

УДК 631.445.2:631.46:631.51.01

**ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ
ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ
НА ЕЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ**

Э. А. ЦВИРКО, Л. К. НИЦЭ
**(Кафедра земледелия и методики опытного дела и
кафедра микробиологии)**

Применение на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в течение 24—25 лет дискования на глубину 10—12 см в качестве приема основной обработки приводило к снижению интенсивности минерализации органического вещества по сравнению с вариантом систематической вспашки на глубину 23—25 см.

В интенсивном земледелии уменьшается роль почвенных микроорганизмов в обеспечении корневого питания растений и возрастает их значение в регулировании круговорота веществ в агроэкосистемах, особенно таких его звеньев, как разложение и минерализация свежего органического вещества, синтез биологического азота, трансформация питательных веществ минеральных удобрений [13].

Проведены многочисленные исследования влияния агротехнических приемов на биогенность дерново-подзолистой почвы [1—3, 5, 7—10, 12, 13, 15]. Однако до сих пор нет единого мнения об оптимальных глубине и способе основной обработки дерново-подзолистой почвы, вследствие чего затрудняется направленное регулирование ее плодородия. Частично это объясняется тем, что исследования, как правило, проводились в краткосрочных полевых опытах, где выявить закономерности изменения микробиологической активности почвенного плодородия практически невозможно.

В связи с этим нами изучалось влияние различных способов основной обработки на микробиологическую активность дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в длительном полевом опыте.

Исследования проводили в 1980 и 1981 гг. в стационарном полевом опыте, заложенном в 1956 г. на Опытной станции полководства Тимирязевской академии.

В течение 21 вегетационного периода 11956—1977 гг.) озимые зерновые (рожь, пшеница) выращивали 4 года, яровые зерновые (ячмень, овес) — 3, пропашные (картофель, кукуруза) — 7, многолетние травы — 4, однолетние травы — 3 года. Их чередование соответствовало плодосменному севообороту. С 1978 г. в опыте развернуто зерновое звено севооборота: ячмень (1978 г.), овес (1979 г.), ячмень (1980 г.), овес (1981 г.).

Фактор А. Варианты основной обработки почвы и удобрения (на фоне 100N75P100K): 1 — дискование на 10—12 см; 2 — вспашка на 23—25 см; 3 — вспашка на 23—25 см, навоз; 4 — сочетание вспашки на 23—25 см и трехъярусной обработки на 38—40 см (один раз в 5 лет), навоз.

Фактор В. Сорта ячменя: 1 — Московский 121; 2 — Трумпф. Обработка почвы в вариантах 1, 2 и 3 (по фактору А) была постоянной с 1956 г. В варианте 4 до 1976 г. ежегодно проводили вспашку плугом с почвоуглубителями на 38—40 см (23—25+15 см), осенью 1976 г. — трехъярусную обработку на 38—40 см, в остальные годы — вспашку на 23—25 см.

До 1976 г. нормы минеральных удобрений были 51N51P68K, с 1977 г. — 100N75P100K. До 1977 г. на всем опытном участке внесено 120 т навоза на 1 га. Осенью 1977 и 1979 гг. навоз внесли в вариантах 3 и 4 из расчета 30 т/га. Всего за 25 лет опыта на делянках вариантов 1 и 2 (по фактору А) в расчете на 1 га было внесено 120 т навоза и 1520N1395P1860K,

т. е. в среднем за 1 год 4,8 т навоза и 61N56P74K. На делянках вариантов 3 и 3 за 25 лет внесено 180 т навоза на 1 га и 1520N1395P1860K, а в среднем за 1 год соответственно 7,2 т/га и 61N56P74K.

