

УДК 631.459.2:631.811

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА СМЫТЫХ ПОЧВАХ

И. С. КОЧЕТОВ

(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

В условиях расчлененного рельефа Центрального района Нечерноземной зоны РСФСР для повышения и воспроизводства плодородия смытых дерново-подзолистых почв наряду с рациональными севооборотами и почвозащитной обработкой рекомендуется применение высоких доз навоза (90 т/га) или органо-минеральной системы удобрения (навоз, 60 Т/га + 45N25P45K).

Для повышения и воспроизводства плодородия дерново-подзолистых эродированных почв в условиях расчлененного рельефа Нечерноземья наряду с использованием соответствующих севооборотов и почвозащитной обработки необходимо внесение достаточного количества до-

ступных растениям питательных веществ. При этом важен системный подход к восстановлению плодородия смытых почв, учитывающий рельеф и степень смытости [2, 3, 5—7]. Одним из важных направлений расширенного воспроизводства почвенного плодородия склоновых земель наряду с разумным подбором культур севооборота для выращивания и наиболее рационального использования на смытых почвах полученной биомассы является правильное применение органических и минеральных удобрений [1, 4, 8, 9].

В данной работе приводятся результаты исследований влияния расчетных норм органических и минеральных удобрений в почвозащитных технологиях на плодородие почвы разной степени эродированности и урожайности сельскохозяйственных культур.

Методика

Исследования проводили в полевом стационарном трехфакторном опыте, заложенном методом расщепленных делянок в 1980 г. на Конаковском поле учхоза ТСХА «Михайловское» в 5-польном севообороте во времени: овес (1981) — ячмень с подсевом многолетних трав (1982) — многолетние травы 1-го года пользования (1983) — многолетние травы 2-го года пользования (1984) — озимая пшеница (1985) по следующей схеме: фактор А — система обработки: 1 — обычная на 20—22 см; 2 — то же+щелевание на 40—50 см; 3 — минимальная (лушение на 6—8 см); фактор В — удобрения: 1 — рекомендуемые нормы — 60 (NPK), 2 — изучаемые — 90 (NPK); фактор С — крутизна склона: 1—4°; 2—8°. Подробнее условия опыта приведены в работе [5].

Двухфакторный вегетационно-полевой опыт заложен в 1986—1987 гг. там же по следующей схеме: фактор А — степень смытости почвы: 1 — среднесмытая; 2 — слабосмытая; 3 — несмытая почва; фактор В — удобрения: 1 — контроль (без удобрений); 2 — 150N85P150K; 3 — навоз, 90 т/га; 4 — навоз, 30 Т/га+85N50P85K; 5 — навоз, 60 т/га+45N25P45K.

Системы удобрений были спланированы из расчета эквивалентного содержания элементов питания на запланированный урожай зерна овса и ячменя 45 ц/га на среднесмытой почве. Все исследования выполняли по соответствующим ГОСТ и методикам, принятым в научных учреждениях.

Результаты

В полевом стационарном опыте эффективность внесения изучаемых 90(NPK) и рекомендуемых 60(NPK) норм минеральных удобрений под культуры зернотравяного севооборота была неодинаковой (табл. 1). Так, по противоэрозионным обработкам прибавка урожая яровых зерновых в варианте 90(NPK) по отношению к варианту 60(NPK) была заметно выше, чем прибавка урожая озимой пшеницы и многолетних трав. Многолетние травы по фону обычной обработки не дали прибавки урожая сена на обоих склонах. Эффективность изучаемых норм удоб-

Т а б л и ц а 1

Прибавка урожая (ц/га) от внесения 90(NPK) по отношению к варианту 60 (NPK)

Вариант обработки	Овес, 1981 г.	Ячмень, 1982 г.	Мн. травы, 1983—1984 гг.		Оз. пшеница, 1985 г.	Овес, 1986 г.	Ячмень, 1987 г.
			1-го г. п. (2 укоса)	2-го г. п. (1 укос)			
Обычная	1,7	6,0	4,6	0	1,0	3,0	1,5
	5,1	3,8	10,3	0	1,3	3,7	5,1
То же + щелевание	1,7	5,6	6,8	0,9	0,8	2,2	9,6
	6,1	4,9	8,9	6,3	1,3	5,0	9,1
Минимальная	1,9	4,0	4,9	2,3	0,9	2,5	4,0
	7,9	3,7	7,4	0,8	1,5	1,5	7,3
НСР ₀₅ для фактора В	2,8	1,5	6,9	5,5	0,5	2,8	4,2

П р и м е ч а н и е. В числителе — крутизна склона 4°, в знаменателе — 8°.

Агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы.
 Вегетационно-полевой опыт, 1986 г., конец вегетации овса

Фон удобрения	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	Гумус, %	Нитрифицирующая способность, мг N/О ₂ на 100 г	pH _{сол}
	мг/100 г					
Среднесмытая почва						
Исходное состояние перед закладкой опыта	0,63	20,4	19,9	1,53	0,70	5,8
1	0,36	22,0	15,1	1,54	1,04	5,8
2	0,39	22,5	17,3	1,55	1,06	5,7
3	0,59	25,0	23,3	1,75	1,46	6,0
4	0,52	24,8	23,6	1,68	1,29	5,8
5	0,59	24,8	23,3	1,83	1,49	5,9
Слабосмытая почва						
Исходное состояние перед закладкой опыта	0,82	29,0	20,5	1,63	0,73	5,7
1	0,54	27,0	15,1	1,64	1,12	5,7
2	0,65	28,3	17,3	1,78	1,13	5,5
3	0,78	33,8	23,3	2,03	1,39	5,6
4	0,65	33,8	23,6	1,92	1,15	5,4
5	0,83	33,8	23,3	1,91	1,22	5,5
Несмытая почва						
Исходное состояние перед закладкой опыта	0,77	34,5	29,6	2,06	1,45	5,9
1	0,67	33,3	16,1	2,11	1,28	5,6
2	0,80	34,5	16,4	2,21	1,34	5,8
3	1,57	35,3	30,0	2,24	1,67	5,7
4	0,98	37,5	21,5	2,22	1,62	5,6
5	1,21	38,8	23,3	2,27	1,52	5,7

Примечание. Здесь и в табл. 3—7: 1 — контроль (без удобрений); 2 — 150N85P150K; 3 — навоз, 90 т/га; 4 — навоз, 30 т/га + 85N50P85K; 5 — навоз, 60 т/га + 45N25P45K.

рений по противоэрозионным обработкам на склоне крутизной 8° была заметно выше, чем на склоне крутизной 4°, особенно в начале второй ротации севооборота при возделывании овса и ячменя. Более существенные и статистически значимые при 95 %-ном уровне вероятности прибавки урожая ячменя и овса получены по обычной вспашке со щелеванием и минимальной обработке на склоне крутизной 8°.

Следовательно, можно полагать, что с увеличением крутизны склона эффективность изучаемых норм удобрений заметно возрастает.

Агрохимические свойства почвы разной степени смытости в значительной мере зависели от системы удобрения (табл. 2).

По данным, полученным нами в вегетационно-полевом опыте, к концу вегетации овса в средне- и слабосмытой почве заметно возросло содержание гумуса и подвижных форм фосфора, особенно при внесении органических удобрений. Заметно повысилась и нитрифицирующая способность данных почв, особенно при использовании одного навоза.

Применение удобрений оказало положительное влияние на активность почвенных ферментов (табл. 3). В конце вегетации овса по изучаемым фонам удобрения значительно повысилась активность полифенолоксидазы, инвертазы, протеазы, фосфатазы и каталазы, особенно каталазы и полифенолоксидазы в среднесмытой, а также фосфатазы, каталазы и полифенолоксидазы в слабосмытой почве.

Применение одного навоза в дозе 90 т/га на среднесмытой почве оказало заметное влияние на активность уреазы, протеазы и каталазы; на слабосмытой почве более эффективным оказалось внесение органоминеральных удобрений (навоз, 60 т/га-)-45N25P45K); в последнем слу-

Ферментативная активность дерново-подзолистой почвы в зависимости от внесения удобрений и степени ее эродированности. 1986 г., конец вегетации овса

