

УДК 631.613:631.582

Э. А. Гаевая, А. Е. Мищенко, И. В. Сафонова (ГНУ Донской НИИСХ Россельхозакадемии)

БОРЬБА С ВОДНОЙ ЭРОЗИЕЙ В СЕВООБОРОТАХ НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ

В результате проведенных в 2006-2011 гг. исследований выявлено, что использование почвозащитных обработок сокращает поверхностный сток воды в севообороте с 40 % многолетних трав без чистого пара в структуре. Наибольшая водопроницаемость отмечена в посевах озимой пшеницы на глубоких обработках почвы после уборки. Почвозащитные обработки позволяют сократить потери со стоком и смывом элементов питания и удобрений, требуемых для восстановления почвенного плодородия. В севообороте с 40 % многолетних трав без чистого пара эти потери меньше, чем в севообороте с 20 % чистого пара и без многолетних трав.

Ключевые слова: эрозия почвы, сток, водопроницаемость, смыв, высота снежного покрова, запас воды в снеге, обработка почвы, почвенное плодородие.

E. A. Gayevaya, A. E. Mishchenko, I. V. Safonova (SSE “DonSRIA” RAAS)

WATER EROSION CONTROL IN CROP ROTATIONS ON HILLSLOPE LANDS

In the issue of the conducted study in 2006-2011 it was revealed that use of the soil conservation tillage decreased the surface runoff in crop rotation with 40 % of perennial grasses and without bare fallow. Maximum water permeability was recorded on the winter wheat fields where the deep tillage was applied after the harvesting. Soil conservation tillage allows reducing the runoff and washing losses of nutritive elements and fertilizers required for reclaiming soil fertility. In crop rotation with 40 % of perennial grasses and without bare fallow those losses are smaller than in crop rotation with 20 % of bare fallow and without perennial grasses.

Keywords: soil erosion, runoff, water permeability, washing, snow cover height, snow water-supply, tillage, soil fertility.

Основой эффективного использования сельскохозяйственных угодий является разработка научно обоснованной системы земледелия, главным объектом которой являются пахотные земли. При этом решаются три основных вопроса: способы использования земли, способы восстановления плодородия почвы и способы защиты почв от деградации. По данным государственного учета из общей площади сельскохозяйственных угодий (221 млн га) более 130 млн га (около 60 %) эрозионноопасны и подвержены водной и ветровой эрозии, а 40 млн га практически уже утратили плодородие. В результате недобор продукции в пересчете на зерно составляет

примерно 47 млн т. Ежегодная убыль гумуса на пашне составляет 0,62 т/га, а в целом по России 81,4 млн т. Особенно неблагоприятные условия складываются на склоновых землях. [1, 2].

Слабая противоэрозионная устойчивость земель сельскохозяйственного назначения определяет необходимость использования противоэрозионных агротехнических мероприятий и, в первую очередь, введение и освоение научно обоснованных севооборотов и обработок почвы, выполняющих почвозащитную функцию, а также применение полосного размещения культур на склонах [3, 4].

Объекты и методика исследования. Исследования проведены в многофакторном стационарном опыте, расположенном на склоне балки Большой Лог Аксайского района Ростовской области, в 2007-2011 гг. Опыт был заложен в 1986 году в системе контурно-ландшафтной организации территории склона крутизной до 3,5-4°. Почвы опытного участка – чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке слабоэродированный. Среднегодовой сток составляет 20 мм (максимальный – 34,4 мм), среднегодовой смыв почвы 18,5 т/га (максимальный – 42 т/га). Мощность слоя $A_{\max}$ составляет 25-30 см, $A + B$ – от 40 до 90 см в зависимости от степени смытости. Порозность пахотного горизонта – 61,5 %, подпахотного – 54 %. Полевая влагоемкость – 33-35 весовых процентов, влажность завядания – 15,4 %. Содержание общего азота в пахотном слое 0,16-0,18 %, исходное содержание подвижного фосфора – 15,7-18,2 мг/кг, обменного калия 282-337 мг/кг.