Опыт заложен в 3-кратной повторности методом расщепленных делянок. Учетная площадь одной делянки по фактору А 600, Б — 100 м². Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая старопашотная. Пахотный горизонт состоит из песчано-пылеватого суглинка, мощность его 20—24 см, подзолистого слоя — 8—15 см. Перед закладкой опыта почва участка характеризовалась следующими агрохимическими показателями: содержание общего гумуса по Тюрину — 2,46, общего азота по Кьельдалю — 0,15%, P₂O₅ по Кирсанову — 12 мг, K₂O по Пейве — 18,6 мг, Н_г — 4,1 экв на 100 г, рН_{СОЛ} 4,6.

Основную обработку на соответствующих делянках выполняли плугами ПН-4-35, ПТН-40 и дисковой бороной БДТ-2,5.

Количественный и качественный состав микрофлоры определяли методом, рекомендованным Институтом микробиологии АН СССР. Бактерии, принимающие участие в превращениях органического азота почвы, учитывали на мясо-пептонном агаре (МПА). Бактерии, использующие минеральные формы азота и актиномицеты, — на крахмало-аммиачном агаре (КАА); грибы — на среде Чапека.

Вегетационные периоды в годы исследований различались по температурному режиму и количеству осадков. Так, 1980 год был холодным и исключительно влажным. Вегетационный период 1981 г. характеризовался повышенной температурой воздуха и крайне неравномерным выпадением осадков.

Результаты

В результате обработки коренным образом меняется водно-воздушный и тепловой режимы почвы, что, в свою очередь, сказывается на направлении, характере и интенсивности микробиологических процессов, протекающих в почве, т. е. на количественной и качественной сторонах деятельности микроорганизмов, которые во многом определяют условия корневого и в значительной степени воздушного питания растений [14].

Наши исследования показали, что численность микрофлоры изменялась в зависимости от способа основной обработки почвы, фазы роста и развития яровых зерновых культур и метеорологических условий. В 1980 г. в фазу кущения ячменя наибольшее количество бактерий, которые потребляют органические формы азота (их учитывали на МПА), наблюдалось в слое почвы 0—10 см в вариантах с периодической трехъярусной обработкой и вспашкой на 23—25 см по фону внесения органических и минеральных удобрений (табл. 1). На делянках с дисковой обработкой в слое почвы 0—10 см количество неспороносных бактерий на МПА было на 11 % больше, чем в том же слое в варианте со вспашкой на 23—25 см. Во всех вариантах опыта в слое почвы 10—20 см различия по количеству бактерий на МПА были незначительными. Количество неспороносных бактерий, использующих для своего развития минеральные формы азота (их учитывали на КАА), было больше в верхних слоях почвы в вариантах со вспашкой.

Известно, что в аэробных условиях на растительных остатках сначала размножаются разнообразные неспороносные бактерии, а позднее начинают преобладать спорообразующие бактерии и актиномицеты. Количество актиномицетов в слоях почвы 0—10 и 10—20 см на делянках с периодической трехъярусной обработкой на 38—40 см было несколько выше, чем на делянках со вспашкой на 23—25 см.

Спорообразующие бактерии благодаря наличию протеолитических ферментов могут использовать недоступные для неспороносных бакте-

Т а б л и ц а 1

Численность аэробных микроорганизмов в почве (млн. на 1 г) под посевами ячменя, 1980 г

