуглинистой мелиорированной почвы, т/га (ср. 1990-1993 гг.)

Вариант опыта	Кормовая свекла		Ячмень	
	по вспашке	по чизелеванию	по вспашке	по чизелеванию
<i>рыхление осенью</i>				
Без рыхления (контроль)	51,9	44,9	5,36	5,41
Рыхление на 45 см, РУ-45	58,3	50,2	5,72	5,68
Рыхление на 45 см, Параплау	59,2	50,1	6,07	6,04
<i>рыхление весной</i>				
Без рыхления (контроль)	52,8	46,2	5,65	5,64
Рыхление на 45 см, РУ-45	56,1	50,4	5,50	5,56
Рыхление на 45 см, Параплау	58,3	50,1	5,63	5,68
НСР, т/га	2,0-3,6	2,7-3,9	0,32-0,45	0,32-0,40

Доказана эффективность подпочвенного разуплотнения (табл. 1).

Глубокое рыхление улучшало водно-физические свойства мелиорированной тяжелой почвы и обеспечивало повышение урожайности корнеплодов кормовой свеклы. Последствие глубокого рыхления на урожайность ячменя значительно снижалось.

Высокая эффективность безотвальных обработок доказана на эрозивноопасных склоновых землях и песчаных почвах, подверженных ветровой эрозии. Исследования, проведенные П.В. Гужевым и Я.А. Парфеновой, показали, что безотвальные обработки снизили смыв почвы в три раза и дефляцию почвы в 1,5-2 раза по сравнению с общепринятой отвальной обработкой.

Исследованиями, проведенными на легкосуглинистых почвах экспериментальной базы "Жодино" в специализированных севооборотах, установлена равнозначность по влиянию на урожайность отвальных и безотвальных систем обработки почвы. Наиболее эффективной оказалась комбинированная система обработки почвы, включающая чередование отвальной и безотвальной обработок.

Наряду с изучением влияния различных систем обработки почвы на урожайность культур севооборота нами разрабатываются вопросы теоретического характера, дающие возможность объяснения действия способов обработки на увеличение или снижение урожайности культур и изменение потенциального плодородия почвы. Исследования, проведенные в плодосменном севообороте, показали, что глубина и приемы обработки почвы существенно влияют на ее агрофизические свойства и при этом наилучшие условия для растений создаются в пахотном слое при ежегодной вспашке, где увеличивается порозность и уменьшается плотность почвы до 1,23-1,37 г/см<sup>3</sup>, в то время как по другим системам обработки она составляла 1,38-1,49 г/см<sup>3</sup>.

Обработка почвы плоскорезом несколько увеличивает плотность слоя 10-20 см по сравнению со вспашкой (1,38 г/см<sup>3</sup>). Самая высокая плотность почвы наблюдается по мелкой обработке (1,46-1,56 г/см<sup>3</sup>). Увеличение глубины безотвальных обработок путем подпочвенного разуплотнения снижает плотность и повышает общую скважность. Так, сочетание мелкой обработки (БДТ-7) с подпочвенным рыхлением (Параплау) снижает

плотность пахотного слоя на 0,10-0,13 г/см<sup>3</sup> и увеличивает общую скважность на 5-6%. Особенно высокая плотность почвы (1,54 г/см<sup>3</sup>) наблюдается при возделывании озимой ржи, когда под действием осенних и весенних осадков, а также продолжительного вегетационного периода почва уплотнялась до равновесного состояния и влияние вида обработки нивелировалось, чего не отмечалось при возделывании яровых культур.

Специфичность воздействия разных систем обработки на почву и процессы, происходящие в ней, во многом обусловлена различием в характере распределения в верхней части пахотного слоя пожнивных остатков и вносимых удобрений. Так, сочетание вспашки с глубоким рыхлением способствовало лучшему прогреванию верхнего слоя 0-10 см и более глубоких слоев, что приводило к повышению температуры почвы на 0,9-1,1°C. Длительное применение мелкой обработки в севообороте снижает теплофизические свойства легкосуглинистой почвы в слое 0-10 см, что объясняется накоплением в нем значительного количества растительных остатков и меньшей плотностью, по сравнению со слоем 10-20 см.

