

УДК 631.811:631.416.2

СОХРАНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ЭРОДИРОВАННЫХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ НА СКЛОНАХ

РАЗЛИЧНОЙ КРУТИЗНЫ

И. С. КОЧЕТОВ, М. М. ПУНТУС,
В. А. МАМОНОВ, В. Н. ОСИПОВ

(Кафедра земледелия и методики
опытного дела)

Изучалось влияние комплексного применения противозерозионных способов обработки почвы и возделываемых культур севооборота на содержание гумуса и общего азота в почве, на сток талых вод и смыв почвы, а также на биологическую и протеолитическую активность последней. Установлено, что вспашка с щелеванием и культивированием многолетних трав уменьшает сток и смыв почвы.

В Центральном районе Нечерноземной зоны РСФСР более 66 % земель расположено на склонах различной крутизны и экспозиции, что способствует развитию процессов водной эрозии. В результате смывается верхний плодородный слой, уменьшается содержание гумуса, теряются влага и питательные вещества, ухудшаются агрофизические, химические и биологические свойства почвы. В итоге сокращаются площади пахотных земель, загрязняется окружающая среда. Поэтому восстановление и сохранение плодородия эродированных дерново-подзолистых почв является важной задачей, решение которой непосредственно связано с предотвращением эрозионных процессов, уменьшением стока и смыва почвы, защитой окружающей среды путем применения защитных систем обработки почвы, удобрений, севооборотов. В системе почвозащитной обработки большая роль отводится безотвальной вспашке, сочетанию ее с отвальной, чизелеванию, щелеванию; в системе удобрения — внесению органических и минеральных удобрений на запланированный урожай; в системе почвозащитных севооборотов — возделыванию культур, которые защищают почву от разрушительного действия эрозии.

В литературе приводится много данных о влиянии противозерозионных способов обработки на плодородие дерново-подзолистых почв, но вопрос этот изучен недостаточно. Так, в работах И. С. Коче-

това [4—6], посвященных данной проблеме, не учитывается почвозащитная способность возделываемых культур севооборота. Положительная роль последних в защите почвы от эрозии и восстановлении органического вещества показана в [2, 7].

Целью нашей работы было исследование влияния комплексного применения способов обработки и возделываемых культур на плодородие эродированных почв и окружающую среду, изучение содержания гумуса и общего азота, стока талых вод и смыва почвы, биологической и протеолитической активности.

МЕТОДИКА

Полевой стационарный 3-факторный опыт заложен в 1980 г. методом расщепленных делянок на Конаковском поле учхоза «Михайловское» по следующей схеме.

Фактор А — система обработки: 1 — обычная (вспашка на 20—22 см); 2 — обычная + щелевание на 40—50 см; 3 — поверхностная (лушение на 6—8 см).

Фактор Б — удобрения: 1 — 60N60P60K (рекомендуемые нормы); 2 — 90N90P90K (изучаемые нормы).

Фактор В — крутизна склона: 1—4°; 2—8°.

Исследования проводили в пятипольном севообороте со следующим чере-

дованием культур: овес — ячмень с подсевом многолетних трав — многолетние травы 1-го года пользования — многолетние травы 2-го года пользования — озимая пшеница. Размещение вариантов — рендомизированное. Повторность опыта 3-кратная. Площадь стоковых площадок — 1200 м². Экспозиция склона — южная.

Щелевание проводили при наступлении первых устойчивых заморозков. Предпосевная обработка почвы под сельскохозяйственные культуры, за исключением многолетних трав, состояла из культивации на 6—8 см и предпосевной обработки РВК-3,6. Система удобрений рассчитана на положительный баланс азота, фосфора и калия с учетом содержания этих элементов в пахотном слое. Содержание P₂O₅ по Кирсанову — 6,5 мг; K₂O по Масловой — 10,2 мг на 100 г; азота по Кьельдалю — 0,1 %; N_T — 2,3 мг·экв; сумма поглощенных оснований — 26,4 мг·экв на 100 г; рН_{сол} — 6,0; С — 1,2 %. Исследования проводили в 1985—1989 гг. в соответствии с методикой [1, 8, 9].