Климат зоны проведения исследований засушливый умеренно жаркий континентальный. Среднее многолетнее количество осадков 492 мм при ГТК в пределах 0,8-0,9. Распределение осадков в агрономической оценке часто (3,7 года из каждых 10-ти) малоблагоприятное. За весенне-летний период выпадает 260-300 мм. Накопление влаги в почве начинается

в основном в конце октября – ноябре месяце и максимальный ее запас отмечается ранней весной (с середины марта до начала апреля).

В опыте изучали три севооборота, имеющие структуру посевов:

а) чистый пар 20 %, многолетние травы 0 % (пар, озимая пшеница, озимая пшеница, кукуруза на силос, ячмень);

б) чистый пар 10 %, многолетние травы 20 % (пар $\frac{1}{2}$ + горох $\frac{1}{2}$, озимая пшеница, кукуруза на силос, ячмень, многолетние травы – выводное поле);

в) чистый пар 0 %, многолетние травы 40 % (кукуруза на силос, озимая пшеница, ячмень, многолетние травы – выводное поле, многолетние травы – выводное поле).

Применялись четыре системы основной обработки почвы в севооборотах: чизельная обработка (Ч) и отвальная обработка (О), используемые с 1986 г., поверхностная (дискование) (П) и комбинированная обработка (К) – с 2006 г.

Определение смыва и размыва почвы проводили методом измерения объема водороев по методу В. Н. Дьякова [5], определение водопроницаемости почвы – методом залива колец [6].

Результаты исследования. Контурно-ландшафтная организация территории с полосным размещением культур и различными способами обработки почвы на эрозионноопасных склонах позволяет превратить влагу атмосферных осадков при таянии снега и во время летних ливней из фактора разрушительного в фактор созидательный.

Атмосферные осадки являются основным водным ресурсом в сельскохозяйственном производстве. Среднемноголетние наблюдения показали, что осадки холодного периода составляют в сумме 211 мм или 42 %. В различные по влагообеспеченности годы их количество изменяется от 34 до 67 % от общего количества выпавших за год.

В течение холодного периода осадки могут выпадать как в виде дождя, так и в виде снега. Немаловажное значение имеет сохранение твердых осадков. Стерня и пожнивные остатки способствуют образованию мощного снежного покрова, удерживающего его от выдувания. Равномерное распределение снега по стерне предотвращает его выдувание (таблица 1).

Таблица 1 – Высота снегового покрова и запас воды в снеге в зависимости от предшественника и способа основной обработки почвы

Культура	Высота снегового покрова, см				Запас воды в снеге, мм			
	Обработка почвы							
	Ч	О	К	П	Ч	О	К	П
	2000-2011 гг.		2006-2011 гг.		2000-2011 гг.		2006-2011 гг.	
Озимая пшеница по пару	12,0	13,3	11,9	9,6	28,4	27,2	25,9	19,8
Озимая пшеница по озимым	10,4	11,5	9,3	9,9	22,9	22,5	17,9	17,8
Озимая пшеница по кукурузе на силос	11,0	11,6	8,6	7,8	24,7	26,1	19,8	21,7
Зябь (пар) не культивированный	14,2	14,4	9,8	9,5	31,1	30,7	22,6	17,4
Люцерна	18,2	18,6	13,0	11,7	35,1	36,7	19,6	18,4

Как было отмечено выше, накопление снега происходит по стоячей стерне. В полях с люцерной и многолетними травами высота снежного покрова на 20-30 % больше, чем на зяби. Количество запасенной воды в снеге также зависит от его плотности, которая в свою очередь зависит от температуры воздуха во время снегопада. По чизельной обработке на зяби и в посевах люцерны количество запасенной воды в снеге на 26,3-38,6 % больше, чем в посевах озимой пшеницы.