Существенное снижение температуропроводности наблюдается по безотвальным обработкам, что очевидно связано с уплотнением почвы и значительным разложением корневых и ложных остатков. Видимо по этой причине происходит и уменьшение воздухопроницаемости, что выражается через снижение коэффициента диффузии, который по всем видам обработки находился в пределах 0,03-0,04.

Неравномерное распределение растительных остатков в пахотном слое при различных системах обработки создает неодинаковые условия разложения их в почве, о чем свидетельствуют результаты биологических исследований, проведенных во время вегетации различных культур севооборота (лопин на зерно, озимая рожь, ячмень с подсевом клевера). Прогревание верхнего слоя почвы весной более быстро происходит при ежегодной вспашке и плоскорезной обработке, где микробиологическая деятельность развивается более бурно и продуцирование углекислого газа достигает 2,57-3,04 мг/кг.ч (табл. 2). Сочетание общепринятой обработки с подпочвенным разуплотнением значительно снижает энергию "дыхания" почвы. Аналогичные результаты получены по варианту мелкой обработки в сочетании с "Параплау"

Таблица 2. Влияние основной обработки почвы на биологическую активность почвы (1994-1996 гг.) 26 апреля – 3 мая

Система основной обработки почвы	Глубина слоя, см	Интенсивность продуцирования, CO <sub>2</sub> мг/кг. час	Азотфиксация, мкг/кг. час	Ферментативная активность			Комплексная биологическая активность, %	Коэффициент гумификации, %
				инвертаза	пероксидаза	полифенолоксидаза		
1. Общепринятая	0-10	2,57	0,51	6,01	0,070	0,110	100	14,8
	10-20	2,38	0,47	4,12	0,089	0,100	100	16,3
11. Общепринятая с разуплотнением «Параплау»	0-10	2,33	0,44	5,38	0,058	0,110	89,9	15,1
	10-20	1,65	0,41	5,30	0,049	0,104	83,5	16,3
12. Мелкая в сочетании с «Параплау»	0-10	2,27	0,60	6,38	0,037	0,087	87,6	16,8
	10-20	1,46	0,64	3,17	0,037	0,066	70,2	15,6
13. Плоскорезная	0-10	3,04	0,57	6,50	0,046	0,099	97,6	18,2
	10-20	2,41	0,54	5,22	0,060	0,078	91,7	15,4
14. Сочетание общепринятой с чизельной	0-10	1,80	0,48	6,03	0,058	0,090	85,8	16,7
	10-20	2,11	0,45	5,39	0,055	0,086	87,1	15,3
15. Поздняя вспашка	0-10	1,15	0,19	6,47	0,038	0,078	63,7	—
	10-20	1,60	0,16	5,28	0,041	0,081	67,8	—

(2,27-1,46 мг/кг.ч). Большое влияние на биогенность почвы оказывают сроки обработки. Так, по поздней вспашке количество выделившегося CO<sub>2</sub> составляло всего лишь 2,11 мг/кг.ч по слою почвы 0-10 см и 1,15 мг/кг.ч в горизонте 10-20 см.

Процесс биологического азотонакопления под влиянием систем обработки почвы несколько возрастает по общепринятой и плоскорезной обработкам, а также по сочетанию с мелкой с подпочвенным разуплотнением (табл. 2). Самая низкая потенциальная азотфиксация отмечается по поздней вспашке, где она достигает лишь 0,19-0,16 мкг/кг.ч, в то время как по другим вариантам находилась на уровне 0,44-0,60 мкг/кг.ч.

