

УДК 631.51:631.6.02:633.1'2

## **ВЛИЯНИЕ ПОЧВОЗАЩИТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРОЯВЛЕНИЕ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ СКЛОНОВЫХ ЗЕМЕЛЬ И УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР**

**И.С. КОЧЕТОВ, В.Н. ОСИПОВ, А.И. БЕЛОЛЮБЦЕВ, С.И. ЧЕБОНЕНКО,  
А.Л. ОСИПОВ, А.Н. МОРОЗ**

(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

**В условиях стационарного полевого опыта изучалось влияние комплексного применения почвозащитных технологий обработки почвы и культур зернотравяного севооборота на сток талых вод и смыв почвы, а также на ее агрофизические свойства.**

Установлена зависимость интенсивности развития процессов водной эрозии от условий предзимнего и зимнего периодов как факторов формирования поверхностного стока талых вод. Наиболее эффективным почвозащитным приемом является щелевание и чизелевание в комплексе с поверхностными обработками. Для усиления противозерозионной устойчивости поверхности почвы и защиты от неблагоприятных метеорологических факторов необходимо применять мульчирование измельченной соломой.

Урожайность культур севооборота (во времени) в большей степени зависела от метеорологических условий вегетационного периода, чем от обработки почвы.

Проблема охраны природы и рационального использования угодий, расположенных на склонах и подверженных водной эрозии, приобретает все большее значение в связи с ухудшением экономического положения в сельскохозяйственном производстве [1—4, 6, 8—10, 12].

Полученные нами экспериментальные материалы [5—7, 11] и экспертные оценки водной эрозии

убеждают в том, что эрозионные процессы не только сохраняются, но в отдельных регионах и усиливаются. По данным кафедры земледелия и методики опытного дела Тимирязевской академии [7], в Центральном Нечерноземье России из 19,9 млн га сельскохозяйственных угодий, в том числе 14,2 млн га пашни, в разной степени эродировано соответственно 3,4 и 2,5 млн га. Годовой смыв

почвы составляет 21,8 млн т (6 т/га), при этом отчуждается 310 тыс. т гумуса, 16,5 тыс. т азота, 13,6 тыс. т фосфора и 255 тыс. т калия, что приводит к недобору 1,8 млн ц корм. ед. (5,2 ц/га). Для восстановления потерь от эрозии необходимо вносить 7,8 млн т навоза, 15 тыс. т азотных, 6 тыс. т фосфорных и 207 тыс. т калийных удобрений (в переводе на 100% содержание питательных веществ) [6, 7, 10, 11].

Проведенный эколого-экономический анализ использования склоновых земель в Московской области показал, что комплексные противоэрозионные мероприятия применяются на очень небольших площадях (17,7% площади сельскохозяйственных угодий), что определяет значительный остаточный смыв почвы с учетом ее проективного покрытия растениями (3 т/га), который в 1,5—2 раза превышает допустимые нормы. При этом остаточный недобор продукции составляет 3,9 зерн. ед. на 1 га [6, 11].

Эффективная защита почвы от эрозии возможна только при использовании комплекса противоэрозионных мероприятий, в котором одно из главных мест занимает рациональная почвозащитная обработка почвы, многие функции которой в современном экологически сбалансированном почвозащитном земледелии изменяются. Выдвигаются новые задачи: повышение противоэрозионной устойчивости, замедление темпов минерализации, повышение накопления гумуса, использование стерневых остатков и соломы, уменьшение техногенной деформации.

Важное место в комплексе противоэрозионных мер отводится почвозащитной агротехнике. Сравнительно широкое распространение получили плоскорезная и поверхностная со щелеванием обработки почвы. Однако до настоящего времени еще недостаточно изучено на эродированных почвах чизелевание в сочетании с плоскорезной и поверхностной обработками.

Целью нашей работы было определение влияния обычной, плоскорезной и поверхностной обработок в сочетании со щелеванием и чизелеванием на проявление водной эрозии и урожайность культур зернотравяного севооборота.

