

УДК 631.461 :5:631.445.2

**РАЗВИТИЕ МИКРОФЛОРЫ, УЧАСТВУЮЩЕЙ В ПРЕВРАЩЕНИИ АЗОТА,  
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ОБРАБОТКИ  
ОСУШЕННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ГЛЕЕВАТОЙ ПОЧВЫ**

**Г. Ю. РАБИНОВИЧ, В. К. ШИЛЬНИКОВА**  
(Кафедра микробиологии)

В условиях полевого опыта изучалось влияние отвальной, чизельной и минимальной обработок без рыхления и с глубоким рыхлением на микрофлору азотного цикла осушенных дерново-подзолистых глееватых почв. Выявлена очень высокая численность микроорганизмов олигонитрофильной группы и крайне низкая — нитрифицирующих бактерий. Под влиянием возделывания сельскохозяйственных культур в почве увеличивается количество аммонифицирующих микроорганизмов, олигонитрофилов, анаэробных фиксаторов азота, усиливается интенсивность нитратонакопления, уменьшается численность денитрификаторов.

В последнее время в Центральном районе Нечерноземной зоны РСФСР наметилась тенденция включения в фонд пахотных земель дерново-подзолистых почв, сформировавшихся в условиях избыточного увлажнения. Дерново-подзолистые почвы данной зоны характеризуются низким уровнем естественного плодородия [6, 16, 17], для повышения которого необходимо проведение специальных мелиоративных мероприятий.

При возделывании сельскохозяйственных культур микрофлора почвы претерпевает значительные изменения, в связи с этим для обоснования агроприемов необходимо знать направленность происходящих в ней почвенно-микробиологических процессов [4].

Влияние способов обработки на динамику микрофлоры и биологическую активность дерново-подзолистых глееватых почв исследовано явно недостаточно [12, 15—17, 23], особенно осушенных почв при введении в севооборот [7, 9, 10, 22, 24].

Групповой состав микрофлоры дерново-подзолистых почв по лите-

ратурным данным оценить довольно сложно в связи с использованием различных методов учета микроорганизмов, хотя некоторые специфические особенности микрофлоры указанных почв все же прослеживаются [1, 18, 19]. Так, в целинных дерново-подзолистых почвах распространены водоросли, бактерии, не образующие спор, и маслянокислые; для почв с низким значением рН отмечено доминирование плесневых грибов. Особенностью дерново-подзолистых почв является большая численность олиготрофов [10]. В незначительных количествах обнаруживаются нитрифицирующие бактерии и целлюлозоразрушающая микрофлора, наиболее многочисленны аммонификаторы [21].

Своеобразие микрофлоры дерново-подзолистых почв определяют их физико-химические свойства и характер поступающих растительных остатков. Существенное значение при этом имеет низкое содержание азота и легкодоступных органических соединений в почве и растениях [1, 2].

Цель данной работы — изучить влияние способов обработки осушенных дерново-подзолистых глееватых почв и мелиоративных мероприятий на микрофлору азотного цикла. Определение характера зависимости численности микроорганизмов данных групп от способов обработки необходимо для выявления приемов, способствующих повышению микробиологической активности почвы и в конечном счете — ее плодородия.

### Методика

Исследования проводили на базе ВНИИМЗ (Калининская обл., мелиоративное отделение «Губино») в стационарном полевом опыте, заложенном в 1985 г. на осушенном закрытым дренажем участке. Почвы осушенные дерново-средне-слабопод, зольстые легкосуглинистые глееватые, сформированы на карбонатной морене. Мощность крошего наноса 40—60 см, механический состав легкосуглинистый, редко встречаются супесчаные разновидности.

Агрохимические показатели почвы (1985 — 1986 гг.) следующие: рН — нейтральный или близок к нейтральному; для слоя О—20 см Н<sub>+</sub> составляет 1,52, S — 9,2; для слоя 20-1-40 см S — 6,4 мг-экв на 100 г почвы. Содержание подвижных форм азота, фосфора и калия колеблется в широких пределах: NO<sub>3</sub> в слое 0,20 см 0,11—1,15 и 20—40 см — 0,16—1,32; NH<sub>4</sub><sup>+</sup> — соответственно 6,5—10,5 и 7,0—10,8; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 15,4—36,7 и 14,1—31,1; K<sub>2</sub>O — 4,8—10,8 и 4,4—6,8 мг на 100 г почвы. Содержание гумуса в пахотном горизонте равняется 2,3 %.

Схема полевого опыта включает 3 варианта обработки почвы: 1 — вспашка на 20—22 см (контроль); 2 — чизелевание на 20—22 см; 3 — лущение на 10—12 см (минимальная) на фонах без рыхления и с глубоким рыхлением на 55—60 см. Изменения микрофлоры изучали в 1985—1986 гг. в звене семинольного севооборота горохоовсяная смесь — озимая рожь — картофель — овес — многолетние травы — озимая рожь — ячмень.

Во всех вариантах опыта применяли органические и минеральные удобрения. Навоз вносили только под горохоовсяную смесь из расчета 40 т/га. Нормы минеральных удобрений под горохоовсяную смесь составляли 30N90P90K, под озимую рожь — (30+20+40)N90P90K. Посевы озимой ржи обрабатывали гербицидами: до появления всходов — симазин (0,5 кг/га); перед уходом растений в зиму — фундазол (50 % с. п.); весной (конец кущенья) — аминной солью 2,4-Д (1 кг/га).

Образцы почвы для микробиологических исследований брали, соблюдая условия асептики, по принципу единственного логического различия [8], из пахотного (0—20 см) и подпахотного (20—40 см) слоев почвы в 6-кратной повторности.