Слой, см	Кущение					Колошение					Полная спелость				
	МПА		КАА			МПА		КАА			МПА		КАА		
	бактерии	в т. ч. спорообразующие	бактерии	актиномицеты	грибы	бактерии	в т. ч. спорообразующие	бактерии	актиномицеты	грибы	бактерии	в т. ч. спорообразующие	бактерии	актиномицеты	грибы
Дискование на 10—12 см, NPK															
0—10	20,0	2,1	18,3	1,1	0,9	24,4	3,7	20,7	2,4	0,9	18,7	1,7	16,8	1,4	0,9
10—20	17,1	2,2	16,7	0,7	0,5	19,5	3,1	17,7	2,1	0,7	10,3	2,0	8,3	2,0	0,7
20—30	5,1	0,7	2,2	0,3	0,6	1,5	1,1	0,9	0,5	0,6	2,1	0,5	1,7	0,7	0,4
30—40	0,0	0,5	0,4	0,06	0,07	0,8	0,3	0,6	0,2	0,06	0,7	0,03	0,6	0,02	0,06
Вспашка на 23—25 см, NPK															
0—10	18,0	3,1	22,2	1,1	1,1	21,2	4,4	23,7	3,4	0,9	16,5	2,5	16,5	2,1	0,8
0—20	16,1	2,7	18,1	0,6	0,9	22,3	3,6	25,3	3,1	0,8	10,4	1,7	15,5	1,0	0,8
0—30	9,7	0,8	11,6	0,7	0,8	9,6	2,2	11,7	1,3	0,7	4,1	0,7	9,9	0,7	0,5
0—40	0,9	0,5	1,9	0,1	0,1	1,7	0,7	2,0	0,2	0,08	0,9	0,5	1,2	0,1	0,1
Вспашка на 23—25 см, навоз + NPK															
0—10	22,1	6,3	25,1	1,4	1,2	29,1	5,7	32,5	4,1	0,7	16,7	2,9	20,4	4,4	1,9
10—20	17,0	1,9	21,1	1,5	1,0	26,3	5,1	29,7	3,7	1,0	13,4	2,3	17,4	2,0	1,2
20—30	9,6	1,8	10,3	1,0	0,6	16,6	2,3	17,7	1,6	0,7	6,5	1,7	9,7	0,8	0,7
30—40	0,8	0,7	1,9	0,5	0,3	1,7	0,9	1,3	0,6	0,2	1,2	0,7	2,1	0,3	0,2
Вспашка на 23—25 см + трехъярусная обработка на 38—40 см, навоз г NPK															
0—10	22,9	2,1	23,1	2,1	1,4	23,6	2,7	28,7	3,1	1,1	15,4	2,4	21,5	3,1	1,0
10—20	16,6	2,2	19,7	1,7	0,9	20,3	2,9	27,0	1,6	0,9	17,7	2,7	20,5	2,1	0,9
20—30	11,5	1,7	13,5	1,6	0,6	14,4	1,5	15,5	1,0	0,6	10,6	1,0	12,2	1,1	0,5
30—40	7,5	0,9	9,1	0,6	0,2	5,3	0,8	6,0	0,5	0,07	2,1	0,7	3,1	0,5	0,2

рий вещества. Споросные бактерии разрушают белковые вещества с образованием ряда конечных продуктов [11].

В варианте со вспашкой на 23—25 см, навоз +NPK спорообразующих бактерий в слое почвы 0—10 см было в 3 раза больше, чем на делянках, где вспашка на 23—25 см сочеталась с трехъярусной обработкой на 38—40 см. Этих бактерий было несколько меньше в слоях почвы 0—10 и 10—20 см на делянках с мелкой обработкой по сравнению с аналогичными слоями при вспашке на 23—25 см по фону минеральных удобрений.

Грибы имеют мощный ферментативный аппарат и в аэробных условиях активно участвуют в превращениях соединений азота, способствуют улучшению структуры почвы, агрегируя почвенные частицы. В процессе жизнедеятельности грибы выделяют различные физиологически активные вещества — ферменты, органические кислоты, витамины, антибиотики, токсины, влияющие на развитие других микроорганизмов и высших растений [4].

В фазу кущения ячменя численность грибов в слоях почвы 0—10 и 10—20 см на делянках с дисковой обработкой была несколько меньше,

чем при ежегодной вспашке на 23—25 см. Во всех вариантах опыта в нижележащих горизонтах почвы наблюдалось уменьшение численности микроорганизмов. Особенно четко это выразилось на делянках с мелкой обработкой почвы. Наибольшая численность всех микроорганизмов оказалась в слоях почвы 20—30 и 30—40 см в варианте с периодической трехъярусной обработкой на 38—40 см.