#### Методика

Исследования выполнены в стационарном полевом опыте, который был заложен в 1980 г. методом расщепленных делянок в учхозе «Михайловское» Подольского района Московской области на среднеэродированной среднесуглинистой дерново-подзолистой почве в почвозащитном 5-польном севообороте во времени: овес — ячмень с подсевом многолетних трав — многолетние травы 1-го года пользования — многолетние травы 2-го года пользования — озимая пшеница. Экспозиция склона — южная.

Изучались противоэрозионные обработки (фактор А): 1 — вспашка на 20—22 см, 2 — вспашка + щелевание на 40—50 см, 3 — плоскорезная на 18—20 см + щелевание, 4 — плоскорезная + чизелевание на 38—40 см, 5 — поверхностная на 8—10 см + щелевание, 6 — поверхностная. Крутизна склона (фактор Б) — 4 и 8°.

Предпосевная обработка почвы включала дискование для заделки удобрений и пожнивных остатков, культивацию и обработку РВК-3,6. В вариантах, включающих плоскорезную обработку в сочетании со щелеванием и с чизелеванием, при основной обработке почвы использовали ПЩН-2,5. Щелевание по вспашке и поверхностной обработке проводилось при устойчивом промерзании почвы на глубину 3—5 см. Для усиления противоэрозийной эффективности поверхностной обработки после 1-го укоса многолетних трав 2-го года пользования применяли чизелевание на 38—40 см плугом ПЧ-4,5М. В 1990 и 1991 гг. в целях повышения почвозащитной способности изучаемых противоэрозийных обработок и более эффективного использования пожнивных остатков дополнительно применяли мульчирование поверхности почвы измельченной соломой.

Общая площадь делянок 1-го порядка 2760 м<sup>2</sup> (11,5 х 240), учетная — 1008 м<sup>2</sup> (4,2 х 240), 2-го порядка — соответственно 1380 (11,5 х 120) и 504 м<sup>2</sup> (4,2 х 120).

Для изучения внутрипочвенного горизонтального стока заложены стационарные водобалансовые площадки — 200 м<sup>2</sup>.

Анализы проводили по общепринятым методикам и ГОСТам.

### Результаты

Известно, что поверхностный сток формируется под влиянием внешних и внутренних факторов, находящихся в неразрывной связи. Годы, как правило, различаются по ведущему фактору фор-

мирования стока и его качественным характеристикам.

К внешним факторам стока талых вод можно отнести уровень солнечной радиации, температуру воздуха, осадки и мощность снежного покрова, к внутренним — влажность почвы, глубину и степень промерзания, водопроницаемость и оттаивание почвы. Внешними факторами, за исключением снежного покрова, управлять трудно, внутренние — можно учитывать и в той или иной степени изменять.

В годы проведения исследований основное влияние на формирование поверхностного стока талых вод оказали температура воздуха и осадки.

Метеорологические условия в зимние периоды 1991—1995 гг. характеризовались частыми положительными температурами и оттепелями, что приводило к формированию промежуточного поверхностного стока талых вод. Оттепели были непродолжительными (1...2 сут) и не представляли прямой угрозы плодородию почвы, так как талая вода не содержала смытых ее частиц. Однако снеговая вода, заполнив все неровности на поверхности почвы, а также частично щели, при дальнейшем понижении температуры замерзала и восстанавливала разрушенные обработкой почвы естественные водотоки. Открытые гребни почвы, где структурные образования были практически разрушены обильной влагой и перепадами температур, легко смывались при формировании основного стока. Все это в значительной степени способ-

ствовало усилению процессов эрозии почвы. Наиболее сильное действие снеговой воды отмечалось в 1991 г., когда противозерозионная способность изучаемых обработок почвы резко снизилась. Однако полной нейтрализации щелей не последовало, особенно на склоне крутизной 4° и в вариантах, где щели были нарезаны по промерзшей на 3—5 см почве.

В среднем за годы исследований температура воздуха в зимние периоды была на 5—6°С выше, а количество осадков — на 35—40 мм ниже нормы.