Анализ микрофлоры проводили по общепринятым методикам [5, 13, 14, 25, 26]. Общее количество микроорганизмов определяли на мясопептонном агаре (МПА) на 5—7-е сутки; бациллы — на мясоусловном агаре (МСА) — на 2—5-е сутки; олигонитрофилы — на среде Эшби, денитрифицирующие — на среде Гильята и анаэробные азотфиксаторы — на среде Виноградского — на 5—7-е сутки; нитрифицирующие бактерии I и II фаз — на жидких средах Виноградского на 7, 14 и 21-е сут. О степени нитрификации судили по реакции с реактивами Грисса, Несслера и дифениламино [13, 26]. Микроорганизмы на жидких средах учитывали по Мак-Креди [26].

### Результаты

Во всех изучаемых вариантах обработки почвы наблюдается сходное распределение по профилю общей численности микроорганизмов: с глубиной она постепенно уменьшается (табл. 1, 2).

Наиболее активно в изучаемых почвах развиваются олигонитрофилы. Доля аммонификаторов составляет 10—20 % общей численности

Общее количество микроорганизмов (1), численность *Bacillus mycoides* (2) и *Pseudomonas fluorescens* (3) на МПА (тыс/г абсолютно сухой почвы) в пахотном и подпахотном горизонтах. Опыт 1983 г.

Вариант обработки почвы	Горохоовсяная смесь						Оз. рожь				
	31/V		2/VII			26/VII	10/IX		23/X		
	1	2	1	2	3	1	1	2	1	2	3
Без рыхления											
Отвальная (конт-роль)	756	30,9	519	32,5	29,2	774	695	—	642	18,5	92,6
	372	15,2	332	15,8	31,6	331	897	9,6	363	32,7	28,1
Чизельная	1018	66,4	243	12,8	22,4	448	1214	39,0	682	19,0	45,0
	364	12,0	297	9,5	—	85,4	1346	—	555	6,9	21,0
Минимальная	430	12,3	276	16,7	20,0	399	2820	9,7	555	29,2	16,2
	585	1,3	385	13,2	—	166	1010	22,4	306	12,4	6,2
Рыхление на 55—60 см											
Отвальная	516	19,5	384	10,2	44,5	890	280	6,7	354	16,2	15,4
	506	18,9	454	32,9	—	247	735	6,2	140	6,3	15,6
Чизельная	405	21,1	750	65,0	58,2	537	2700	40,0	1050	30,0	26,7
	84	—	222	9,4	12,7	762	403	9,3	350	16,7	23,3
Минимальная	761	39,0	693	42,9	—	775	602	6,8	1152	28,6	76,2
	324	9,6	679	6,2	—	615	277	17,1	649	26,3	15,8

Примечание. Здесь и в последующих таблицах в числителе — слой 0—20, в знаменателе — 20—40 см.

микроорганизмов, участвующих в трансформации азота, но она возрастает до 70—80 %, если из учета исключить олигонитрофилы. Численность аммонификаторов в среднем находится в пределах 1—3 млн. клеток в 1 г абсолютно сухой почвы (табл. 2). В вариантах без глубокого рыхления, например, при отвальной обработке, в слое 0—20 см она значительно увеличивалась: с 700 тыс. в 1985 г. (табл. 1) до 8 млн. в 1986 г. (табл. 2), чего не наблюдалось при рыхлении на 55—60 см. Казалось бы, при рыхлении численность аммонифицирующей

Таблица 2

Общее количество микроорганизмов на МПА в пахотном и подпахотной горизонтах почвы под озимой рожью (млн/г абсолютно сухой почвы). Опыт 1986 г.

Вариант обработки почвы	30/V	30/VI	24/VII
Без рыхления			
Отвальная	2,6	8,4	0,3
	2,1	7,3	0,3
Чизельная	1,4	7,7	1,2
	3,5	4,3	0,6
Минимальная	2,3	7,3	1,0
	1,6	3,6	0,5
Рыхление на 55—60 см			
Отвальная	1,1	2,4	1,4
	2,4	0,5	0,4
Чизельная	4,8	3,4	0,7
	0,9	2,7	0,3
Минимальная	0,8	4,6	1,0
	1,7	1,7	0,3

бактерий, которые достаточно отзывчивы на обработку почвы, должна возрастать. Однако этого не происходило (табл. 2). Можно предположить, что, с одной стороны, аммонификаторы недостаточно чувствительны к смене условий аэрации [3], с другой — изменившиеся условия существования микроорганизмов, не стимулируя развития, повышают их функциональную активность. Последнее наиболее вероятно, поскольку количественная характеристика аммонифицирующей микрофлоры нередко является консервативным показателем биологической активности почв [2]. Видимо, изменившийся видовой состав бацилл, а возможно, и других групп аммонификаторов определил неравноценность реактивной нагрузки в аммонифицирующем микробценозе данной почвы. В этом убеждают представленные ниже данные (см. табл. 7).

