

УДК 631.459.2:631.518

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ ОБРАБОТОК НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ**

**И. С. КОЧЕТОВ, В. В. ЧИБОТАРЬ, В. С. ГУБЕНКО, С. П. СОРОКОУМОВ**

(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

Приводятся результаты исследований воздействия обычной, обычной с щелеванием и минимальной обработок на биологическую активность склоновых земель, накопление в них растительных остатков, засоренность посевов и урожайность сельскохозяйственных культур.

В условиях интенсивного земледелия требуется воспроизводство всех компонентов плодородия почвы. Имеются многочисленные данные [2, 3, 5, 8, 9], свидетельствующие о влиянии отдельных земледельческих приемов на биологическую активность почвы: численность микроорганизмов, целлюлозоразлагающую способность, накопление в почве корневых и пожнивных остатков растений и др. Для установления связей между показателями биологических процессов в интенсивно используемой почве и урожайностью сельскохозяйственных культур необходимо проводить комплексные исследования, которые позволяют выявлять не только направленность, но и количественные изменения интенсивности почвенных процессов под действием агротехнических факторов, дают материал для разработки моделей плодородия почвы.

### **Методика**

Исследования проводили в полевом стационарном 3-факторном опыте, заложенном в 1980 г. методом расщепленных делянок на

Конаковском поле учхоза ТСХА «Михаилавское» в 5-польном севообороте со следующим чередованием культур: овес — ячмень

с подсевом многолетних трав — многолетние травы 1-го года пользования — многолетние травы 2-го года пользования — озимая пшеница. В этом сообщении приводятся данные по первому звену севооборота: овес — ячмень с подсевом многолетних трав (1961—1982 гг.). В опыте было 2 фона удоб-

рений: рекомендуемые нормы — 60N60P60K и изучаемые — 90N90P90K. Подробно схема опыта приведена в работе [6]. Биологическую активность почвы изучали по методике, принятой в научно-исследовательских учреждениях [7].

## Результаты

Крутизна склона, варианты обработок и удобрения оказали заметное влияние на биологическую активность почвы (табл. 1).

При движении от верхней к нижней части склона биологическая активность почвы заметно снижается (от 52,5—55,0 до 12,7—15,8 %), особенно в варианте обычной вспашки. Она уменьшается и с увеличением крутизны склона от 4 до 8° (в 1,5—4,0 раза в зависимости от варианта обработки и норм удобрений). В среднем по склону наибольший процент разложения льняной ткани (85,6) отмечен в варианте обычной вспашки с щелеванием на фоне 90N90P90K при крутизне 4°, наименьший (32,9) — в варианте обычной вспашки на фоне 60N60P60K при крутизне 8°. Отсюда следует, что щелевание склоновых земель положительно влияет на биологическую активность почвы; заметно возрастает в этом случае и эффективность изучаемых норм удобрений, особенно при крутизне склона 4°.

О заметном влиянии на изучаемый показатель пожнивных и корневых остатков возделываемых культур свидетельствуют данные табл. 2. Больше всего пожнивных остатков (19,4—20,4 ц/га) накапливаются в верхней части склона 4° в вариантах обычной вспашки с щелеванием и минимальной обработки, меньше всего (8,9—11,3 ц/га) — в средней части склона 8° при минимальной обработке. В среднем по склону накопление пожнивных остатков было наибольшим в варианте обычной вспашки с щелеванием (20,2 ц/га) при крутизне 4°, наименьшим (11,2 ц/га) — в варианте минимальной обработки при крутизне 8°. Увеличение норм удобрений с 60N60P60K до 90N90P90K не оказало существенного влияния на накопление пожнивных остатков в 1981—1982 гг. при возделывании овса и ячменя с подсевом многолетних трав во всех вариантах опыта. В то же время при крутизне склона 4° их было несколько больше, чем в аналогичных вариантах обработок и норм удобрений на склоне 8°. Подобная закономерность отмечалась и в накоплении корневых остатков (табл. 2).

Наибольшее накопление пожнивных и корневых остатков наблюдалось при оптимальной густоте стояния растений. С увеличением кру-

Таблица 1

Биологическая активность в слое почвы 0—20 см (% разложения льняного полотна при экспозиции 90 сут) в среднем за 1981—1982 гг.