Результаты

Дерново-подзолистые почвы характеризуются сравнительно низким естест-

венным плодородием, поэтому эрозия для них особенно опасна.

В наших исследованиях мы изучили три противозерозийных способа обработки (обычная вспашка, щелевание, поверхностная) и три сельскохозяйственные культуры (в 1985 г. — озимая пшеница, 1987 г. — ячмень, 1989 г. — многолетние травы), которые различались по биологическому циклу развития, степени и времени покрытия поверхности почвы в течение года.

Независимо от способа противозерозийной обработки содержание в почве гумуса и общего азота снизилось за годы исследований (табл. 1). Общее снижение содержания гумуса по сравнению с исходным состоянием в слое почвы (0—40) по изучаемым обработкам на склоне крутизной 4° составило в среднем 0,19%, на склоне крутизной 8° — 0,28%, общего азота — соответственно 0,013 и 0,009%.

Количество гумуса и общего азота в период возделывания озимой пшеницы и ярового ячменя в слое почвы (0—20 см) понизилось соответственно на 0,15—0,17 и 0,005—0,007%, в слое почвы (0—40 см) — на 0,10—0,14 и 0,004—0,005% в среднем по склонам и изучаемым обработкам. При возделывании многолетних трав отмечено уменьшение содержания гумуса на 0,04% в

Т а б л и ц а 1
Содержание гумуса и общего азота в зависимости от крутизны склона и способа обработки почвы (числитель — слой почвы 0—20 см, знаменатель — 0—40 см)

Вариант обработки почвы	Гумус, %				Общий азот, %			
	1980 г.	1985 г.	1987 г.	1989 г.	1980 г.	1985 г.	1987 г.	1989 г.
<i>Крутизна склона 4°</i>								
Обычная вспашка		2,16	1,97	1,94		0,098	0,092	0,086
		1,62	1,48	1,49		0,075	0,071	0,069
Вспашка + щелевание	2,32	2,16	2,04	1,99	0,102	0,099	0,094	0,086
	1,69	1,65	1,52	1,51	0,082	0,078	0,073	0,071
Поверхностная		2,15	2,02	1,98		0,094	0,089	0,087
		1,64	1,50	1,49		0,077	0,072	0,068
<i>Крутизна склона 8°</i>								
Обычная вспашка		1,85	1,76	1,77		0,093	0,085	0,082
		1,42	1,36	1,35		0,073	0,068	0,066
Вспашка + щелевание	2,23	2,02	1,85	1,79	0,096	0,093	0,087	0,082
	1,62	1,56	1,41	1,39	0,074	0,074	0,071	0,067
Поверхностная		1,92	1,78	1,71		0,086	0,079	0,082
		1,37	1,28	1,27		0,068	0,064	0,063

слое почвы (0—20 см) и на 0,01—0,003 % в слое почвы (0—40 см), а общего азота — соответственно на 0,002—0,005 и 0,002—0,003 % на обоих склонах. Следовательно, под многолетними травами по сравнению с зерновыми потери гумуса значительно меньше. Для восстановления его концентрации до исходных величин на эродированных почвах при использованных обработках необходимо вносить дополнительно навоз, торф, компост и другие органические вещества.

Степень влияния способа обработки на содержание гумуса и азота зависит от крутизны склона: на склоне 8° она значительно больше, чем на склоне 4°. С увеличением крутизны склона до 8° снижение гумуса в среднем за годы возделывания зерновых и многолетних трав на эродированных почвах по изучаемым обработкам в слое почвы (0—20 см) составило 0,22 % и в слое почвы (0—40 см) — 0,16 %, а общего азота — соответственно 0,006 и 0,005 %.

Максимальное содержание гумуса отмечено по вспашке с щелеванием, наименьшее — по поверхностной обработке, особенно на склоне крутизной 8°. Аналогичная тенденция прослеживается для общего азота. Это обусловлено тем, что при поверхностной обработке гумус и азот накапливаются в верхнем слое почвы, а при вспашке с щелеванием они перераспределяются в нижние ее слои. С увеличением поверхностного стока происходят разрушение верхнего плодородного слоя почвы и его вынос, причем этот процесс активизируется с увеличением крутизны склона (табл. 2).