В фазу колошения ячменя количество как спорозоных, так и неспорозоных бактерий в слоях почвы 0—10 и 10—20 см в варианте со вспашкой на 23—25 см было больше, чем при вспашке с периодической трехъярусной обработкой на 38—40 см (табл. 1). В слое почвы 0—10 см количество бактерий на МПА по фону минеральных удобрений при мелкой обработке оказалось выше, чем при вспашке на 23—25 см.

Бактерии, которые используют в процессе жизнедеятельности минеральные формы азота, лучше развивались в слоях почвы 0—10 и 10—20 см в вариантах со вспашкой на 23—25 см, навоз + NPK, чем в вариантах сочетания вспашки и периодической трехъярусной обработки на 38—40 см. На делянках с мелкой обработкой по фону минеральных удобрений бактерий и актиномицетов в слоях почвы 0—10 и 10—20 см было меньше, чем в аналогичных слоях при вспашке на 23—25 см. Значительно больше бактерий на КАА наблюдалось в слое почвы 30—40 см в варианте с периодической трехъярусной обработкой. В фазу кущения ячменя численность грибов во всех вариантах опыта различалась незначительно.

В конце вегетации ячменя в среднем по всем вариантам опыта микробиологическая активность снизилась по сравнению с предыдущими сроками ее определения. Наибольшее количество неспорозоных бактерий в верхнем слое почвы отмечено на делянках с мелкой обработкой, а во всех остальных вариантах их численность была практически одинаковой (табл. 1). Спорозоные бактерии интенсивнее развивались в варианте со вспашкой на 23—25 см, навоз + NPK. Максимальная численность бактерий, использующих минеральные формы азота, оказалась на делянках с периодической трехъярусной обработкой на 38—40 см.

В фазу полной спелости ячменя количество грибов в верхнем слое почвы на делянках со вспашкой по фону навоза + NPK было в 2 раза выше, чем в остальных вариантах опыта.

В 1981 г. количество неспорозообразующих бактерий под посевами овса в фазу кущения в слое почвы 0—10 см было практически на одном и том же уровне во всех вариантах опыта. В слое почвы 10—20 см наблюдалось резкое его уменьшение на делянках с мелкой обработкой (табл. 2). Высокая активность неспорозообразующих бактерий отмечалась в нижних горизонтах пахотного слоя в варианте с периодической трехъярусной обработкой на 38—40 см. Наибольшая численность спорозообразующих бактерий наблюдалась в верхнем слое почвы на делянках со вспашкой на 23—25 см по фону органических и минеральных удобрений. Варианты со вспашкой на 23—25 см, NPK и дисковой обработкой по этому показателю различались незначительно. Численность бактерий, использующих минеральные формы азота, оказалась выше в слоях почвы 0—10 и 10—20 см при вспашке на 23—25 см по фону органических и минеральных удобрений по сравнению с периодической трехъярусной обработкой на 38—40 см. Количество актиномицетов в верхнем слое почвы было одинаковым во всех вариантах опыта, а в нижних горизонтах оно уменьшалось более резко на делянках с дисковой обработкой. Наименьшая численность грибов в фазу кущения овса наблюдалась в слое почвы 0—10 см при периодической трехъярусной обработке на 38—40 см, а наибольшая — на делянках с мелкой обработкой.

В фазу выметывания овса значительных различий в количестве неспорозоных и спорозоных бактерий, актиномицетов и грибов в верхнем слое почвы во всех сопоставимых вариантах опыта не наблюдалось (табл. 2). Интенсивность микробиологических процессов умень-

Численность аэробных микроорганизмов в почве (млн. на 1 г) под посевами овса, 1981 г.