Для оценки изменения плодородия почв широко используется такой показатель, как ферментативная активность. Каждый фермент в почве отвечает за отдельный биологический процесс или контролирует целый комплекс последних. Большое внимание в современных исследованиях уделяется изучению инвертазной активности, которая характеризует углеводный режим почвы и тесно связана с содержанием гумуса в почве и величиной урожайности сельскохозяйственных культур. Более высокая инвертазная активность отмечена в слое 0-10 см по сочетанию мелкой обработки и подпочвенного разуплотнения 6,38 мг субстрата на 10 г почвы за 4 часа, а также по общепринятой и плоскорезной обработкам 6,01 и 6,50 мг субстрата на 10 г почвы за 4 часа.

В биологических процессах гумусообразования существенное значение имеют ферменты полифенолоксидаза и пероксидаза, контролируемые синтез и разложение органического вещества. Отношение активности полифенолоксидазы к пероксидазе, выраженное в процентах, условно называется коэффициентом гумусонакопления. В наших исследованиях более высокие показатели этих ферментов отмечаются при ежегодной вспашке 0,07-0,08 и 0,110-0,100 мг субстрата на 10 г почвы за 4 часа, что указывает на то, что при этом способе обработки в па-

хотном слое процесс синтеза гумуса преобладает над его разложением. По безотвальным системам обработки почвы активность этих ферментов значительно ниже 0,037-0,060 и 0,066-0,099 мг субстрата на 10 г почвы за 4 часа. Общий уровень биогенности почвы точнее характеризуется величиной комплексной активности, определенной по 5 биологическим тестам. Более высокими показателями биологической активности, выраженной в процентах, отличается вариант с общепринятой обработкой (100%). Среди безотвальных способов обработки более высокая комплексная активность почвы в среднем за 3 года при возделывании первых трех культур севооборота наблюдалась по плоскорезной и составляла 97,6% в слое 0-10 см и 91,7% в слое 10-20. По сочетанию вспашки с разуплотнением подпахотного горизонта и чизельной обработкой биогенность почвы снижалась по горизонтам до 85,8-89,9% и 70,2-87,1%.

Биологическая активность почвы при поздних сроках обработки по сравнению с оптимальными сроками составляет лишь 63,7-67,8%, что сказывается на развитии растений и величине урожайности культур севооборота. Различная активность микробиологических процессов в зависимости от способов обработки почвы оказывала свое влияние на динамику элементов минерального питания в почве. Весной в период закладки опытов 24-26 апреля по всем вариантам обработки количество доступного азота (NO<sub>3</sub> + NH<sub>4</sub>) было более высоким в верхних слоях почвы и достигало до 4,62 мг на 10 г почвы по общепринятой обработке. Несколько ниже содержание азота по безотвальным обработкам и общепринятой с разуплотнением подпахотного слоя 1,41-1,11 мг/100 г почвы. В более поздние сроки вегетации растений 2-3 июня количество доступного азота в почве резко снижалось, но зависимость от системы обработки сохранилась. Наличие фосфора и калия в почве в меньшей степени зависит от приемов обработки, однако в результате применения различных систем обработ-

ки происходит перераспределение доступных форм их по профилю пахотного слоя. Сосредоточение в верхнем слое растительных остатков и вносимых удобрений при безотвальных способах обработки, независимо от их глубины, приводит к дифференциации пахотного слоя на два уровня 0-10 см более обогащенного и 10-20 см обедненного. Так, содержание  $P_2O_5$  и  $K_2O$  в верхнем слое достигало 22,2-27,2 и 24,1-29,5 мг/100 г почвы и 20,4-21,0 мг/100 г в нижнем.

Следовательно, приемы безотвальной обработки почвы способствуют дифференциации пахотного слоя на два уровня: верхнего с лучшими агрофизическими, биологическими и агрохимическими показателями и нижнего более уплотненного с низкой биогенной активностью и значительно беднейшим по содержанию питательных элементов. Но так как корневая система растений на 80-87% расположена на глубине 0-20 см, то происходит потребление питательных веществ из запасов почвы и снижается плодородие пахотного слоя.

Это негативное явление устраняется в результате применения в севообороте комбинированной системы обработки почвы, включающей чередование отвальных и безотвальных обработок.