В результате не только снижается плодородие почвы, но и загрязняются водоемы и реки. Поэтому при выборе почвозащитных мероприятий необходимо учитывать все возможные последствия их применения.

Анализируя данные табл. 2, можно отметить, что на склонах крутизной 8° наименьший сток и смыв почвы наблюдался при вспашке с щелеванием, а максимальный — при поверхностной обработке. За годы исследований вспашка с щелеванием на склоне крутизной 4° уменьшила поверхностный сток талых вод на 98,6—53,9 %, смыв почвы — на 61,5 %, на склоне крутизной 8° — соответственно на 42,7—53,9 и 50,0—63,4 %, т. е. с уменьшением крутизны склона в два раза в среднем за период с 1980 по 1989 г. поверхностный сток сократился в 1,4 раза, смыв почвы — в 2,9. Это объясняется разной плотностью почвы: при поверхностной обработке она более плотная, а щелевание способствует ее разрыхлению и увеличению водопроницаемости.

На интенсивность стока талых вод и смыва почв кроме противозрозионных обработок оказывает действие и возделывание культур. Эти показатели были минимальными в 1988 г. по фону многолетние травы и максимальным в 1987 г. по фону ячьб. Таким образом, озимые и многолетние травы защищают почву от вредного действия эрозии. Самой эффективной культурой в этом отношении являются многолетние травы: по сравнению с ячменем и пшеницей они уменьшают смыв почвы соответственно в 10—18 и 2—3 раза. Поверхностный же

Таблица 2

Интенсивность поверхностного стока и смыва почвы в зависимости от способа противозрозионных обработок

Вариант обработки почвы	Поверхностный сток, мм			Смыв почвы, т/га		
	1985 г.	1987 г.	1988 г.	1985 г.	1987 г.	1988 г.
<i>Крутизна склона 4°</i>						
Обычная вспашка	23,7	26,2	23,1	0,08	0,28	0,03
Вспашка + щелевание	14,7	19,6	3,3	0,03	0,11	0,003
Поверхностная	21,4	28,5	31,5	0,05	0,31	0,037
<i>Крутизна склона 8°</i>						
Обычная вспашка	28,1	34,7	33,5	0,08	0,79	0,04
Вспашка + щелевание	20,3	21,9	13,0	0,09	0,35	0,01
Поверхностная	25,0	50,4	44,3	0,11	1,05	0,07

Биологическая и протеолическая активность почвы (%) в звене севооборота
(числитель — слой почвы 0—20 см, знаменатель — 0—40 см)

Вариант обработки почвы	Биологическая активность				Протеолическая активность			
	1985 г.	1987 г.	1988 г.	Сред- нее	1985 г.	1987 г.	1988 г.	Сред- нее
<i>Крутизна склона 4°</i>								
Обычная вспашка	45,6	59,1	40,5	48,4	57,3	34,3	53,8	48,5
	33,9	54,0	32,3	40,1	50,3	29,5	40,4	40,1
Обычная+щелевание	48,0	56,7	39,6	48,1	69,6	42,4	55,7	52,6
	36,0	50,3	35,1	40,5	50,8	37,6	45,9	44,8
Поверхностная	43,8	59,5	39,3	47,5	66,2	40,8	47,3	51,4
	34,5	53,3	30,9	39,6	53,9	34,6	37,4	41,9
<i>Крутизна склона 8°</i>								
Обычная вспашка	40,5	53,7	29,6	41,3	52,0	36,6	54,6	47,7
	29,7	50,6	28,9	36,4	42,4	31,6	42,8	38,9
Обычная+щелевание	49,5	57,9	40,7	49,4	60,9	36,6	67,0	54,8
	41,7	53,7	34,6	43,3	51,6	30,9	58,8	47,1
Поверхностная	40,2	55,2	24,6	40,0	53,0	35,9	49,3	46,1
	29,7	51,1	22,1	39,3	45,5	28,5	34,6	36,2

сток падает по сравнению с ячменем в 1,2—1,3 раза, а с озимой пшеницей либо остается на прежнем уровне, либо увеличивается в 1,2 раза на склоне крутизной 8°.