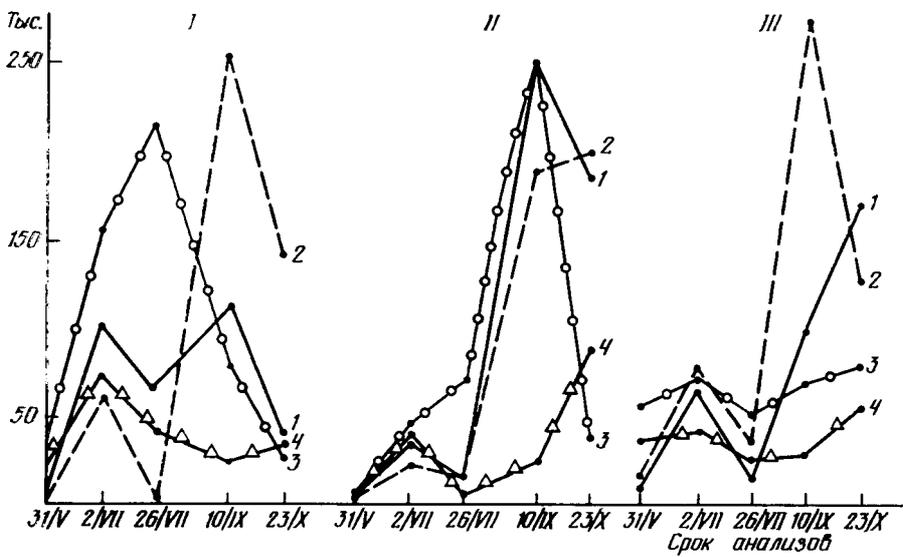


Рис. 1. Влияние отвальной (I), чизельной (II) и минимальной (III) обработок на численность бацилл (тыс. на 1 г абсолютно сухой почвы) под горохоовсяной смесью (31/V—26/VII) и озимой рожью (10/IX—23/X). 1985 г.  
1 и 3 — слой 0—20 см; 2 и 4 — 20—40 см; 1 и 2 — без рыхления; 3 и 4 — с рыхлением на 55—60 см.

Влияние последствия обработки почвы на численность аммонификаторов было прослежено под озимой рожью (10/IX, фаза всходов) в 1985 г. после осенней зяблевой обработки (табл. 1). В 1986 г. осенняя обработка почвы была проведена в более поздние сроки, в связи с чем образцы для исследования микрофлоры не отбирали. Количество микроорганизмов на МПА после обработки почвы увеличивалось

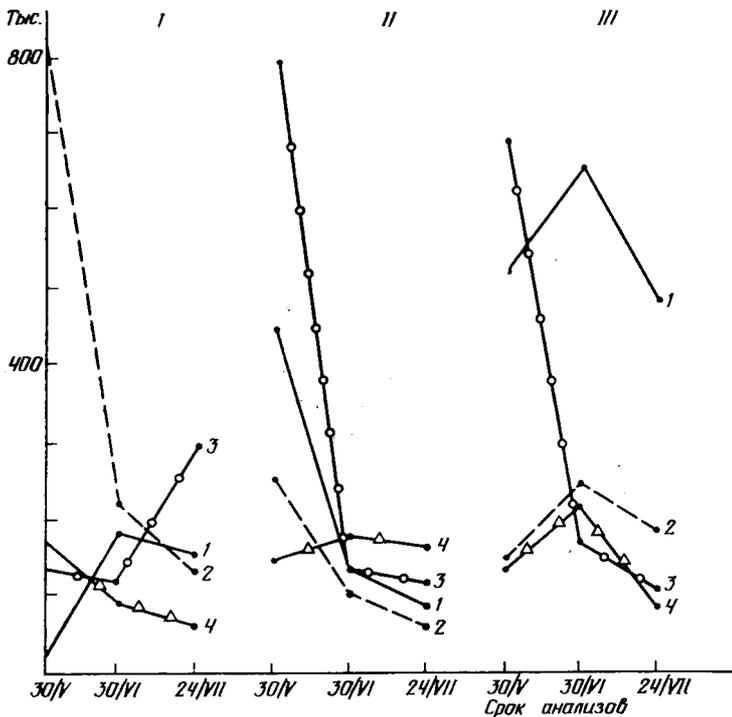


Рис. 2. Численность бацилл под озимой рожью. 1986 г.  
Обозначения те же, что на рис. 1.

Развитие бацилл в пахотном и подпахотном горизонтах  
(тыс/г абсолютно сухой почвы). Опыт 1985 г.

Вариант обработки почвы	Горохоовсяная смесь, 2/VII					Оз. рожь, 23/X				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Без рыхления										
Отвальная	—	11,4	9,7	8,1	6,5	—	12,3	27,8	3,1	12,3
	—	—	—	—	—	—	9,4	18,8	3,1	—
Чизельная	—	9,6	3,2	—	4,8	—	13,0	26,0	9,7	—
	3,2	12,6	—	—	—	3,4	6,9	6,9	17,4	—
Минимальная	—	16,7	—	3,3	6,7	6,5	9,7	26,0	3,2	—
	—	14,7	2,9	11,8	—	—	18,8	15,6	6,2	—
Рыхление на 55—60 см										
Отвальная	10,3	24,0	2,4	6,8	3,4	2,1	10,7	3,6	1,1	—
	4,9	13,2	3,9	3,3	1,3	18,7	11,5	8,3	—	—
Чизельная	6,8	17,1	3,4	6,8	—	—	7,7	13,3	—	—
	0,95	6,3	0,95	3,2	—	—	13,3	15,5	16,7	6,7
Минимальная	7,1	17,9	—	3,6	—	—	11,9	15,8	0,9	—
	0,9	9,3	9,7	0,9	9,3	6,3	17,4	12,7	—	—

Примечания. 1. 1 — общая численность *Bacillus mycoides*, 2 — *Bac. megaterium*, 3 — *Bac. mesentericus*, 4 — *Bac. subtilis*, 5 — *Bac. cereus*. 2. Типы — не обнаружены.