В целях предотвращения эрозионных процессов на склоновых землях необходимы мероприятия по снегозадержанию и снегонакоплению. Использование лункования или поделки снежных валов требует дополнительных затрат, тогда как в системе контурно-ландшафтной организации территории с полостным размещением культур и противоэрозионной тех-

нологией возделывание последних позволяет сократить эрозионные процессы до безопасных пределов.

В стационарном опыте ГНУ Донской НИИСХ по изучению севооборотов, размещенных на склоновых землях крутизной 3,5-4°, среднегодовой сток талой воды составил 34,4 мм и смыв почвы – 18,5 т/га [4]. На части склона с контурно-ландшафтной организацией территории показатели тока и смыва почвы были значительно меньшими (таблица 2).

Таблица 2 – Сток и смыв почвы в зависимости от обработки почвы и конструкции севооборота в 2006-2011 гг.

Севооборот	Сток, мм				Смыв, т/га			
	Ч	К	П	О	Ч	К	П	О
Пар 20 %; многолетние травы 0 %	19,1	19,5	20,0	19,4	4,3	4,1	3,9	5,4
Пар 10 %; многолетние травы 20 %	24,7	24,3	21,7	19,9	3,1	3,1	3,2	3,9
Пар 0 %; многолетние травы 40 %	21,1	23,1	21,6	19,2	2,2	2,3	2,2	2,8

В севообороте с 40 % многолетних трав в структуре посевов отмечена наибольшая эрозионная устойчивость, смыв почвы был в два раза меньше, чем в севообороте, где травы отсутствуют. Способы обработки почвы в меньшей степени отразились на показателе стока, но существенно повлияли на смыв почвы, который на почвозащитной обработке был на 18 % ниже, чем на отвальной.

Наибольшая интенсивность эрозионных процессов наблюдалась на вариантах отвальной вспашки, где смыв составлял 21 % в севообороте с 20 % чистого пара и 0 % многолетних трав. Использование почвозащитных обработок почвы с сохранением на поверхности пожнивных и стерневых остатков снижало скорость потоков талой и ливневой воды, а растительные остатки предотвращали вынос мелкозема.

В борьбе с водной эрозией наибольшее значение приобретает направление обработки почвы. В прибалочных агроландшафтах обработка поперек склона имеет важное противоэрозионное значение, так как образующиеся при этом на поверхности пашни борозды и гребни препятствуют

поверхностному стоку воды. По вспашке гребнистость почвы выше на 10-15 %, чем при поверхностных обработках. Обработка почвы поперек склона позволяет уменьшить сток воды и накопить в почве влагу осенне-зимних осадков, а также сократить водную эрозию и сохранить почвенное плодородие.

Углубление обработки почвы, как и сохранение стерни, является одним из почвозащитных приемов, повышающих водопроницаемость почвы и способствующих лучшему впитыванию влаги в почву, снижению интенсивности водостока. Способность почвы впитывать воду и пропускать ее через себя в более глубокие слои определяет водопроницаемость почвы (таблица 3).

Таблица 3 – Водопроницаемость почвы в пару и под озимой пшеницей в зависимости от обработок почвы в среднем за 3 часа (2006-2011гг.)

Предшественник	Водопроницаемость почвы, мм/мин							
	Обработка почвы							
	Ч	К	П	О	Ч	К	П	О
	Сроки определения							
	1-й	2-й	1-й	2-й	1-й	2-й	1-й	2-й
Пар чистый	1,6	1,3	1,2	1,1	1,4	1,3	1,7	1,6
Озимая пшеница по пару	2,9	3,2	2,7	3,1	2,6	3,2	2,8	4,1
Озимая пшеница по непаровым предшественникам	2,8	4,1	2,5	3,9	2,4	3,8	2,6	3,9
1-й срок определения – возобновление весенней вегетации; 2-й срок определения – уборка.								