Представляет интерес сравнение показателей поверхностного стока и смыва почвы в два периода: с относительно благоприятными зимами (1983—1988 гг.) и с неустойчивыми зимами (1991—1995 гг.). В последнем случае при меньшем (в 1,7 раза) объеме стока талых вод отмечено резкое увеличение (в 2,6 раза) потерь смывтой почвы (табл. 1). Следовательно, неустойчивые зимы с частыми положительными температурами и продолжительными оттепелями способствуют существенному усилению эрозионных процессов.

Т а б л и ц а 1

**Поверхностный сток талых вод и смыв почвы в 1983—1988 гг. (числитель) и 1991—1995 гг. (знаменатель)**

Вариант обработки	Промерзание почвы, см	Запасы воды в снеге и осадки, мм	Сток, мм	Коэффициент стока	Смыв почвы, т/га
<i>Крутизна склона 4°</i>					
Вспашка	<u>63</u>	<u>110,7</u>	<u>17,7</u>	<u>0,16</u>	<u>0,09</u>
	34	49,7	7,2	0,14	0,44
Вспашка + щелевание	<u>49</u>	<u>108,3</u>	<u>9,4</u>	<u>0,09</u>	<u>0,04</u>
	35	49,9	9,0	0,18	0,27
Поверхностная	<u>56</u>	<u>111,3</u>	<u>18,3</u>	<u>0,16</u>	<u>0,09</u>
	29	50,5	10,2	0,20	0,39
<i>Крутизна склона 8°</i>					
Вспашка	<u>68</u>	<u>103,7</u>	<u>34,0</u>	<u>0,33</u>	<u>0,31</u>
	40	46,1	20,7	0,45	0,64
Вспашка + щелевание	<u>57</u>	<u>102,1</u>	<u>19,3</u>	<u>0,19</u>	<u>0,14</u>
	41	46,1	17,3	0,38	0,53
Поверхностная	<u>60</u>	<u>105,5</u>	<u>43,7</u>	<u>0,41</u>	<u>0,49</u>
	35	46,2	20,8	0,45	0,74

Основным фактором, определяющим эрозию почв в Нечерноземной зоне, является сток талых вод,

интенсивность которого во многом зависит от характера распределения и условий таяния снега.

Запасы и распределение снежного покрова зависят от количества выпавших осадков, рельефа, степени выровненности зяби и ряда других факторов.

В устойчивые зимы при постепенном увеличении высоты снежного покрова уменьшается глубина промерзания почвы, обеспечивается благоприятная перезимовка зимующих культур и хорошее просачивание талой воды весной, в неустойчивые — снег нередко тает и почва переувлажняется, а сток с увеличением снеготолщины увеличивается.

В годы проведения исследова-

ний на снегонакопление в значительной мере влияли метеорологические условия зимних периодов. Количество выпавших осадков в виде снега было почти на 40 мм меньше среднего многолетнего и распределялись они неравномерно по времени. Более высокий дефицит снежной массы наблюдался в декабре — январе, а наибольшее его накопление — в середине февраля. Высокие положительные температуры и продолжительные оттепели способствовали значительному сокращению запасов воды в снегу (табл. 2).

Таблица 2

Высота снежного покрова (см, числитель) и запасы воды в снегу (мм, знаменатель) перед снеготаянием при крутизне склона 4°

Вариант обработки	1991	1992	1993	1994	1995	В среднем за 1991—1995 гг.
Вспашка	$\frac{30}{30,8}$	$\frac{17}{38,6}$	$\frac{39}{53,2}$	$\frac{58}{78,3}$	$\frac{23}{47,4}$	$\frac{33}{49,7}$
Вспашка + щелевание	$\frac{30}{30,2}$	$\frac{17}{39,2}$	$\frac{40}{53,3}$	$\frac{59}{78,9}$	$\frac{23}{44,0}$	$\frac{34}{50,0}$
Плоскорезная + щелевание	$\frac{31}{32,6}$	$\frac{18}{39,9}$	$\frac{41}{54,9}$	$\frac{59}{78,7}$	$\frac{23}{48,2}$	$\frac{34}{50,9}$
Плоскорезная + чизелевание	$\frac{32}{32,7}$	$\frac{18}{40,4}$	$\frac{42}{55,8}$	$\frac{59}{79,0}$	$\frac{23}{47,7}$	$\frac{35}{51,0}$
Поверхностная + щелевание	$\frac{31}{31,1}$	$\frac{17}{38,9}$	$\frac{41}{55,5}$	$\frac{60}{79,8}$	$\frac{23}{47,7}$	$\frac{34}{50,6}$
Поверхностная	$\frac{31}{30,9}$	$\frac{17}{38,2}$	$\frac{42}{55,9}$	$\frac{60}{79,6}$	$\frac{23}{48,0}$	$\frac{35}{50,5}$