Слой, см	Кушение					Выметывание					Полная спелость				
	МПА		КАА			МПА		КАА			МПА		КАА		
	бактерии	в т. ч. споро-образующие	бактерии	актиномицеты	грибы	бактерии	в т. ч. споро-образующие	бактерии	актиномицеты	грибы	бактерии	в т. ч. споро-образующие	бактерии	актиномицеты	грибы
Дискование на 10—12 см, NPK															
0—10	18,3	2,1	18,7	1,8	0,50	19,2	3,3	19,9	3,0	0,38	15,4	2,0	12,8	1,9	0,5
10—20	6,3	1,0	17,5	1,1	0,37	10,2	2,5	9,2	1,8	0,24	5,6	1,3	5,4	1,1	0,4
20—30	1,9	0,8	0,7	0,7	0,3	1,2	1,7	2,1	0,5	0,10	1,6	0,8	1,0	1,1	0,22
30—40	0,2	0,06	0,1	0,06	0,08	0,6	0,6	0,8	0,08	0,06	0,5	0,1	0,3	0,2	0,03
Вспашка на 23—25 см, NPK															
0—10	17,7	2,6	18,8	2,1	0,40	19,3	3,7	20,8	2,6	0,45	11,7	2,7	10,6	2,0	0,63
10—20	15,8	2,0	17,5	1,6	0,44	14,5	3,6	15,2	2,0	0,40	8,1	3,0	7,5	1,6	0,60
20—30	8,3	1,0	9,1	1,2	0,35	5,0	2,0	6,1	1,2	0,28	3,3	1,8	2,1	1,5	0,52
30—40	0,8	0,4	2,0	0,4	0,06	1,1	0,5	1,7	0,6	0,10	1,0	0,6	0,3	0,3	0,09
Вспашка на 23—25 см, навоз + NPK															
0—10	20,8	3,4	19,6	2,1	0,47	21,7	3,3	20,6	3,7	0,42	16,0	2,8	14,2	2,2	0,47
10—20	17,9	3,7	18,3	2,0	0,60	17,9	3,0	16,6	2,6	0,53	9,5	2,3	8,8	2,1	0,50
20—30	13,7	2,1	10,3	1,1	0,50	7,4	2,3	6,9	1,7	0,22	3,1	1,8	2,7	1,3	0,25
30—40	1,0	0,1	2,5	0,3	0,05	2,0	0,8	2,2	0,8	0,14	0,5	0,7	0,6	0,5	0,11
Вспашка на 23—25 см + трехъярусная обработка на 38—40 см, навоз + NPK															
0—10	18,8	2,5	17,5	2,2	0,34	20,8	2,3	19,5	3,4	0,35	15,0	2,5	13,9	2,1	0,55
10—20	17,2	3,1	16,6	2,0	0,45	20,1	3,1	19,0	3,5	0,40	13,5	2,0	12,7	2,3	0,50
20—30	14,7	2,0	13,3	1,1	0,33	15,3	1,5	12,4	2,3	0,26	9,6	1,3	8,4	1,7	0,26
30—40	3,8	1,1	3,2	0,8	0,22	5,5	0,7	5,0	0,8	0,16	4,0	0,8	3,6	1,0	0,17

шалась в слоях почвы 20—30 и 30—40 см на делянках с дисковой обработкой.

В фазу полной спелости овса по всем вариантам опыта наблюдалось снижение микробиологической активности по сравнению с фазами кушения и выметывания. Наибольшая численность неспорозных и спорозных бактерий была в варианте со вспашкой на 23—25 см по фону органических и минеральных удобрений, а наименьшая — на делянках со вспашкой на 23—25 см, NPK (табл. 2).

Численность бактерий, использующих минеральные формы азота, в этих вариантах изменялась аналогично.

В почвах, где идет энергичная минерализация органического вещества, преобладают микроорганизмы, которые развиваются на КАА, а в почвах с ограниченной минерализацией доминирует микрофлора, использующая органический азот [6]. Следовательно, о степени активности минерализационных процессов можно судить по соотношению бактерий на МПА и КАА.

В среднем за вегетацию яровых зерновых культур на делянках с дисковой обработкой в слое почвы 20—40 см преобладали бактерии, использующие органические формы азота. Подобная тенденция наблюдалась и в слое почвы 0—20 см. В остальных вариантах в данных слоях почвы было больше бактерий, которые потребляют минеральные формы азота.