Вариант обработки	Склон 4°				Склон 8°			
	верхняя часть	средняя часть	нижняя часть	в среднем по склону	верхняя часть	средняя часть	нижняя часть	в среднем по склону
обычная	61,4	64,8	51,3	59,2	52,5	33,5	12,7	32,9
	71,2	66,2	62,6	66,7	55,0	40,0	15,8	36,9
То же + щелевание	78,8	58,9	66,7	68,1	56,1	36,8	16,2	36,4
	88,3	89,8	78,8	85,6	58,1	43,6	20,0	40,6
Минеральная	69,8	65,2	62,8	65,9	61,1	35,0	16,3	37,5
	83,7	74,9	69,7	76,1	65,2	41,5	22,0	42,9

Примечание. Здесь и в табл. 2, 3, 4: в числителе — 60N60P60K, в знаменателе — 90N90P90K.

Накопление пожнивных и корневых остатков (ц/га) в среднем за 1981—1982 гг.

Вариант обработки	Склон 4°				Склон 8°			
	верхняя часть	средняя часть	нижняя часть	в среднем по склону	верхняя часть	средняя часть	нижняя часть	в среднем по склону
Пожнивные остатки								
Обычная	14,3	15,6	17,3	15,7	11,6	16,0	11,7	13,1
	17,0	16,1	14,9	16,0	13,5	13,6	12,8	13,3
То же+щелевание	19,6	17,3	15,5	17,5	14,4	12,8	18,4	15,2
	20,4	18,8	21,3	20,2	14,2	13,7	19,9	15,9
Минимальная	19,4	16,4	18,1	18,0	11,4	8,9	13,2	11,2
	20,2	15,3	16,8	17,4	12,3	11,3	13,4	12,3
Корневые остатки								
Обычная	24,5	22,3	15,7	20,8	20,9	22,0	15,5	19,4
	36,2	25,4	17,4	26,3	20,5	24,3	15,8	21,9
То же+щелевание	26,2	23,0	22,2	23,8	24,9	25,2	17,2	22,5
	39,7	29,8	25,0	31,4	30,7	27,3	17,5	25,4
Минимальная	29,1	22,7	14,0	22,9	19,4	22,3	14,4	18,7
	44,0	32,7	19,1	31,9	27,1	26,9	16,1	23,4

тизны склона густота стояния растений уменьшалась, что связано с увеличением степени смытости; независимо от варианта обработки при росте норм минеральных удобрений она повышалась. Наблюдалась тенденция к увеличению густоты стояния растений в верхней и особенно в средней частях склона по сравнению с нижней.

Детальное изучение засоренности в нашем опыте было проведено в посевах ячменя (табл. 3).

Первый учет засоренности посевов (в фазу кущения ячменя) показал, что она зависела от крутизны склона, обработки почвы и норм удобрений. С увеличением крутизны склона засоренность посевов ячменя уменьшалась. При крутизне 4° отмечалась тенденция к усилению засоренности посевов в верхней и особенно в средней частях склона, а при большей крутизне таких различий не наблюдалось. С повышением норм удобрений численность сорняков увеличивалась в вариантах! противоэрозионных обработок. Наименьшая засоренность на склонах разной крутизны была при минимальной обработке, что связано, видимо, с выносом семян сорных растений за пределы стоковых площадок со стоком воды весной.

В середине вегетации засоренность посева ячменя с подсевом, многолетних трав значительно снизилась (табл. 3) благодаря обработке его гербицидом 2М-4ХМ в дозе 1,1 кг на 1 га при норме расхода воды 400 л, а также большей конкурентоспособности культурных растений в фазу кущения ячменя. Различия между вариантами обработок и склонов разной крутизны были незначительными. С увеличением норм минеральных удобрений засоренность посевов повышалась. При минимальной обработке независимо от норм удобрений существенно увеличилось количество многолетних сорняков — пырея ползучего, хвоща полевого, бодяка полевого, осота розового и др., на которые гербицид не действовал и с которыми культурные растения не могут конкурировать. Наблюдалась корреляция между сухой массой всех сорняков и их количеством. Что касается многолетних растений, то их удельный вес в сухой массе сорняков наибольший, а количество в некоторых вариантах незначительно. Меньшая численность сорняков отмечалась в варианте обычной обработки с щелеванием на обоих фонах удобрений.

К фазе восковой спелости ячменя численность сорных растений изменилась незначительно и резких различий между вариантами по

Засоренность посевов ячменя (шт/м<sup>2</sup>) в фазы кущения,  
выхода в трубку и восковой спелости в 1982 г.