во всех вариантах, за исключением вариантов с отвальной вспашкой в сочетании с рыхлением (слой 0—20 см) и минимальной обработкой с рыхлением (0—20 и 20—40 см). При этом наибольшее количество микроорганизмов, учитываемых на МПА, было при чизельной с рыхлением (слой 0—20 см) и минимальной обработке без рыхления (0—20 см). Однако к следующему сроку анализа (23/X) значения этого показателя по вариантам выравнивались.

Под горохоовсяной смесью почти во всех вариантах без рыхления численность данной группы микроорганизмов увеличивалась, а в вариантах с рыхлением снижалась, за исключением вариантов с отвальной вспашкой (слой 20—40 см) и чизельной обработкой. В последнем случае она резко возрастала.

Бациллярный состав почв изучали в 1985 г. под горохоовсяной смесью и озимой рожью (табл. 1, 3, рис. 1), а в 1986 г. — под озимой рожью (рис. 2). В исследуемых почвах доминировали *Bacillus mycoides*, несколько ниже была численность *Bac. megaterium*, *Bac. mesentericus*, *Bac. subtilis*, *Bac. cereus*. Данные учета *Bac. mycoides* на МСА соответствовали данным учета на МПА. В вариантах без рыхления *Bac. mycoides* обнаруживали лишь при чизельной обработке. Падение численности *Bac. mycoides* во всех вариантах наблюдалось 10/IX—85 г. после осенней зяблевой обработки почвы. Например, в варианте отвальной вспашки без рыхления она снижалась с 30,9 тыс. на 1 г абсолютно сухой почвы до нуля, тогда как в течение вегетации при чизельной обработке с рыхлением увеличивалась в 3 раза — с 21,1 до 65 тыс. Количество *Pseudomonas fluorescens* к 23/X—85 г. после обработки также изменялось, однако характер этого изменения по вариантам был иным: численность псевдомонад увеличивалась в вариантах без рыхления и при минимальной с рыхлением, а в остальных вариантах с рыхлением уменьшалась.

Численность бацилл в почвах под озимой рожью в 1986 г. была существенно выше, чем под горохоовсяной смесью в 1985 г. (рис. 2). Так, в 1985 г. в варианте с отвальной обработкой максимальная численность бацилл в слое 20—40 см находилась на уровне 250 тыс. клеток в 1 г абсолютно сухой почвы, а в 1986 г. максимальное количе-

Таблица 4

Развитие олигонитрофилов в пахотном и подпахотном горизонтах (млн/г абсолютно сухой почвы). Опыт 1985 г.

Вариант обработки почвы	Горохоовсяная смесь			Оз. рожь	
	31/V	2/VII	26/VII	10/IX	23/X
Без рыхления					
Отвальная	7,4	24,4	8,6	41,2	11,9
	9,5	20,2	4,0	40,3	10,9
Чизельная	10,0	22,5	6,0	51,9	12,3
	3,1	6,2	3,2	48,6	13,1
Минимальная	12,0	35,2	4,9	33,2	11,3
	11,7	19,1	9,8	14,6	10,6
Рыхление на 55—60 см					
Отвальная	12,1	47,1	5,3	27,7	12,0
	11,9	18,8	4,5	29,1	4,6
Чизельная	12,4	39,6	7,4	40,9	7,6
	5,8	18,2	6,0	10,3	3,9
Минимальная	10,4	37,3	5,6	40,8	4,7
	5,5	9,4	6,0	55,1	6,0

Таблица 5

Развитие анаэробных азотфиксаторов в пахотном и подпахотном горизонтах (тыс/г абсолютно сухой почвы). Опыт 1985 г.

Вариант обработки почвы	Горохоовсяная смесь			Оз. рожь	
	31/V	2/VII	26/VII	10/IX	23/X
Без рыхления					
Отвальная	30,9	12,3	23,0	5,8	5,5
	11,6	1,9	2,5	58	56,2
Чизельная	56,9	32,0	12,3	3,2	32,5
	30,1	5,7	5,7	32,5	33,8
Минимальная	30,8	3,3	5,8	32,5	5,2
	115,8	11,1	3,2	12,2	5,6
Рыхление на 55—60 см					
Отвальная	324,0	61,6	34,2	6,0	3,6
	31,6	12,5	3,3	55,6	3,1
Чизельная	58,4	34,0	1,0	10,7	3,33
	2,6	5,7	9,3	11,9	32,0
Минимальная	36,7	64,3	13,6	34,0	30,0
	12,1	11,7	32,9	130,0	126,7

ство бактерий в фазу кущения озимой ржи было в 3 раза выше. К концу вегетации под горохоовсяной смесью в 1985 г. количество бактерий повышалось лишь в случае отвальной вспашки с рыхлением (слой 0—20 см), в остальных вариантах оно уменьшалось. Вероятно, это связано с количеством осадков (в июне — 124, в июле — 89 мм). К концу вегетации 1986 г. численность бактерий под озимой рожью в основном тоже снижалась (рис. 2), но динамика ее была иной: в июне она была невысокой (выпало 65 мм осадков), в июле стабилизировалась или слабо снижалась (125 мм осадков). После обработки под озимую рожь количество бактерий увеличивалось во всех вариантах обработки, кроме отвальной вспашки с рыхлением. В последнем случае, напротив, наблюдалось снижение численности бактерий в обоих слоях почвы.

Следует отметить, что динамика численности разных видов бактерий в течение вегетационного периода заметно различалась. Так, количество *Bac. mesentericus* в слое почвы 0—20 см увеличивалось во всех вариантах обработки, за исключением варианта отвальной вспашки с рыхлением, а количество *Bac. subtilis* заметно повышалось (в 5—10 раз) лишь в вариантах с чизельной обработкой без рыхления (слой 0—20 см) и чизельной с рыхлением (20—40 см). Существенное уменьшение численности этих бактерий наблюдалось в вариантах с отвальной вспашкой без рыхления и с рыхлением.