При щелевании многолетних трав по абсолютному значению смывается в 9—10 раз меньше почвы, чем при щелевании озимой пшеницы, и в 35—36 раз меньше, чем при щелевании зяби. Таким образом, щелевание многолетних трав является эффективным приемом снижения смыва почвы и стока талых вод, а сочетание противоэрозионных способов обработки с почвозащитным действием возделываемых культур севооборота на склоне крутизной до 8° значительно уменьшает отрицательный эффект водной эрозии и защищает окружающую среду, от загрязнения.

При проведении противоэрозионных мероприятий на склонах различной крутизны необходимо изучать изменения качественных показателей плодородия, например биологической и протеолической активности почвы, о которых можно судить по процессам разложения соответственно льняного полотна и желатина [3]. Данные, приведенные в табл. 3, свидетельствуют о том, что на землях с крутизной склона до 4° применяемые противоэрозионные обработки

по эффективности не отличались друг от друга. Однако с увеличением крутизны склона между вариантами наблюдались различия по данным показателям.

Лучшие условия для протекания биологических процессов отмечены при вспашке с щелеванием. Это связано с тем, что щелевание увеличивает аэрацию пахотного и подпахотного слоев, что способствует сохранению ее плодородия. снижает сток и смыв почвы.

Результаты исследований показали, что противоэрозионные обработки и удобрения оказали неравнозначное влияние на урожайность озимой пшеницы, ячменя и многолетних трав первого года использования (табл. 4). Урожай зерна озимой пшеницы по изучаемым противоэрозионным обработкам существенно не различался, но наблюдалось его увеличение на 1,5—1,7 ц/га при поверхностной обработке по сравнению с уровнем в варианте со вспашкой, что объясняется дополнительным проведением чизелевания на глубину 38—40 см. Незначительная эффективность изучаемых норм (90N90P90K) удобрений (рекомендуемые 160N60P60K) связана с полеганием озимой пшеницы. При увеличении крутизны склона до 8° отмечался рост (на 1,7 ц/га) урожая озимой пшеницы по изучаемым обработкам на фоне

Таблица 4

Влияние противоэрозионных обработок и удобрений (числитель — 60N60P60K, знаменатель — 90N90P90K) на урожайность сельскохозяйственных культур (кг/га)

Вариант обработки почвы	Озимая пшеница, 1985 г.	Ячмень+мн. травы, 1987 г.	Многолетние травы 1 г. п., 1988 г.
<i>Крутизна склона — 4°</i>			
Обычная вспашка	39,9	41,0	56,0
	40,9	52,5	57,8
Вспашка+щелевание	40,1	42,0	58,7
	40,9	51,6	71,7
Поверхностная	40,5	45,8	53,7
	41,4	49,8	74,1
<i>Крутизна склона 8°</i>			
Обычная вспашка	40,9	47,0	56,7
	42,2	52,1	57,9
Вспашка+щелевание	41,4	49,7	58,1
	42,7	58,8	65,2
Поверхностная	42,4	44,6	54,3
	43,9	51,9	66,0
НСР ₀₅ А	1,22	2,11	F < F _г
НСР ₀₅ Б	0,50	1,35	7,69
НСР ₀₅ С	—	2,22	6,15

вносимых удобрений.

Наибольший урожай ячменя (58,8 ц/га) получен по вспашке с щелеванием на фоне изучаемых норм (90N90P90K) удобрений на склоне крутизной 8°, наименьший (41,0 и 42,1 ц/га) — по вспашке и вспашке с щелеванием на фоне рекомендуемых норм (60N60P60K) и склоне крутизной 4°. Урожай зерна ячменя по изучаемым противоэрозионным обработкам на склоне крутизной 4° существенно не различался, но наблюдалось его увеличение на 2,2 % при поверхностной обработке. На склоне крутизной 8° получена достоверная при 5 % уровне значимости прибавка урожая при вспашке с щелеванием. Более высокий урожай ячменя по обработкам почвы получен при внесении изучаемых норм (90N90P90K) минеральных удобрений, прибавка зерна существенна и колебалась в пределах от 4,0 до 11,5 ц/га. С увеличением крутизны склона до 8° урожайность ячменя увеличилась по изучаемым обработкам на 2,9—4,1 ц/га.