Вариант обработки	Часть склона						В среднем по склону	
	верхняя		средняя		нижняя		всего	в т. ч. много-летних
	всего	в т. ч. много-летних	всего	в т. ч. много-летних	всего	в т. ч. много-летних		
Фаза кущения								
Склон 4°								
Обычная	272	3	336	11	203	0	270	5
	251	5	330	18	188	1	256	8
То же+щелевание	321	11	311	12	193	2	287	8
	331	12	370	17	213	5	310	11
Минимальная	216	10	262	45	166	0	215	18
	264	0	284	10	209	16	252	12
Склон 8°								
Обычная	167	6	152	15	174	8	164	10
	200	12	126	6	143	1	156	6
То же+щелевание	174	6	158	4	173	9	168	6
	201	9	176	1	195	4	191	5
Минимальная	87	9	99	15	116	2	101	9
	158	8	127	17	175	5	153	10
Фаза выхода в трубку								
Склон 4°								
Обычная	75	1	68	8	88	1	77	3
	91	0	104	2	120	0	105	1
То же+щелевание	52	1	59	7	93	1	68	3
	63	0	83	15	117	4	88	6
Минимальная	76	4	88	10	72	5	79	6
	81	8	124	37	77	4	94	16
Склон 8°								
Обычная	82	12	57	7	88	2	76	7
	95	9	92	1	104	0	97	3
То же+щелевание	64	8	78	3	40	0	61	4
	90	5	130	3	55	1	92	3
Минимальная	90	26	89	40	76	15	74	28
	115	36	95	26	117	25	95	29
Фаза восковой спелости								
Склон 4°								
Обычная	96	3	82	4	60	0	79	3
	106	4	86	5	57	1	83	3
То же+щелевание	40	5	73	5	71	0	61	3
	55	5	104	6	86	5	82	5
Минимальная	111	13	86	9	60	3	86	8
	132	20	123	35	77	9	111	21
Склон 8°								
Обычная	90	4	75	22	92	0	86	9
	124	16	95	15	99	1	106	11
То же+щелевание	72	6	63	10	57	1	64	6
	77	2	92	5	65	1	78	3
Минимальная	65	23	71	28	95	24	77	25
	96	26	93	45	121	29	103	33

Урожайность овса и ячменя с подсевом многолетних трав (ц/га) при внесении рекомендуемых (I) и изучаемых (II) норм удобрений

Вариант обработки почвы	Склон 4°				Склон 8°			
	овес		ячмень		овес		ячмень	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Обычная	28,0	29,7	25,9	31,9	26,8	31,9	26,3	30,1
То же+щелевание	28,0	29,7	31,3	36,9	28,6	34,7	30,1	35,0
Минимальная	28,6	30,5	28,9	32,9	26,2	33,5	28,0	31,7
НСП <sub>06</sub> по фактору А		3,32		2,81				
НСП <sub>05</sub> по фактору Б		2,82		1,53				

этому показателю не наблюдалось. Как и при 1-м и 2-м учетах, засоренность была несколько выше в варианте минимальной обработки, где, кстати, насчитывалось и больше многолетних сорняков, особенно при крутизне склона 8°.

Противоэрозионные обработки и удобрения оказали неодинаковое влияние на урожайность изучаемых в опыте сельскохозяйственных культур (табл. 4).

Тенденция действия указанных факторов на урожай была практически одинаковой как на склоне 4°, так и 8°. Наивысший (34,7 ц/га) урожай зерна овса получен в 1981 г. в варианте обычной вспашки с щелеванием по фону 90N90P90K при крутизне склона 8°; самый низкий (26,2—26,8 ц/га) — в вариантах минимальной и обычной обработки по фону 60N60P60K. Урожайность ячменя с подсевом многолетних трав в 1982 г. была более высокой при сочетании тех же факторов, которые обеспечили самый большой урожай овса не только на склоне 8°, но и при крутизне 4°. Прибавка урожая зерна в этих вариантах была достоверной и составила 15,6—14,0 % к урожаю по обычной вспашке.

Более высокие нормы удобрений обеспечивали большую урожайность овса и ячменя в пределах вариантов обработок. Прибавки урожая овса колебались от 1,7 до 7,3 ц/га, ячменя — от 3,7 до 6,0 ц/га.

На основании данных, полученных в этом опыте при возделывании ячменя на фоне 60N60P60K, нами был проведен корреляционно-регрессионный анализ с использованием вычислительного комплекса 4ВК «СМ-4». Определялась зависимость между следующими признаками:  $y_1$  — урожайность ячменя при рекомендуемых нормах удобрений ц/га;

$x_1$  — корневые остатки в слое 0—40 см, ц/га;  $x_2$  — биологическая активность почвы в слое 0—20 см, %;  $x_3$ ,  $x_4$  и  $x_5$  — засоренность посевов соответственно в фазы кушения, выхода в трубку и восковой спелости, шт/м<sup>2</sup>;  $x_6$  — густота стояния растений, шт/м<sup>2</sup>.