Численность олигонитрофилов под горохоовсяной смесью в 1985 г. была очень высокой (табл. 4). Это подтверждает данные [11] о том, что в дерново-подзолистых почвах количество олигонитрофилов часто выше, чем микроорганизмов, учитываемых на МПА, в 10—12 раз. Численность этой группы микроорганизмов зависела не только от варианта обработки почвы, но и от глубины взятия образцов. В 1985 г. наблюдалось два пика численности этой группы: первый — под горохоовсяной смесью в фазу кущения (наиболее высоким этот показатель был в вариантах с рыхлением, особенно при отвальной вспашке),

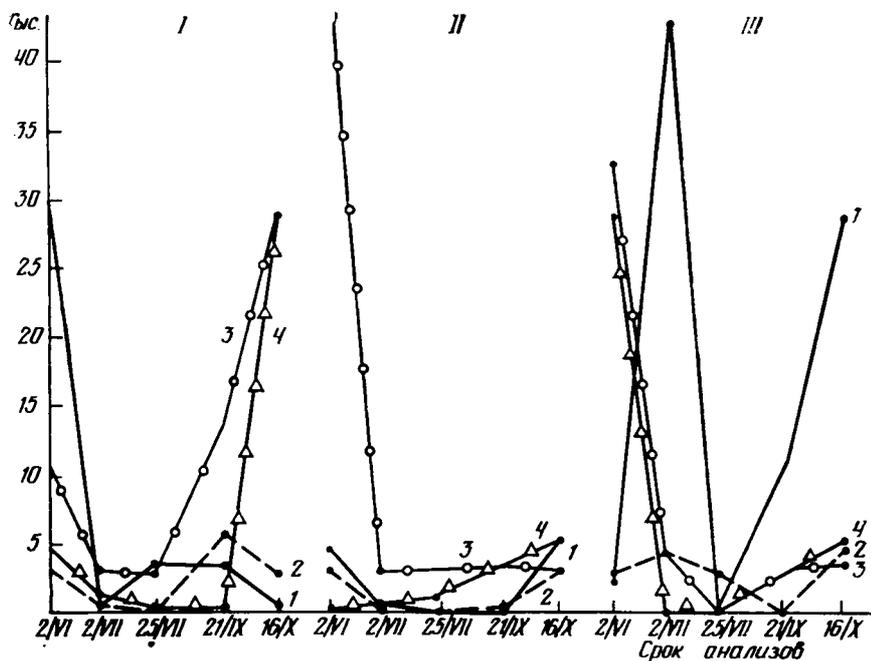


Рис. 3. Численность анаэробных азотфиксаторов под горохово-ячменной смесью (2/VI—25/VI) и озимой рожью (21/IX—16/X). 1986 г. Обозначения те же, что на рис. 1.

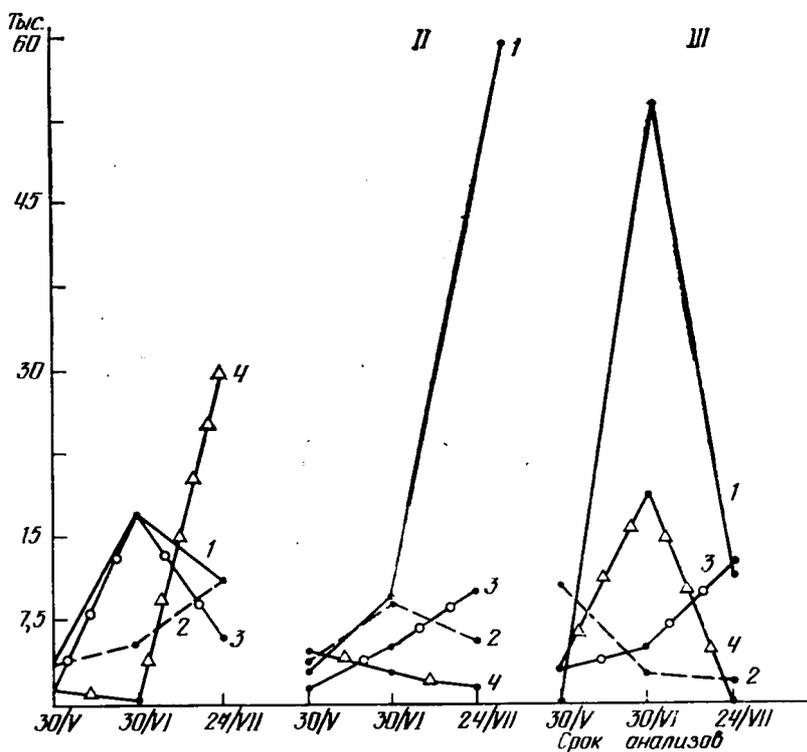


Рис. 4. Численность анаэробных азотфиксаторов под озимой рожью. 1986 г. Обозначения те же, что на рис. 1.

Интенсивность процесса нитрификации в пахотном и подпахотном горизонтах  
(по 5-балльной системе). Опыт 1985 г.

Вариант обработки	Горохоовсяная смесь						Оз. рожь			
	31/V		2/VII		26/VII		10/IX		23/X	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Без рыхления										
Отвальная	$\frac{3}{2}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{1}{1}$
Чизельная	$\frac{2}{1}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{3}{0}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{1}{0}$
Минимальная	$\frac{1}{1}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{0}{2}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{3}{0}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{3}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{1}{1}$
Рыхление на 55—60 см										
Отвальная	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{2}{0}$
Чизельная	$\frac{2}{1}$	$\frac{3}{0}$	$\frac{3}{0}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{1}{1}$
Минимальная	$\frac{0}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{2}{1}$

Примечание. 1 и 2 — соответственно 1-я и 2-я фазы нитрификации.