Таким образом, минимализация основной обработки путем замены вспашки на 23—25 см дискованием на 10—12 см приводит к снижению интенсивности минерализации органического вещества в слое почвы 0—40 см, особенно в слое 20—40 см.

Заключение

Глубина и способ основной обработки оказывают влияние на направленность и интенсивность микробиологических процессов в пахотном слое дерново-подзолистой лекосуглинистой почвы. Судя по соотношению численности бактерий, культивируемых на крахмало-аммиачном и мясо-пептонном агаре, длительная мелкая обработка (дискование на 10—12 см) приводит к снижению интенсивности минерализации органического вещества по сравнению с таковой при вспашке на глубину 23—25 см.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрoсимова Л. Н., Ревут И. Б. Биологическая активность, плодородие частей пахотного слоя почвы и состав почвенного воздуха. — Тр. АФНИИ, 1965, вып. 11, с. 157—166. — 2. Белов Г. Д., Симченков Г. В., Шипо Е. К. Нулевая обработка почвы. — В сб.: Пути повышения урожайности полевых культур. Минск, 1982, вып. 13, с. 28—35. — 3. Брук М. Х., Цвирко Э. А. Влияние различных приемов основной обработки на микрофлору и азотфиксирующую активность почвы. — Сб. науч. тр.: Микроорганизмы, их роль в плодородии почвы и охране окружающей среды. М., 1985, с. 21—26. — 4. Егорова Н. С. Практикум по микробиологии. — М.: Изд-во МГУ, 1976. — 5. Золотарев А. Н. Повышение антифитопатогенного потенциала почвы приемами агротехники. — В кн.: Состав и свойства почв северо-востока европейской части СССР и воспроизводство их плодородия в связи с обработкой и применением удобрений. Пермь, 1985, с. 125—132. — 6. Иляетдинов А. Н. Микробиологические превращения азотсодержащих соединений в почве. — Алма-Ата: Наука, 1977. — 7. Мешков Н. В. Влияние последствий углубления пахотного слоя дерново-подзолистых почв на развитие микрофлоры почвы. — Труды ин-та микробиологии АН СССР, 1960, вып. 7, с. 68—81. — 8. Мишустин Е. Н. Микроорганизмы и плодородие почвы. — М.: Изд-во АН СССР, 1956. — 9. Мишустин Е. Н. Обработка почвы и ее эффективное плодородие. — Тр. ин-та микробиологии АН СССР, 1960, вып. 7, с. 7—18. — 10. Мишустин Е. Н. Биологические пути повышения эффективности плодородия почв. — Тр. ин-та микробиологии АН СССР, 1961, вып. 2, с. 3—16. — 11. Мишустин Е. Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. — М.: Наука, 1972. — 12. Омельяненко Н. А. Влияние обработок и удобрений на плодородие сероземно-луговой почвы и урожай корнеплодов сахарной свеклы. — Автореф. канд. дис. М., 1987. — 13. Пупонин А. И. Обработка почвы в интенсивном земледелии Нечерноземной зоны. — М.: Колос, 1984. — 14. Самойлов И. И. Микробиология и вопросы эффективности агрономических мероприятий. — Тр. ин-та микробиологии АН СССР, 1960, вып. 7, с. 3—6. — 15. Сапожников Н. А. О биологической основе глубокой обработки дерново-подзолистых почв. — Тр. ин-та микробиологии АН СССР, 1960, вып. 7, с. 59—67.

Статья поступила 10 октября 1986 г.

SUMMARY

Investigations were conducted in the stationary field experiment on the 7-th field of the Timiryazev Agricultural Academy Experimental Station.

Disking to the depth of 10—12 cm on soddy-podzolic light loams during 24—25 years used as the main cultivation practice resulted in less intensive mineralization of organic matter than under condition of regular plowing to the depth of 23—25 cm.