Зависимость урожайности от изучаемых факторов отражают следующие уравнения регрессии:

$$y_1 = 25,4 + 0,5x_1 - 0,101x_5 \quad (R = 0,873);$$

$$y_1 = 8069 + 1,18x_1 + 0,0145x_8 \quad (R = 0,800);$$

$$y_1 = 7,47 + 1,21x_1 + 0,016x_2 - 0,012x_3 \quad (R = 0,802).$$

Корреляционно-регрессионный анализ был проведен также и с целью выявления эффективности изучаемых доз удобрений (90N90P90K); при этом использовались показатели:  $y_1$  — урожайность ячменя на фоне изучаемых доз, ц/га;  $x_1$  — корневые остатки в слое 0—40 см, ц/га;  $x_2$  — биологическая активность почвы в слое 0—20 см, %;  $x_3$ ,  $x_5$  и  $x_7$  — общая засоренность посевов соответственно в фазы кушения, выхода в трубку, восковой спелости ячменя, шт/м<sup>2</sup>;  $x_4$ ,  $x_6$ ,  $x_8$  — засоренность посевов многолетними сорняками соответственно в фазы кушения, выхода в трубку, восковой спелости, шт/м<sup>2</sup>;

$x_0$  — густота стояния растений, шт/м<sup>2</sup>. При расчетах получено уравнение

$$y_1 = 92,5 + 0,763x_4 + 0,387x_7 + 0,009x_9 \quad (R=0,994);$$

Для выявления корреляционных связей и зависимостей при возделывании овса на фоне рекомендуемых и изучаемых норм удобрений в условиях опыта 1981 г. нами взяты следующие показатели: — урожайность овса, ц/га;  $x_1$  — корневые остатки в слое 0,40 см, ц/га;

$x_2$  — биологическая активность в слое 0—20 см, %;  $x_3$  и  $x_4$  — засоренность посевов овса в фазы кушения и восковой спелости, шт/м<sup>2</sup>.

В первом случае получено уравнение регрессии

$$y = 33,8 + 0,224x_2 - 0,0262x_3 - 0,124x_4 \quad (R=0,985),$$

во втором —

$$y_1 = 50,1 + 0,442x_1 - 0,096x_3 - 0,711x_4 \quad (R=0,982).$$

### Заключение

В условиях Центрального района Нечерноземной зоны с увеличением крутизны склона уменьшается биологическая активность почвы, увеличивается засоренность посевов зерновых культур (овса и ячменя), снижается их урожайность. Повышение норм минеральных удобрений с 60N60P60K до 90N90P90K способствует накоплению в почве пожнивных и корневых остатков, особенно на фоне обычной обработки с щелеванием, что положительно сказывается на биологической активности почвы и урожайности. При сочетании обычной вспашки с щелеванием заметно снижается засоренность посевов ячменя с подсевом многолетних трав, а при минимальной обработке наблюдается увеличение численности многолетних сорных растений.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Г. А. Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей. Л.: Гидрометеоздат, 1971. с. 12—60. — 2. Берестецкий О. А. Почвенно-микробиологические процессы в севооборотах. — В кн.: Плодородие почвы и пути его повышения. М.: Колос, 1983, с. 73—77. — 3. Вострое И. С., Петрова А. Н. Определение биологической активности почвы различными методами. — Микробиология, 1961, вып. 4, с. 665—673. — 4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. — 5. Звягинцев Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: Изд-во МГУ, 1980. — 6. Кочетов И. С. Урожайность сельскохозяйственных культур и засоренность посевов на склоновых землях в зависимости от способа их обработки. — Изв. ТСХА, 1987, вып. 1, с. 53—59. — 7. Лыков А. М. Воспроизводство плодородия почв в Нечерноземной зоне. М.: Россельхозиздат, 1982. — 8. Мишустин Е. Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. М.: Наука, 1972. — 9. Мишустин Е. Н., Петрова А. Н. Определение биологической активности почвы. — Микробиология, 1963, вып. 3, с. 479—484.

*Статья поступила 24 декабря 1986 г.*

### SUMMARY

Investigations were conducted in 1981—1982 in the field stationary experiment on medium-eroded soddy-podzolic soils.

It is found that in the central region of Non-chernozem zone on slopes with higher steepness the biological activity of the soil decreases, the weediness increases, and the yield of grain crops gets lower. Increasing the rate of fertilizers from 60N60P60K to 90N90P90K results in accumulation of aftermath and root residues, especially on the background of common cultivation with slitting.