второй — после осенней зяблевой обработки в фазу всходов озимой ржи (самая высокая численность в вариантах без рыхления).

Анаэробные азотфиксаторы в 1985 г. локализовались преимущественно в верхних горизонтах, за исключением вариантов с отвальной обработкой без рыхления и с рыхлением (табл. 5). Вспашка и оборот пласта, очевидно, содействовали усилению развития анаэробных фик-

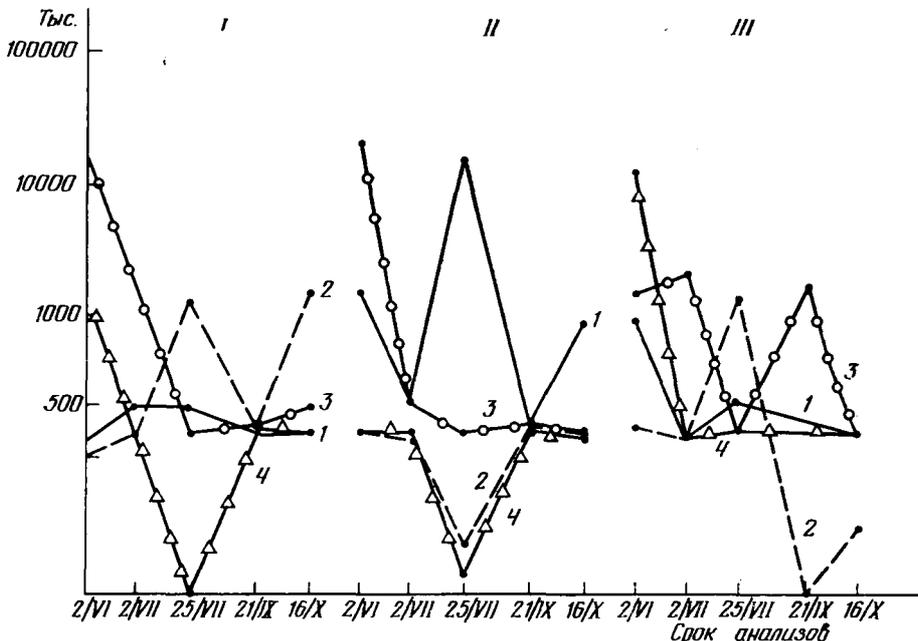


Рис. 5. Численность денитрифицирующих микроорганизмов под горохоовсяной смесью (2/VI—25/VII) и озимой рожью (21/IX—16/X). 1986 г.

Обозначения те же, что на рис. 1.

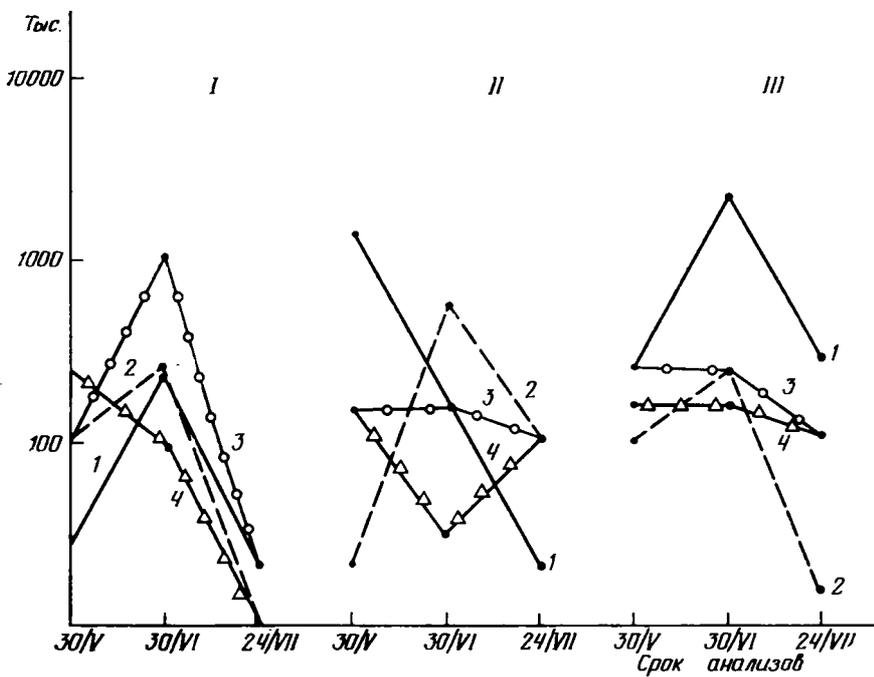


Рис. 6. Численность денитрифицирующих микроорганизмов под озимой рожью. 1986 г.

Обозначения те же, что на рис. 1.

саторов азота в горизонте 20—40 см, что подтверждает данные Е. Н. Мишустина [9].

В летний период количество этих микроорганизмов значительно ниже, чем в весенне-осенний. Например, в вариантах с чизельной обработкой максимум численности наблюдался весной (31/V), летом она снижалась и вновь возрастала осенью. После предпосевной обработки и посева озимой ржи количество анаэробных азотфиксаторов увеличилось во всех вариантах.