Примечание. Аналогичные закономерности в распределении снега и запасов воды отмечены и при крутизне склона 8°.

В этих условиях противоэрозионные обработки почвы не оказывали существенного влияния на

накопление снега. Однако следует отметить, что в вариантах сочетания плоскорезной обработки

со щелеванием и чизелеванием мощность снежного покрова (запасы воды в нем) были на обоих склонах несколько выше, чем в других вариантах обработок.

По темпам таяния снега в первый период стока варианты обработок практически не различались, а во второй — отмечены существенные их различия. Быстрее шло таяние снега в вариантах сочетания плоскорезной обработки со щелеванием и чизелеванием. Видимо, стерня и солома способствуют большей концентрации солнечного тепла, что увеличивает скорость таяния снега, а это, в свою очередь, способствует значительному сходу талой воды по неоттаявшей почве с невысоким ущербом для ее плодородия.

Промерзание почвы, являющееся одним из решающих факторов формирования стока талых вод, зависит от мощности снежного покрова и температурного режима. Изучаемые варианты обработки по-разному влияли на глубину промерзания. Наибольшей она была при отвальной вспашке и сочетании ее со щелеванием, что связано с большим увлажнением почвы в этих вариантах при выпадении осадков осенью. Наиболее слабое промерзание почвы отмечено в вариантах поверхностной обработки и ее сочетания со щелеванием. Указанные различия сохранялись как на склоне крутизной 4°, так и 8°. Существенно различалась глубина промерзания почвы на склонах разной крутизны. Так, при крутизне 8° почва промерзала на 6—7 см глубже, чем при 4°. Особенности промер-

зания почвы, отмеченные в начале зимнего периода, сохранялись до снеготаяния.

В условиях 1991—1995 гг. оттаивание почвы наиболее интенсивно происходило после полного схода снега. Решающее влияние на этот процесс оказали нарастающие положительные температур, окраска поверхности почвы и наличие пожнивных остатков. Наиболее быстрыми темпами (до 3 см в сутки) оттаивала почва в вариантах вспашки и вспашки со щелеванием, более медленными (до 1,5 см в сутки) при плоскорезной обработке со щелеванием и плоскорезной с чизелеванием. Особенно медленно оттаивание шло под измельченной соломой между проходами рабочих органов агрегата.

Влияние крутизны склона также было заметным: на склоне крутизной 4° почва оттаивала на 3—4 дня раньше, чем при 8°.

Изучаемые противэрозионные обработки почвы оказывали разное влияние на развитие эрозионных процессов (табл. 3).

В среднем за годы исследований наиболее интенсивно эрозионные процессы происходили на склоне крутизной 8°. Поверхностный сток талых вод и смыв почвы в этом случае были соответственно в 2,3 и 1,8 раза выше, чем на склоне 4°. Щелевание зяби, проведенное при устойчивом промерзании почвы на 3—5 см при вспашке и поверхностной обработке, было более эффективным: сток талых вод уменьшился в 1,1—1,4 раза, а смыв почвы — в 2 раза по сравнению с этими показателями в других вариантах обработки.