Фон удобрения	Полифенолокси- диза, мг Бензо- хинона на 10 г почвы за 3 ч	Уреазы, мг NH ₄ за 3 ч	Протеаза, мг аммиач- ного азота за 20 ч	Фосфатаза, мг P ₂ O ₅ за 1 ч	Инвертаза, мг глюкозы на 1 г почвы за 24 ч	Каталаза, мл O ₂ на 1 г почвы за 2 мин
		на 100 г почвы				
Среднесмытая почва						
Исходное состояние перед закладкой опыта	0,33	6,7	33,5	2,7	1,1	4,6
1	0,46	3,7	16,5	1,7	1,1	6,6
2	0,41	4,2	19,3	2,6	1,2	6,3
3	0,45	5,0	31,8	3,3	1,2	7,1
4	0,41	3,8	24,7	2,0	1,2	6,7
5	0,39	3,7	27,5	4,4	1,4	7,0
Слабосмытая почва						
Исходное состояние перед закладкой опыта	0,47	8,3	34,9	3,7	1,7	3,5
1	0,60	3,7	17,8	2,7	1,3	6,2
2	0,58	6,2	26,5	4,5	1,4	6,2
3	0,74	7,4	26,2	5,0	1,8	5,9
4	0,64	8,5	27,1	4,3	1,8	5,7
5	0,68	8,8	34,0	5,7	1,9	6,1
Несмытая почва						
Исходное состояние перед закладкой опыта	0,59	9,6	47,8	4,0	2,1	3,4
1	0,65	4,5	29,0	2,7	2,3	5,8
2	0,63	7,8	34,0	3,3	2,4	6,2
3	0,70	11,4	47,1	5,1	2,4	6,7
4	0,70	9,9	43,1	4,1	2,1	6,3
5	0,65	10,7	48,4	4,4	2,2	6,7

чае наблюдалось и значительное повышение активности инвертазы. Существенное повышение ферментативной активности несмытой почвы обеспечило внесение одного навоза. Таким образом, можно сделать вы-

Таблица 4

Структура урожая овса. Вегетационно-полевой опыт, 1986 г.

Фон удобрения	Урожай, г/сосуд	Масса 1000 зе- рен, г	Кустистость		Длина метелки, см	Число зерен в метелке, шт.	Высота рас- тений, см
			общая	продук- тивная			
Среднесмытая почва							
1	54,1	28,0	2,6	1,9	12,5	29,7	63,7
2	89,6	30,4	3,0	2,4	15,5	27,1	98,3
3	93,0	33,2	3,1	2,7	16,9	26,5	102,6
4	92,1	31,8	2,9	2,5	17,1	32,1	101,7
5	103,4	29,1	3,3	2,8	16,0	34,5	99,4
Слабосмытая почва							
1	74,6	32,0	2,8	2,2	15,5	29,1	95,2
2	104,8	31,2	2,9	2,3	15,1	41,1	96,1
3	107,2	34,9	3,0	2,5	15,6	39,5	98,9
4	104,2	37,6	3,1	2,5	15,9	34,6	99,3
5	111,1	36,4	3,1	2,5	15,7	36,6	98,8
Несмытая почва							
1	99,0	34,1	2,7	2,0	15,1	38,4	100,7
2	109,0	35,2	2,4	2,0	15,6	37,6	102,1
3	104,5	36,2	2,6	2,1	15,6	38,4	101,2
4	106,8	39,0	2,5	2,0	15,2	38,2	99,0
5	104,8	34,1	3,1	2,5	15,7	35,3	99,4

Таблица 5

Технологические свойства зерна овса.
Вегетационно-полевой опыт, 1986 г.

Фон удобрения	Натура, г/л		Масса 1000 зерен, г	Пленчатость, %	Содержание, %	
	до очистки	после очистки			чистого ядра	обрушенных зерен
Среднесмытая почва						
1	388	426	28,0	30,0	68,2	1,4
2	420	456	29,2	26,4	72,2	1,9
3	440	482	29,6	28,4	70,5	1,6
4	402	448	30,8	26,8	71,8	1,9
5	414	452	28,4	28,4	70,3	3,3
Слабосмытая почва						
1	424	444	30,0	29,2	69,5	1,4
2	448	476	29,2	27,2	71,8	2,6
3	460	492	31,6	27,2	71,8	4,6
4	436	472	32,0	26,8	72,3	1,0
5	452	480	29,2	28,4	70,6	2,1
Несмытая почва						
1	428	464	30,2	30,0	68,9	2,6
2	466	483	30,8	27,6	71,3	2,1
3	440	480	31,0	26,8	72,2	3,6
4	472	500	32,4	27,6	71,7	1,1
5	392	454	30,0	27,6	70,8	2,0

Таблица 6

Фракционный состав зерна овса.
Вегетационно-полевой опыт, 1986 г.