Таблица 7

Содержание подвижных форм азота  
(мг/100 г абсолютно сухой почвы)  
в пахотном и подпахотном горизонтах

Вариант обработки почвы	31/V		2/VII	
	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>
Без рыхления				
Отвальная	1,3	0,11	1,75	0,55
	1,7	0,10	1,7	0,55
Чизельная	1,55	0,11	1,8	0,027
	1,45	0,11	1,35	0,29
Минимальная	1,55	0,15	1,8	0,55
	1,75	0,21	1,6	0,21
Рыхление на 55—60 см				
Отвальная	1,4	0,12	2,1	0,19
	1,5	0,39	2,0	0,24
Чизельная	1,55	0,14	1,83	0,027
	1,5	0,19	2,05	0,18
Минимальная	1,4	0,21	1,9	0,24
	1,7	0,19	1,75	0,32

В 1986 г. численность анаэробных азотфиксаторов учитывали под горохоовсяной смесью и озимой рожью (2-я закладка опыта, рис. 3) и под озимой рожью (1-я закладка опыта, рис. 4). Так же, как и в 1985 г., весной и осенью она была выше, чем летом (рис. 3). Подобный ход изменения численности анаэробных азотфиксаторов наблюдался в исследованиях [20]. Лишь в варианте минимальной обработки без рыхления пик развития анаэробных азотфиксаторов приходился на середину вегетации горохоовсяной смеси. Увеличение численности анаэробных азотфиксаторов отмечалось и под озимой рожью (1-я закладка опыта), особенно в вариантах минимальной обработки без рыхления и чизельной без рыхления (рис. 4).

Поскольку нитрифицирующие бактерии отличаются высокой тре-

Развитие денитрифицирующих бактерий в пахотном и подпахотном горизонтах  
(тыс/г абсолютно сухой почвы). Опыт 1985 г.

Вариант обработки почвы	Горохоовсяная смесь						Оз. рожь			
	31/V		2/VII		26/VII		10/IX		23/X	
	И	К	И	К	И	К	И	К	И	К
Без рыхления										
Отвальная	117	1172	12370	12370	34	338	33	3250	926	555
	92	92	57	57	0,75	3135	513	1920	312	312
Чизельная	120	570	122	320	123	123	325	1234	84	84
	90	542	120	316	120	316	584	584	128	338
Минимальная	185	1170	533	533	325	325	32	195	123	58
	55	305	112	294	1218	577	58	122	0,8	31
Рыхление на 55—60 см										
Отвальная	123	324	342	342	3424	3424	330	533	—	357
	57	1200	59	125	202	608	556	1170	312	312
Чизельная	390	1940	1027	1027	338	338	643	643	333	333
	52	260	57	57	550	550	95	200	33	33
Минимальная	1	661	214	643	64	64	616	616	89	238
	32	320	31	56	59	125	0,8	2055	32	32

Примечание. И — истинная денитрификация, К — косвенная.

бовательностью к условиям аэрации [19], численность их в дерново-подзолистых осушенных глееватых почвах небольшая. Снижение интенсивности нитратонакопления 2/VIII—85 г. (табл. 6) сопровождалось увеличением в этот период содержания в почве подвижных форм  $\text{NH}_4^+$ , а также некоторым снижением содержания подвижных форм  $\text{NO}_3^-$  (табл. 7). При этом существенно увеличивалась численность денитрифицирующих микроорганизмов (табл. 8). После осенней зяблевой обработки почвы интенсивность процесса нитрификации возросла (табл. 6), количество же денитрификаторов в этот период в основном уменьшалось (табл. 8).

В 1986 г. численность денитрификаторов в почве варьировала весьма существенно (рис. 5, 6); она снижалась к концу вегетационного периода как в 1-ю, так и во 2-ю закладку опыта при проведении рыхления. В вариантах без рыхления под горохоовсяной смесью к концу вегетационного периода их количество увеличивалось, а после обработки почвы в фазу всходов озимой ржи уменьшалось.

Таким образом, количество денитрификаторов снижалось после обработки почвы во всех вариантах, оно увеличивалось лишь в слое 20—40 см при минимальных обработках с рыхлением и без рыхления, а также при чизельной с рыхлением.

### Выводы

1. Количество аммонифицирующих микроорганизмов (на МПА) в дерново-подзолистой осушенной глееватой почве во всех вариантах обработки почвы без рыхления было выше, чем при рыхлении, на 55—60 см. Это, очевидно, обусловлено наличием большего количества неразложившихся органических соединений, а также относительно слабой реакцией аммонификаторов на изменение аэрации почвы. В период после осенней зяблевой обработки численность аммонификаторов возросла почти во всех вариантах, за исключением случаев отвальной и минимальной обработок в сочетании с рыхлением.

2. Количество бацилл увеличивалось во всех вариантах обработки почвы, особенно при отвальной без рыхления, чизельной и минимальной с рыхлением. В исследуемых почвах доминировали *Bacillus tuscoi-*

des, в меньшей степени — *Bac. megaterium*, *Bac. subtilis*, *Bac. cereus*. Динамика численности *Bac. mycoides* на МСА и МПА была аналогичной. В период вегетации горохоовсяной смеси количество *Bac. mycoides* во всех вариантах увеличивалось, а после осенней зяблевой обработки почвы под озимую рожь снижалось. Численность флуоресцирующих псевдомонад (*Ps. fluorescens*) в вариантах без рыхления повышалась, а при рыхлении в основном уменьшалась.

3. В данных почвах выявлена высокая численность олигонитрофильной группы, особенно в вариантах с рыхлением.

4. Анаэробные азотфиксаторы доминировали в горизонте 0—20 см; их количество во всех вариантах обработки почвы наибольшее в весенний и осенний периоды. Лишь в случае минимальной обработки без рыхления пик их развития отмечался в середине вегетации. Повышение численности этих бактерий к осени может быть обусловлено как их физиологическими особенностями, так и влиянием предпосевной обработки под озимую рожь.