Сток талых вод и смыв почвы (в среднем за 1991—1995 гг.)  
при крутизне склона 4° (числитель) и 8° (знаменатель)

Вариант обработки	Промерзание почвы к началу стока, см	Запасы воды в снеге и осадки, мм	Сток, мм	Коэффициент стока	Смыв почвы, т/га
Вспашка	<u>34</u>	<u>49,7</u>	<u>7,2</u>	<u>0,14</u>	<u>0,40</u>
	40	46,1	20,7	0,45	0,64
Вспашка + щелевание	<u>35</u>	<u>49,9</u>	<u>9,0</u>	<u>0,18</u>	<u>0,27</u>
	41	46,1	17,3	0,38	0,53
Плоскорезная + щелевание	<u>33</u>	<u>50,9</u>	<u>10,4</u>	<u>0,20</u>	<u>0,42</u>
	40	47,5	20,7	0,44	0,67
Плоскорезная + чизелевание	<u>30</u>	<u>51,1</u>	<u>8,3</u>	<u>0,16</u>	<u>0,39</u>
	37	47,7	20,6	0,43	0,69
Поверхностная + щелевание	<u>30</u>	<u>50,6</u>	<u>7,0</u>	<u>0,14</u>	<u>0,30</u>
	36	46,7	18,7	0,40	0,60
Поверхностная	<u>29</u>	<u>50,5</u>	<u>10,2</u>	<u>0,20</u>	<u>0,39</u>
	25	46,7	20,8	0,45	0,74

Большой сток талых вод на склоне крутизной 8° отмечен при плоскорезной обработке со щелеванием и чизелеванием. Это объясняется тем, что во время зимних оттепелей мульчированная поверхность почвы при таянии снега увлажнялась сильнее, чем при других обработках.

Следовательно, по степени увеличения почвозащитной эффективности (т.е. по снижению потерь смывом почвы с поверхностным стоком талых вод) изучаемые противоэрозионные обработки почвы располагаются в следующей последовательности: поверхностная — плоскорезная с чизелеванием — плоскорезная со щелеванием — вспашка — поверхностная со щелеванием — вспашка со щелеванием.

Одним из основных показателей интенсивности развития эрозионных процессов является мутность стоковой воды. На содержание мелкозема в стоке талых вод влияют скорость водного потока, глубина оттаивания почвы в период стока, наличие растительных остатков и другие факторы. Наибольшая мутность поверхностных вод за время стока была в варианте плоскорезной обработки со щелеванием (0,3398 г/л) после оттаивания почвы. Близкие значения мутности отмечены и в варианте плоскорезной обработки с чизелеванием. Таяние снега и льда, а также оттаивание поверхности почвы со стерней при незначительном слое соломы произошло здесь с большей интенсивностью, чем в других вариантах.

Почва вокруг стерни находилась в состоянии текучести, а сильный поток талой воды, стекающей по ледяной поверхности, смывал оттаявшую почву.

В начальный период стока при мерзлой почве изучаемые противоэрозионные обработки существенно не влияли на мутность водного потока. С увеличением глубины оттаивания до 2—3 см (обычно на 3—4-е сутки после начала стока) увеличивалась и мутность стекающей воды, причем прослеживалась некоторая взаимосвязь этого показателя с технологией противоэрозионных обработок. Стерневой фон (плоскорезная обработка) и гребнистость влияли на интенсивность оттаивания поверхности почвы и мутность формируемого поверхностного стока, а следовательно, и на степень развития водной эрозии.

Важное место в системе регулирования стока талых вод на склоновых землях принадлежит внутрипочвенному горизонтальному стоку. Перераспределение части стока талых вод с поверхности почвы в нижележащие ее горизонты при определенных условиях снижают интенсивность разрушения почвы стекающими водами.

Удельный вес внутрипочвенного горизонтального стока колеблется в широких пределах — от 0 до 65% к общему стоку.