Скорость проникновения воды в почву в севооборотах для разных культур не одинакова, не одинакова она и в разные по влагообеспеченности годы. В чистом пару влага как в первый час, так и за три часа наблюдений впитывается значительно слабее, чем под озимой пшеницей.

За первый час в оба срока наблюдений влаги поглощается почвой больше (на 58,5 %), чем в среднем за каждый час из трех часов как в пару, так и под культурами. Большая водопроницаемость отмечена во время уборки озимой пшеницы как в паровом поле, так и под культурами (в среднем на 15,2%), поскольку в это время запасы почвенной влаги ми-

нимальные. Обработки также оказывают влияние на скорость впитывания воды. Поверхностные обработки на 8-25 % хуже поглощают воду, чем глубокие чизельная и отвальная.

При интенсивном снеготаянии со стоком и смывом теряются подвижные формы элементов питания. При этом меняются и другие важные физико-химические свойства почвы и, как следствие, ухудшается плодородие эродированных почв.

Оценку эколого-экономического эффекта почвозащитных систем обработки почвы в севооборотах различных конструкций проводили по методике оценки предотвращенных потерь питательных веществ вследствие развития эрозионных процессов за счет сокращения смыва почвы. Различают полный прямой ущерб – потери плодородия или экологический и косвенный – недобор продукции – экономический, полученный в результате использования эродированных земель (таблица 4).

Таблица 4 – Компенсация полного годового ущерба от водной эрозии почв вносимыми удобрениями

Севооборот	Обработка почвы	Годовые потери					Компенсация полного годового ущерба, тыс. руб./га
		гумус, ц/га	азот, кг/га	фосфор, кг/га	калий, кг/га	продукция, ц/га	
Пар 20 %; многолетние травы 0 %	Ч	1,57	9,2	6,8	93,7	4,2	3,0
	К	1,49	8,7	6,5	88,9	4,1	2,8
	П	1,45	8,5	6,3	86,3	4,0	2,7
	О	2,00	11,7	8,7	119,3	4,4	3,8
Пар 10 %; многолетние травы 20 %	Ч	1,16	6,6	4,9	67,2	4,2	2,1
	К	1,17	6,7	5,0	67,9	4,4	2,2
	П	1,22	7,0	5,2	70,8	4,1	2,2
	О	1,48	8,4	6,2	85,4	4,2	2,7
Пар 20 %; многолетние травы 0 %	Ч	0,85	4,7	3,5	48,2	3,9	1,5
	К	0,89	4,9	3,7	50,4	3,7	1,6
	П	0,85	4,7	3,5	48,2	3,5	1,5
	О	1,08	6,0	4,5	61,3	4,0	1,9

С уменьшением доли чистого пара до 0 % и введением культуры сплошного посева в севообороте «В» происходит повышение устойчивости пашни к процессам водной эрозии и, как результат, снижение потерь

гумуса и элементов питания в 1,5-2 раза. В условиях Ростовской области для восстановления 1 т гумуса необходимо внести в почву 10 т высококачественных органических удобрений (навоза) с учетом гумификации растительных и корневых остатков [7].

Применение почвозащитных обработок на склоновых землях позволило сократить потери биогенных элементов со стоком и смывом на 21-28 %, что сохранило до 12,5 % продукции. При пересчете на удобрения, используемые для компенсации потерь биогенных элементов, необходимо внести на гектар севооборотной площади от 150 до 380 кг. В денежном выражении наименьшие потери были отмечены при использовании почвозащитных обработок в севообороте с 0 % чистого пара и 40 % многолетних трав и составили 1,5-1,6 тыс. руб./га, тогда как в севообороте с 20 % чистого пара и 0 % многолетних трав по этим же обработкам полный годовой ущерб был в 1,5-2 раза больше.