5. В период вегетации горохоовсяной смеси интенсивность накопления нитратов была низкой, в фазу всходов озимой ржи активность нитрификации под действием обработок во всех вариантах повышалась, а денитрификации — снижалась.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аристовская Т. В. Микробиология подзолистых почв. — М.: Л.: Наука, 1965. — 2. Аристовская Т. В., Торже в с к и й В. И. Состав микрофлоры темно-каштановых почв юга Украины. — Почвоведение, 1969, № 12, с. 82—85. — 3. Багданавичене З. П. Педобиологическая характеристика некоторых почв Литовской ССР / 6. Распределение микроорганизмов. — Тр. АН ЛитССР, 1973, № 1 (61), с. 65—80. — 4. Бересте ц к и й О. А. Биологические факторы повышения плодородия почв. — Вестник с.-х. науки, 1986, № 3, с. 29. — 5. Большой практикум по микробиологии / Под ред. Г. Л. Селибера. — М.: Высшая школа, 1962. — 6. В а в у л о Ф. П. Микрофлора основных типов почв БССР и их плодородие. — Минск: Ураджай, 1972. — 7. Дмитриев О. А., Митрофанов Ю. И., Корнеев В. Ф. Изменение физических, биологических и агрохимических свойств осушенной дерново-подзолистой почвы под влиянием различных приемов ее основной обработки. — Науч. тр. ВНИИМЗ. Калинин, 1983, вып. 5, с. 14—21. — 8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. — М.: Агропромиздат, 1985. — 9. Иванова Н. А. Влияние временного избыточного увлажнения на биологическую активность подзолисто-глебовых почв и на использование растениями азота. — В кн.: Актуальные проблемы с.-х. микробиологии. Л.: ВАСХНИЛ, ВНИИСХ-микробиологии, 1974, с. 73—81. — 10. Карягина Л. А. Микробиологические основы повышения плодородия почв. — Минск: Наука и техника, 1983. — 11. К л е в е н с к а я И. Л. Олигонитрофильные микроорганизмы почв Западной Сибири. — Автореф. докт. дис. Новосибирск. 1971. — 12. Корневская В. Е., Дуда В. И., Решетова И. С. и др. Биологическая активность дерново-подзолистых почв, не затопляемых и затопляемых водами Можайского водохранилища. — Вестн. МГУ, сер. 6, 1976, № 4, с. 78—86. — 13. Методы почвенной микробиологии и биохимии. — М.: Изд-во МГУ, 1980. — 14. Методические указания по проведению микробиологических работ со льном-долгунцом. — М.: Колос, 1971. — 15. Милославский Г. М. Влияние новой системы обработки в севообороте на биологические свойства дерново-подзолистой почвы. — В кн.: Комплексный метод преобразования дерново-подзолистых почв и его эффективность. М.: Изд-во МГУ, 1975. — 16. Миненко А. К. Влияние агротехнических приемов на микробиологическую активность и плодородие дерново-подзолистой почвы. — Сб. науч. тр. НИИСХ ЦРНЗ, 1974, вып. 3, с. 105—118. — 17. Миненко А. К. Микробиологическая активность дерново-слабоподзолистой супесчаной почвы при окультуривании. — Почвоведение, 1981, № 3, с. 61. — 18. Мишустин Е. Н. Географический фактор, почвенные топы и их микробное население. — В кн.: Мши рофлора северной и средней части СССР. М.: Наука, 1966. — 19. Мишустин Е. Н. Ассоциации почвенных микроорганизмов. — М.: Наука, 1975. — 20. Мишустин Е. Н. Е м ц е в В. Т. Почвенные азотфиксирующие бактерии рода *Clostridium*. — М.: Наука, 1974. — 21. Мишустин Е. Н., Мирзоева В. А., Е и к е в а Н. Г. Микрофлора подзолистых и дерново-подзолистых почв. — В кн.: Микрофлора северной и средней части СССР. М.: Наука, 1966. — 22. Преображенская Ю. Г. Влияние торфоминеральных удобрений на биологическую активность почв мелиорируемых культурных пастбищ. — В кн.: Осушение и использование мелиор. земель Калинин, обл. М.: Московский рабочий, 1974. — 23. Пупониа А. И., Гриценко В. В., Цвирко Э. А. Действие основной обработки на плодородие дерново-подзолистых легкоуглинистых почв. — Вестн. с.-х. науки, 1985, № 4, с. 23—25. — 24. Смирнова Т. В. К вопросу и биологической активности дренаруемых дерново-подзолистых почв Калининской области. — В кн.: Осушение и использований мелиор. земель Калинин, обл. М.: Москов-

ский рабочий, 1974. — 25. Сэги И. Методы никова В. К., Переверзева Г. И. почвенной микробиологии/Пер. с венг. М.: Практикум по микробиологии. — М.: Агро-Колос, 1983. — 26. Теппер Е.З., Шиль-промиздат, 1986.

Статья поступила 12 октября 1987 г.

### SUMMARY

The effect of moldboard plowing, chiseling, and minimum soil management without loosening and with deep loosening on microflora of nitrogen cycle has been studied in field experiment on dried soddy-podzolic gleyic soils. In such soils the population of digonitrophilous microorganisms is very high, and that of nitrifying microorganisms—extremely low. After crop cultivation, the population of ammonifying microorganisms on beef-extract agar and of bacilli considerably increases, that of denitrifying microorganisms gets lower, the number of oligonitrophilous microorganisms, anaerobic nitrogen-fixing microorganisms gets higher, and accumulation of nitrates becomes more intensive.