В результате исследований, проведенных методом стационарных водобалансовых площадок в 1990 г. в посевах озимой пшеницы, было установлено, что наибольшим внутрипочвенным стоком на склоне крутизной 8° харак-

теризуется вариант поверхностной обработки почвы (табл. 4). Это объясняется тем, что для усиления почвозащитной эффективности поверхностной обработки в системе основной обработки почвы под озимую пшеницу было проведено чизелевание на глубину 38—40 см, что резко увеличило водопроницаемость почвы. Уровни интенсивности внутрипочвенного стока в вариантах вспашки и ее сочетания со щелеванием мало различались и составили 2,7 и 2,8 мм. Заметное влияние на интенсивность внутрипочвенного стока оказывала крутизна склона: при крутизне 4° он отсутствовал, а при 8° колебался от 0,2 до 3,1 мм.

Внутрипочвенный сток в изучаемых вариантах обработки почвы при крутизне склона 8° был в среднем в 3,2 раза выше, чем при склоне 4°.

Необходимо отметить, что на более интенсивно внутрипочвенный горизонтальный сток проходил на глубине 0—50 см (90,7% к общему объему) при незначительном его формировании на глубине 0—20 см.

В годы проведения исследований заметное влияние на агрофизические свойства дерново-подзолистой среднесмытой почвы оказали метеорологические условия вегетационных и осенне-весенних периодов. Обильные дожди осенью 1990 и 1991 гг., значительно уплотнившие почву и не позволившие провести основную обработку в оптимальные сроки, сложная весна 1991 г. и засуха 1992 г. резко отрицательно повлияли на разуплотняющую способ-



Таблица 4

Объем внутрипочвенного горизонтального стока (мм) при крутизне склона 4° (числитель) и 8° (знаменатель)

Вариант обработки	Оз. пше-ница, 1990	Овес, 1991	Ячмень+много-летние травы, 1992	Многолетние травы		Оз. пше-ница, 1995	В сред-нем за 1991—1995
				1-го г.п., 1993	2-го г.п., 1994		
Вспашка	$\frac{0}{2,7}$	$\frac{0,1}{0,5}$	$\frac{0,5}{0,6}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{1,1}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0,12}{0,44}$
	$\frac{0}{2,8}$	$\frac{0,3}{0,2}$	$\frac{0,7}{0,8}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{1,3}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0,20}{0,46}$
Вспашка + щелевание	$\frac{0}{3,1}$	$\frac{0}{0,6}$	$\frac{0,1}{0,2}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0,7}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0,02}{0,30}$

ность противоэрозийных обработок и основные агрофизические свойства почвы. Отмечено общее значительное уплотнение почвы во время вегетации полевых культур, которое незначительно уменьшилось под действием ра-

зуплотняющих факторов осенне-зимнего периода. В связи с этим применяемые системы противоэрозийной обработки не оказывали существенного влияния на агрофизические свойства почвы (табл. 5).

Таблица 5

Агрофизические свойства слоя 0—40 см дерново-подзолистой среднесмытой почвы (в среднем за 1991—1995 гг.) при крутизне склона 4° (числитель) и 8° (знаменатель)

Вариант обработки	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Твердость, кг/см <sup>2</sup>	Коэффициент структурности, К	Водопрочность, %	Водопроницаемость, мм/мин
Вспашка	$\frac{1,49}{1,51}$	$\frac{45,2}{48,3}$	$\frac{2,7}{2,4}$	$\frac{40,0}{36,1}$	$\frac{0,94}{0,80}$
	$\frac{1,48}{1,52}$	$\frac{46,8}{49,7}$	$\frac{2,8}{2,3}$	$\frac{40,0}{36,5}$	$\frac{0,84}{0,84}$
Плоскорезная + щелевание	$\frac{1,47}{1,50}$	$\frac{48,4}{48,8}$	$\frac{3,0}{2,8}$	$\frac{37,0}{37,9}$	$\frac{1,10}{1,30}$
	$\frac{1,48}{1,51}$	$\frac{46,7}{51,5}$	$\frac{2,7}{2,3}$	$\frac{42,0}{37,6}$	$\frac{1,07}{0,92}$
Поверхностная + щелевание	$\frac{1,47}{1,50}$	$\frac{44,0}{48,5}$	$\frac{3,2}{2,5}$	$\frac{41,3}{38,0}$	$\frac{0,94}{0,90}$
	$\frac{1,46}{1,49}$	$\frac{45,5}{48,9}$	$\frac{3,2}{2,7}$	$\frac{42,6}{37,0}$	$\frac{1,12}{0,95}$

Уровень продуктивности полевых культур в большей степени зависел от метеорологических

условий вегетационных периодов, чем от изучаемых факторов (табл. 6).