Важную роль играет обработка почвы в борьбе с сорняками, которые являются наиболее вредоносной группой организмов, наносящих ущерб сельскому хозяйству. Максимальный противосорняковый эффект обработки почвы достигается только при ее своевременном проведении. При проведении вспашки без предварительного лущения стерни 15.УШ, 15.1Х, 15Х количество сорняков в посевах овса перед химпрополкой составило соответственно 87; 99; 113 шт./м<sup>2</sup>. Уменьшить отрицательное влияние поздних сроков вспашки можно за счет проведения сразу же после уборки лущения стерни. В этом случае создаются благоприятные условия для прорастания семян сорняков, которые уничтожаются затем последующей вспашкой. Это существенно уменьшает потенциальную засоренность пахотного горизонта. Установлено, что лущение стерни перед зяблевой вспашкой уменьшило засоренность посевов последующей культуры на 25%.

На ранней зяби хорошие результаты в борьбы с сорняками обеспечивает обработка почвы по типу полупара, предусматривающая проведение нескольких дополнительных культиваций после вспашки по мере отрастания сорняков. Так, двукратная культивация зяби уменьшила засоренность посевов ячменя малолетними сорняками на 24,5%. Важнейшее значение этот агроприем имеет также в борьбе с многолетними сорняками, прежде всего с пыреем ползучим. Гибель корневищ пырея ползучего в посевах ячменя на дерново-подзолистой, супесчаной и легкосуглинистой почве при проведении полупаровой обработки, включающей лущение стерни, вспашку и две последующие культивации, составила соответственно 83,8 и 59,3%. На варианте, где проводили двукратное лущение стерни с разрывом во времени и последующую вспашку, этот показатель был равен соответственно 71,3 и 63,1%. Наибольший эффект от полупаровой обработки почвы отмечается в годы с продолжительной и теплой осенью.

Для получения максимального эффекта от полупаровой обработки почвы необходимо при ее проведении обязательно принимать во внимание механический состав почвы. Если на легких почвах наибольшая гибель корневищ пырея ползучего отмечалась на варианте, где в основу полупара был положен принцип «вычесывания» измельченных и запаханных корневищ с помощью культивации, то на тяжелых почвах с высокой водопоглощающей и водоудерживающей способностью такая полупаровая обработка не всегда обеспечивала положительные результаты. Метод «вычесывания» корневищ на тяжелых почвах пригоден лишь в засушливые годы. В обычных же условиях на этой почвенной разности гибель корневищ пырея ползучего от традиционного полупара не превышала 25,3%. Значительно большую гибель сорняка на тяжелых почвах обеспечивала полупаровая обработка, в основу которой положен принцип «удушения и истощения». При двукратном лущении стерни с разрывом во времени и последующей зяблевой вспашкой гибель корневищ пырея ползучего была равна 51,2% (В.И.Барташевич, Л.Д.Барташевич, Г.В.Симченко, 1991).

Существенное влияние на засоренность посевов сельскохозяйственных культур оказывает возделывание крестоцветных в промежуточных посевах. По данным А.В.Барышева (1990), пожнивное возделывание редьки масличной уменьшило количество корневищ пырея ползучего в почве на 50,8%, при этом значительно снизилась засоренность посевов последующего овса малолетними сорняками. Противосорняковый эффект крестоцветных культур, возделываемых в промежуточных посевах, отмечался не только при отвальной, но и при безотвальной обработке почвы, что свидетельствует о целесообразности сочетания этих агроприемов.

Важное значение для снижения засоренности посевов имеет совершенствование предпосевной обработки почвы и проведение боронования. Увеличение глубины весенней обработки почвы ведет к повышению засоренности посевов, так как при глубоком рыхлении на поверхность почвы извлекается из нижних слоев больше семян сорняков. По нашим данным, количество сорняков в посевах ячменя при глубине весенней обработки 5-7 см составило 83-95 шт./м<sup>2</sup>, а при ее увеличении до 10-12 см этот показатель был равен 113-121 шт./м<sup>2</sup>. Довсходовое боронование посевов ячменя, которое проводили на 4-5-й день после посева, уменьшило засоренность этой культуры малолетними сорняками в условиях дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы на 50%. При бороновании в фазу 3-4-х листьев ячменя засоренность посевов уменьшалась на 47,3%, а при сочетании этих видов боронования – на 58,9%. На дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве эффективность боронования была значительно ниже. Количество сорняков на указанных вариантах уменьшилось соответственно на 15,6; 19,0; 24,0%.