Заключение. Таким образом, соотношение устойчивых и неустойчивых к эрозии культур в структуре посевных площадей определяет степень проявления эрозионных процессов в севооборотах в системе контурно-ландшафтной организации территории склона крутизной до 3,5-4°. Наименьшая эрозионная опасность отмечена при наличии 40 % многолетних трав и 0 % чистого пара в структуре севооборота. Глубокие почвозащитные обработки препятствуют смыву почвы в период весеннего снеготаяния, повышают ее водопроницаемость, способствуют накоплению и сохранению влаги. Противоэрозионные мероприятия в севооборотах ландшафтного земледелия позволяют на эродированном склоне восстановить, а в некоторых случаях, и повысить уровень почвенного плодородия при соблюдении основных принципов экологического равновесия. Эколого-экономический эффект был получен при использовании почвозащитных обработок почвы, который выражался в экономии средств на восстановление плодородия почвы в 1,5-2 раза. Предотвращение эрозионных процес-

сов и повышение продуктивности эрозионноопасных земель будет способствовать стабильному производству зерна на Дону.

Список использованных источников

1 Программа сотрудничества ЕС – Россия (ТАСИС). Проект «Реформирование земельных и имущественных отношений II» / (EuropeAid/120673/C/SV/RU) – М.: 2007. – 254 с.

2 Мероприятия по охране почв от эрозии / Научный обзор ФГНУ «РосНИИПМ» – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ». 2010. – 71 с.

3 Каштанов, А. Н. Почвоохранное земледелие / А. Н. Каштанов, М. Н. Заславский. – М.: Россельхозиздат, 1984. – 462 с.

4 Листопадов, И. Н. Севообороты Южных регионов / И. Н. Листопадов – Ростов н/Д, 2005. – 275 с.

5 Дьяков, В. Н. Совершенствование метода учета смыва почв по водороинам / В. Н. Дьяков // Почвоведение. – 1984. – № 3. – С. 146-148.

6 Доспехов, Б. А. Практикум по земледелию: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / Б. А. Доспехов, И. П. Васильев, А. М. Туликов. – М.: Колос, 1987. – 384 с.

7 Ермоленко, В. П. Методические указания по составлению проекта агроландшафтной организации территории и систем земледелия с комплексом противоэрозионных мероприятий / В. П. Ермоленко [и др.]. – п. Рассвет, 2001. – 290 с.

Гаевая Эмма Анатольевна – кандидат биологических наук, Государственное научное учреждение Донской научно-исследовательский институт сельского хозяйства Российской Академии сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник.
Контактный телефон: +79281281161. E-mail: emmaksay@inbox.ru.

Gayevaya Emma Anatolyevna – Candidate of Biological Sciences, State Scientific Establishment Don Scientific-Research Institute of Agriculture of the Russian Academy of Agricultural Sciences, Senior Researcher.
Contact telephone number: +79281281161. E-mail: emmaksay@inbox.

Мищенко Андрей Евгеньевич – кандидат сельскохозяйственных наук, Государственное научное учреждение Донской Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Российской Академии сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией ландшафтного земледелия на черноземах обыкновенных.
Контактный телефон: +79034356474. E-mail: 14mae@mail.ru.

Mishchenko Andrey Yevgenyevich – Candidate of Agricultural Sciences, State Scientific Establishment Don Scientific-Research Institute of Agriculture of the Russian Academy of Agricultural Sciences, Head of Laboratory of Landscape Agriculture on Ordinary Chernozems.

Contact telephone number: +79034356474. E-mail: 14mac@mail.ru

Сафонова Ирина Викторовна – Государственное научное учреждение Донской Научно – исследовательский институт сельского хозяйства Российской Академии сельскохозяйственных наук, научный сотрудник.

Контактный телефон: +79286262730. E-mail: safonova@inbox.ru.

Safonova Irina Viktorovna – State Scientific Establishment Don Scientific-Research Institute of Agriculture of the Russian Academy of Agricultural Sciences, Researcher.

Contact telephone number: +79286262730. E-mail: safonova@inbox.ru.