Таблица 6

Урожайность полевых культур (ц/га)

Вариант обработки	Овес, 1991	Ячмень, 1992	Многолетние травы		Оз. пшеница, 1995	В среднем, ц зерн.ед.
			1-го г.п., 1993	2-го г.п., 1994		
Вспашка	27,4	15,7	80,0	23,7	44,6	31,7
	27,2	20,3	78,8	18,2	44,2	29,4
Вспашка + щелевание	24,8	15,1	99,4	24,6	46,6	33,5
	27,7	18,9	88,6	22,3	50,6	34,8
Плоскорезная + щелевание	26,0	13,8	87,3	25,6	43,3	31,4
	27,6	18,2	82,6	21,0	49,0	33,5
Плоскорезная + чизелевание	25,9	14,5	97,7	22,8	42,9	32,3
	26,6	19,3	88,5	22,2	48,8	34,0
Поверхностная + щелевание	27,2	16,2	82,2	22,0	41,2	31,0
	26,9	19,7	89,6	23,8	45,9	33,8
Поверхностная	24,5	17,2	91,2	23,3	40,9	31,5
	28,2	19,7	84,2	23,3	44,7	33,2
НСР <sup>А</sup> <sub>05</sub>	2,05	1,98	9,5	4,5	5,7	
	1,18	1,14	5,5	2,6	3,3	

Культуры севооборота по-разному реагировали на изучаемые варианты обработки почвы и крутизну склона. Если на склоне крутизной 8° урожайность зерна овса была примерно одинаковой в разных вариантах, то при крутизне склона 4° она заметно различалась по обработкам. Максимальный урожай овса получен при вспашке (27,4 ц/га) и поверхностной обработке со щелеванием (27,2), а минимальный (24,5) — при поверхностной обработке. Влияние склона было незначительным.

Из-за ранней засушливости вегетационного периода в год воз-

делывания ячменя с подсевом многолетних трав не был реализован весь биологический потенциал этой культуры. Наиболее сильно от засухи пострадали многолетние травы, подсеянные под покров ячменя. В данных условиях существенных различий обработок по урожайности ячменя на склоне 8° не установлено. На склоне крутизной 4° урожайность зерна ячменя колебалась от 13,8 (плоскорезная со щелеванием) до 17,2 ц/га (поверхностная) при урожайности в контроле (отвальная вспашка на 20—22 см) 15,7 ц/га.

Высокие температуры и отсут-

ствие осадков в начале роста подсеянных многолетних бобово-злаковых трав привели к изреженности посева и выпадению злакового компонента. Поэтому весной 1993 г. был проведен подсев многолетних трав половинной нормой. Их урожайность составила 80—100 ц зеленой массы на 1 га. Метеорологические условия во второй половине вегетации многолетних трав были благоприятными, что позволило сформировать высокий урожай — от 84 до 88 ц сена на 1 га. Установлена общая тенденция повышения сборов сена многолетних трав в вариантах со щелеванием, что связано с лучшей влагообеспеченностью за счет большего задержания стока талых вод.

Изучаемые в опыте варианты противоэрозионных обработок и крутизна склона в условиях вегетационного периода 1994 г. существенно не влияли на урожайность многолетних трав.

Вегетационный период 1995 г. также был засушливым, но это сильно не отразилось на урожае озимой пшеницы. Выявлена общая тенденция повышения урожая зерна в вариантах с дополнительными щелеванием и чизелеванием на фоне отвалной и поверхностной обработок. Особенно указанные различия заметны при крутизне склона 8°.

В целом продуктивность зернотравяного севооборота за одну ротацию (1991—1995 гг.) была невысокой и составила от 30 до 35 ц зерн.ед. с 1 га севооборотной площади.