Фон удобрения	Доля фракций, % со сходом сит с отверстиями, мм			Мелкое зерно, % проход через сито 1,8+2,0 мм	Выравнированность, %, остаток на ситах, мм	
	2,5 + 2,0	2,2 + 2,0	(1,8 + 2,0)		2,5 + 2,2	2,2 + 1,8
Среднесмытая почва						
1	14,4	31,2	51,9	2,5	46,8	85,3
2	19,0	30,6	48,5	1,9	50,6	80,6
3	21,0	33,3	44,2	1,5	55,1	78,7
4	19,8	31,0	47,4	1,8	51,8	80,0
5	17,7	32,9	47,6	1,8	51,5	82,1
Слабосмытая почва						
1	18,9	31,8	47,5	1,8	51,6	80,9
2	18,6	35,1	45,0	1,3	54,4	81,3
3	21,4	32,2	45,0	1,4	54,3	78,3
4	19,1	34,0	45,8	1,2	53,7	80,8
5	17,5	34,6	46,5	1,4	52,8	82,4
Несмытая почва						
1	17,8	28,7	51,9	1,6	47,3	82,0
2	15,9	35,7	46,9	1,5	52,3	83,8
3	18,3	34,0	46,3	1,4	53,1	81,5
4	17,1	33,6	48,3	1,0	51,2	82,7
5	19,7	31,5	46,6	2,2	52,3	79,8

вод, что применение навоза (90 т/га) и органо-минеральных удобрений в эквивалентной норме (навоз, 60 Т/га+45N25P45K) оказывает заметное положительное влияние на активность ферментов как несмытой, так и средне- и слабосмытой почвы.

Изучаемые фоны удобрения оказывали влияние на структуру урожая овса (табл. 4). Наивысшая урожайность зерна овса (111,1 г/сосуд) отмечена на слабосмытой почве по фону навоз, 60 т/га+45N25P45K; наименьшая (54,1 г/сосуд) — на среднесмытой почве в контрольном варианте (без удобрений). На среднесмытой почве при внесении органо-минеральных удобрений (навоз, 60 т/га+45N25P45K) отмечены также наибольшие продуктивная кустистость (3,3 и 2,8), длина метелки (16см), число зерен (34,5 шт.) и высота растений (99,4 см). Тесная корреляционная связь по изучаемым фонам удобрения и разной степени эродированности почвы отмечена между урожайностью овса и высотой растений ($r=+0,8$), числом зерен ($r=+0,68$) и длиной метелки ($r=+0,56$). Между урожайностью овса и общей и продуктивной кустистостью наблюдалась слабая зависимость (соответственно $r=+0,19$ и $r=+0,31$). Эффективность внесения удобрений была более заметной на слабосмытой почве, особенно в вариантах с использованием органических удобрений (навоз 60 т/га + 45N25P45K и навоз, 90 т/га). На несмытой почве наибольшая урожайность отмечалась по минеральному фону (150N85P150K); на среднесмытой почве — по органо-минеральному (навоз, 60 Т/га+45N25P45K).

Удобрения положительно влияли и на технологические свойства зерна овса (табл. 5). На средне- и слабосмытой почве наибольшей натурой до и после очистки (соответственно 440—482 и 460—492 г/л) отличалось зерно вариантов с применением одного навоза, наименьшей (388—426 и 424—444 г/л) — в контроле. Самая большая масса 1000 зерен (32,0 и 32,4 г) получена на слабосмытой и несмытой почве по органо-минеральному фону (навоз, 30 Т/га + 85N50P85K). Наибольшая пленчатость (30,0 %) и наименьшее содержание чистого ядра (68,2—68,9 %) были у зерна на среднесмытой почве без применения удобрений. Содержание

Т а б л и ц а 7

**Урожайность и
технологические показатели зерна
ячменя, 1987 г.**

Фон удобрения	Урожай, г/сосуд	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Пленчатость, %	Крупность зерна	
					Остаток на ситах 2,8+2,5 мм	Доля мелкого зерна, %
Среднесмытая почва						
1	21,1	40,0	—	8,6	87	5,3
2	86,7	52,4	674	8,6	98	1,5
3	125,4	54,2	688	8,9	99	1,0
4	103,0	53,6	642	9,1	99	2,8
5	122,9	53,8	654	9,3	98	2,2
Слабосмытая почва						
1	28,7	44,1	—	9,3	96	3,5
2	109,2	52,2	674	9,4	99	1,1
3	132,9	54,7	672	8,5	94	1,5
4	128,7	52,7	704	8,8	99	0,5
5	130,2	52,1	648	9,1	99	0,8
Несмытая почва						
1	38,8	45,9	—	9,2	96	2,2
2	111,6	54,5	690	9,7	99	0,7
3	134,8	54,9	696	9,5	99	0,7
4	132,9	54,0	676	9,3	97	1,1
5	131,1	53,3	676	9,1	97	1,3

обрушенных зерен оказалось самым высоким (4,6—3,6 %) на слабосмытой и несмытой почве с внесением одного навоза.