Увеличение урожая сена многолетних трав первого года пользования до 74,1 ц/га наблюдалось при поверхност-

ной обработке на фоне изучаемых норм (120P120K) удобрений и при склоне крутизной 4°, а снижение до 53,7 и 54,3 ц/га — на фоне рекомендуемых норм (60P60K) при поверхностной обработке. Противоэрозионные обработки независимо от удобрений и крутизны склона не оказали существенного влияния на урожай сена многолетних трав, однако наблюдалось его увеличение на склоне крутизной 4° при поверхностной обработке (на 12,3 %), а на склоне крутизной 8° при вспашке с щелеванием (на 7,6 %). Внесение высоких норм минеральных удобрений (120 кг/га РК) существенно повышало урожайность сена многолетних трав первого года пользования: на склоне крутизной 4° — на 11,7 ц/га, на склоне крутизной 8° — на 6,6 ц/га. Урожай сена в зависимости от склона различался незначительно: по изучаемым обработкам на фоне удобрений был на 2,4 ц/га выше на склоне крутизной 4°.

Следовательно, при внесении минеральных удобрений на запланированный урожай по противоэрозионным обработкам увеличивалась урожайность изучаемых культур.

мых сельскохозяйственных культур. На склоне крутизной 4° наибольший урожай получен при поверхностной обработке, на склоне крутизной 8° при вспашке с щелеванием.

Выводы

Исучаемые способы обработки и возделываемые культуры почвозащитного севооборота не могут полностью защитить почву от разрушительного действия водной эрозии, предотвратить снижение содержания гумуса и общего азота, уменьшить сток и смыв почвы на склонах крутизной до 8°.

2. Щелевание и возделывание многолетних трав являются эффективными приемами защиты почвы от водной эрозии и охраны окружающей среды. Щелевание многолетних трав уменьшает смыв почвы и сток талых вод в 2,6—10 раз.

3. Возделывание ячменя способствует увеличению стока и смыва почвы и снижению ее протеолитической активности, что в конечном счете приводит к снижению плодородия, особенно при поверхностной обработке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александрова Л. Н., Найденова О. А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению.— Л.: Агрпромиздат, 1986.— 2. Божаяе-

ва Т. Г., Жарнова Ю. Г. Почвозащитная способность севооборотов в Подмоскowie.— Земледелие, № 3, 1989, с. 43—44.— 3. Доспехов Б. А. Биологическая активность длительно удобрявшихся почв.— Изв. ТСХА, вып. 2, 1967, с. 42—46.— 4. Кочетов И. С., Мамонов В. А., Кудряшов А. М. Биологическая активность среднеэродированной дерново-подзолистой почвы на склонах в зависимости от способа почвозащитной обработки.— Изв. ТСХА, вып. 2, 1988, с. 15—20.— 5. Кочетов И. С. Влияние противозерозионных обработок на агрофизические свойства дерново-подзолистой почвы и урожайность сельскохозяйственных культур.— Изв. ТСХА, вып. 6, 1986, с. 15—19.— 6. Кочетов И. С., Журавлева Л. И., Власкин В. Н. Потери элементов питания на склоновых землях разной крутизны в зависимости от способа обработки.— Изв. ТСХА, вып. 3, 1988, с. 12—15.— 7. Медведев И. Ф. Эрозия почв и загрязнение окружающей среды.— Земледелие, № 3, 1989, с. 22, 24.— 8. Методические рекомендации по учету поверхностного стока и смыва почвы при изучении водной эрозии.— Л.: Гидрометиздат, 1975.— 9. Мишустин Е. П., Петрова А. П. Определение биологической активности почвы.— Микробиол., 1963, вып. 3, с. 479—484.

Статья поступила 13 декабря 1989 г.

SUMMARY

The effect of combined application of erosion-preventive methods of soil tillage and of cultivated crops in rotation on the amount of humus and total nitrogen in the soil, on runoff of thawing waters and outwash of the soil, as well as on biologic and proteolytic soil activity was studied. It has been found that plowing with slitting and growing perennial grasses reduce runoff and soil outwash.