## Выводы

1. В условиях Центрального района России на дерново-подзолистых почвах в борьбе с водной эрозией в качестве противоэрозионного приема следует проводить щелевание: под яровые зерновые — при промерзании почвы в осенний период на глубину 3-5 см, под озимые — перед их посевом, а в посевах многолетних трав — до наступления периода осенних дождей, что резко сокращает повреждения надземной и корневой систем растений.

2. На склонах крутизной до 4° целесообразно чередование поверхностной обработки со щелеванием и обычной вспашки в зависимости от конкретных условий года и возделываемой культуры, на склонах крутизной более 4° следует применять поверхностную обработку со щелеванием на глубину 40—50 см при расстоянии между щелями 3—4 м.

3. При замене вспашки поверхностными обработками в комплексе с высокоэффективными гербицидами под культуры зернотравяного севооборота в годы возделывания озимых необходимо дополнительно проводить чизелевание на глубину 38—40 см.

4. В целях снижения отрицательного влияния неустойчивых зим на процессы эрозии почвы следует проводить нарезание щелей после устойчивого промерзания почвы на глубину 3—5 см и дополнительные мероприятия по увеличению мощности снежного покрова на полях.

5. Для усиления противоэрозионной устойчивости поверхности почвы и ее защиты от неблаго-

приятных метеорологических факторов, а также улучшения агрофизических и других свойств почвы необходимо применять мульчирование измельченной соломой и другими растительными остатками из расчета не менее 2,5 т/га.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Здоровцев И.П.* Агроэкологические основы комплекса противоэрозионных мероприятий в районах интенсивного земледелия Русской равнины. — Докт. дис. (в форме науч. докл.) Курск, 1993. — 2. *Капитанов А.Н., Щербаков А.П.* Ландшафтное земледелие. Ч. 1 и 2. Пушино, Курск, 1993. — 3. *Кирюшин В.И.* Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия. — Пушкино, 1993. — 4. *Кирюшин В.И.* Методика разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия и технологий возделывания с.-х. культур. М.: МСХА, 1995. — 5. *Кочетов И.С.* Энергосберегающая обработка почвы в Нечерноземье. М.: Росагропромиздат, 1990. — 6. *Кочетов И.С.*

Научные основы и практические приемы совершенствования защиты почв от эрозии в Центральном районе Нечерноземной зоны. — Докт. дис. (в форме науч. докл.). Жодино, 1990. — 7. *Кочетов И.С., Осипов В.Н.* Эколого-экономическая оценка комплекса противоэрозионных мероприятий. М.: МСХА, 1992. — 8. *Кручичатников А.И.* Агроэкологическая оценка основных элементов систем земледелия в условиях Лесостепи (на примере Курской обл.) — Автореф. докт. дис. Курск, 1995. — 9. *Майоров Ю.И., Солошенко В.М.* Экономическая эффективность систем земледелия. — Вопр. теор. и метод. Воронеж, 1990, с. 140. — 10. *Макаров И.П., Муха В.Д.* Плодородие почв и устойчивость земледелия (агроэкологические аспекты). М.: Колос, 1995. — 11. *Макаров И.П., Кочетов И.С.* Водная эрозия почв и меры борьбы с ней в условиях Московской области. М.: МСХА, 1989. — 12. *Никитин Е.Д.* Берегите почву. Сельск. хоз-во. М.: Знание, 1990.

*Статья поступила 29 октября 1996 г.*

## SUMMARY

The effect of combined application of soil-protecting technologies of soil management and of crops in grain-grass rotation on runoff of thawing waters and on erosion loss of soil, as well as on its agrophysical properties was studied in stationary field experiment.

Dependence of intensity in the development of water erosion processes on conditions of pre-winter and winter periods as factors of formation of surface runoff of thawing waters has been established. The most efficient soil-protecting practice is soil slitting and chiseling in combination with surface tillage. To increase resistance of soil surface to erosion and protection from unfavourable meteorological factors it is necessary to apply mulching with comminuted straw.

Yield of crops in crop rotation (on a time basis) depended more on meteorological conditions during the growing period than on soil tillage.