Применение удобрений приводило к изменению и фракционного состава зерна овса (табл. 6).

Наибольший сход с сит с отверстиями 2,5—2,0 мм (21,4—21,0 %) наблюдался в вариантах со слабой и среднесмытой почвой на фоне внесения одного навоза; наименьший (14,4 %) — в сосудах со среднесмытой почвой без применения удобрений. Менее выравненным и более мелким было зерно, полученное на среднесмытой почве без применения удобрений. Более выравненное и менее мелкое зерно получено со среднесмытой почвы на фоне применения одного навоза.

Весной 1987 г. в сосуды внесли минеральные удобрения в норме 120N90P100K и продолжали изучать последствие фонов удобрения на структуру урожая ячменя (табл. 7). Наибольшая масса 1000 зерен ячменя — 54,9, 54,7 и 54,2 г соответственно на несмытой, слабосмытой и среднесмытой почве — отмечалась на фоне внесения одного навоза, наименьшая — 40,0 44,1 и 45,9 г —

на среднесмытой, слабосмытой и несмытой почве в контроле.

Заметное положительное последствие на урожай ячменя оказали органическая и органо-минеральные системы удобрения. Самый большой урожай зерна ячменя — 134,8, 132,9 и 125,4 г/сосуд — получен по фону навоза соответственно на несмытой, слабо- и среднесмытой почве. Последствия изучаемых фонов удобрения на пленчатость и крупность зерна ячменя не выявлено.

В Центральном районе Нечерноземной зоны РСФСР, для которого характерно многообразие почвенно-климатических условий, различия в степени подверженности почв эрозии, целесообразно применение органической (навоз, 90 т/га) и органо-минеральной (навоз, 60 т/га + 45N25P45K) систем удобрения.

Выводы

1. Применение навоза в дозе 90 т/га и органо-минеральной системы удобрения (навоз, 30 т/га+85N50P85K или навоз, 60 т/га + 45N25P45K) способствует заметному улучшению агрохимических свойств средне- и слабосмытых почв, в частности увеличению содержания гумуса, активизации нитрифицирующей и ферментативной активности и в конечном счете — повышению урожайности яровых зерновых культур.

2. С увеличением крутизны склона эффективность изучаемых систем удобрения заметно возрастает.

3. Для повышения и воспроизводства плодородия эродированных дерново-подзолистых почв и устойчивости земледелия в условиях расчлененного рельефа Центрального района Нечерноземной зоны РСФСР наряду с использованием зернотравяного севооборота и почвозащитной обработки необходимо применение высоких доз навоза (90 т/га) и органо-минеральной системы удобрения (навоз, 60 т/га + 45N25P45K).

ЛИТЕРАТУРА

1. Заславский М. Н. Эрозиоведение. Основы противозерозионного земледелия. — М.: Высшая школа, 1987. — 2. Захаров В. Н. Резервы повышения урожайности озимых зерновых в Нечерноземной зоне. — М.: Россельхозиздат, 1984. — 3. Каштанов А. Н. Почвозащитное земледелие на склонах. — М.: Колос, 1983. — 4. Каштанов А. Н., Заславский М. Н. Почвоводоохранное земледелие. — М.: Россельхозиздат, 1984. — 5. 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, —
6. Макаров И. П. Пути интенсификации земледелия в двенадцатой пятилетке. — М.: Знание, 1987. — 7. Милачеико Н. З. Зональные системы земледелия и воспроизводство плодородия почв. — Вестн. с.-х. науки, 1987, № 3, с. 34—40. — 8. Трегубов П. С. Почвозащитные мероприятия на склоновых землях Нечерноземной зоны РСФСР. — В сб.: Почвозащитное земледелие на склонах. М.: Колос, 1983, с. 99—112. — 9. Явтушенко В. Е. Расчет норм минеральных удобрений на склоновых землях. — Химия в сельск. хоз-ве, 1986, № 4, с. 51—56.

Статья поступила 25 апреля 1988 г.

SUMMARY

In order to increase and restore fertility of washed-out soddy-podzolic soils on broken relief of the Central region of Non-chernozem zone in Russian Federation, it is recommended, along with rational crop rotations and soil protective treatment, to apply high doses of manure (90 t/ha) or organic-mineral fertilization system (manure, 60 t/ha+45N25P45K).