Наиболее эффективным методом борьбы с сорняками является химический. Значительное увеличение стоимости гербицидов и усиление экологической напряжен-

**Таблица 3.** Влияние гербицида утал и поверхностно-активных веществ на урожайность ячменя и засоренность почвы органами вегетативного размножения многолетних сорняков

Доза гербицида	Сульфат аммония- 5 кг/га (1,2)			Диметилсульфоксид (ДМСО) -0,5 л/га		
	прибавка урожайности, ц/га	корневища пырея ползучего	корневые отпрыски осота полевого	прибавка урожайности, ц/га	корневища пырея ползучего	корневые отпрыски осота полевого
Контроль	—	54,7	6,3	—	63,8	5,7
Утал 10 л/га препарата	3,3	92,4	68,7	3,5	98,6	72,2
Утал 4 л/га + ПАВ	3,6	94,7	93,6	3,0	94,3	76,8
Утал 3 л/га + ПАВ	3,2	96,3	75,7	4,1	95,7	74,5
Утал 2 л/га + ПАВ	1,1	98,3	32,8	1,2	90,4	50,4

**Примечание:** на контроле приведены длина корневищ и корневых отпрысков ( $M. П/м^2$ ), а на других вариантах их гибель, %.

ности послужило причиной изучения возможности снижения гербицидной нагрузки на посевах зерновых культур. Установлено, что применение половинных доз гербицидов 2М-4ХП 1 кг/га д.в. и диален (0,4 кг/га д.в.) в фазу 3-х листьев ячменя, когда сорняки особенно чувствительны к действию препаратов, обеспечивает примерно такую же урожайность, как и рекомендованные дозы указанных гербицидов, применяемых в фазу кущения ячменя. Эффективным приемом в борьбе с малолетними сорняками на посевах ячменя и овса является также применение в фазу кущения этих культур баковых смесей половинных доз указанных гербицидов с азотными удобрениями ( $N_{1,7-5,0}$ ). Засоренность посевов и их урожайность в этом случае находились примерно на таком же уровне, как и при традиционном использовании этих гербицидов.

В последние годы в борьбе с многолетними сорняками широкое распространение получили препараты на основе глифосата (раундап, утал). Отдельные виды многолетних сорняков существенно различаются по чувствительности к этим гербицидам. Если для борьбы с пыреем ползучим их доза составляет 3-4 л/га, то для уничтожения осота полевого необходимо применять их

в дозе 6-8 л/га, а для подавления вьюнка полевого 8-10 л/га (А.М. Давыдов, 1985). Исследования показали, что на полях со смешанным типом засорения применение утала с поверхностно-активными веществами позволяет усилить токсическое действие невысоких доз этого гербицида на многолетние сорняки, отличающиеся устойчивостью к этому препарату (табл.3).

Из таблицы следует, что на полях со смешанным типом засорения многолетними сорняками минимальная доза утала, применяемого с ПАВ, должна быть не менее 3 л/га. При внесении более низких доз этого препарата оставшееся количество осота полевого является существенным и сдерживает прирост урожайности ячменя даже при значительной гибели пырея ползучего.

Таким образом, совершенствование систем обработки почвы позволяет проводить ее в оптимальные сроки, уменьшить водную и ветровую эрозию, сохранить плодородие почвы и снизить расход ГСМ.

Применение агротехнических мер борьбы с сорняками и баковых смесей, состоящих из пониженных доз гербицидов и поверхностно-активных веществ, позволяет снизить засоренность посевов и сократить расход дорогостоящих гербицидов.