

УДК 631.46:[634.11+631.51.021+631.811

ВЛИЯНИЕ ПЛАНТАЖНОЙ ВСПАШКИ И УДОБРЕНИЙ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ В ЯБЛОНЕВОМ САДУ

Ф. Н. ПИЛЬЩИКОВ, И. М. МИРОПОЛЬСКАЯ, О. В. РАСТОРГУЕВА
(Кафедра плодоводства)

Глубокая обработка междурядий плодовых насаждений при одновременном внесении удобрений оказывает благоприятное комплексное воздействие на корнеобитаемую среду, что в итоге обеспечивает повышение урожая [1—3, 8, 10—12]. Последствие такой обработки может сохраняться более 20 лет [9]. Однако до сих пор не изучено влияние этих факторов на деятельность почвенных микроорганизмов. Между тем, как отмечают многие авторы [4, 5], микробиологические исследования не только помогают вскрыть процессы окультуривания почвы, но и теоретически обосновать системы удобрения, выявить перспективность отдельных приемов [4, 5].

Целью нашей работы было изучить микробиологическую активность почвы по профилю в плодовых насаждениях под влиянием глубокой обработки при внесении разных доз и сочетаний органических и минеральных удобрений.

Методика

Исследования проводили в 1980—1981 гг. в яблоневом саду совхоза «Руновский» Каширского района Московской области и на кафедре плодоводства Тимирязевской академии. Схема посадки 8×6, сорт — Антоновка обыкновенная, подвой — *Malus silvestris*, возраст деревьев 17 лет. Сад расположен на слабовыпуклом средневозвышенном плато, имеет пологий склон к западу. Почва серая лесная тяжелосуглинистая. Опыт заложен методом рендомизации, агротехника общепринятая для зоны.

Плантажную вспашку на глубину 45 см и обычную (на 20 см) проводили весной через одно междурядие на расстоянии от штамба 1,5 м. Для получения гладкого среза корней, который обеспечивает лучшую регенерацию, на плантажном плуге впереди лемеха был установлен хорошо наточенный черенковый нож. В каждом варианте было 32 дерева, по 8 в каждой повторности. Общая площадь составляет 1,2 га. Схема опыта следующая: вариант 1 — обычная вспашка (контроль); 2 — плантажная вспашка; 3 — плантажная вспашка+50 т перепрев-

шего навоза на 1 га; 4 — плантажная вспашка+120N120P120K; 5—8 — по фону плантажной вспашки и навоза 50 т/га внесение различных норм минеральных удобрений: 5—120N120P120K; 6—120N120P200K; 7—120N200P200K; 8—120N200P300K.

Агрохимические анализы почв выполнены в лаборатории почвенных исследований ТСХА. Гумус определяли по Тюрину, содержание общего азота — по Кьельдалю, фосфора — по Кирсанову, калия — на пламенном фотометре, гидролитическую кислотность и сумму поглощенных оснований — по Каппену, pH_{CaCl_2} — потенциометрически, окультуренность почвы — по шкале Благовидова. Микробиологические анализы проводили по общепринятым методикам [13]. Почвенную суспензию высевали на твердые и жидкие питательные среды, азотобактер — на среду Эшби. Численность микроорганизмов пересчитывали на 1 г абсолютно сухой почвы и на гумус. Опытные образцы (100 г почвы) помещали в чашки Петри и выдерживали при влажности 65 % ПВ и температуре 18°.

Результаты

Плантажная вспашка приводит к перераспределению механических элементов и органического вещества, а следовательно, и к изменению агрохимических свойств почвы (табл. 1). Так, на глубине 15—45 см, где находится основная масса корней, в варианте 2 (плантажная вспашка без удобрений) содержание общего азота растет до 0,12—0,14 %, обменного калия — до 18,3 и подвижного фосфора — до 17,5 мг на 100 г почвы по сравнению с контролем, содержание гумуса возрастает до 2 %. Почва разрыхляется, значительная часть пахотного слоя попадает в более глубокие слои. Поэтому во всех вариантах с плантажной

Агрохимическая характеристика почвы опытного участка

Глубина взятия об- разца, см	Гумус, %	N _{общ} , %	pH _{СОЛ}	H _г	S	V, %	P ₂ O ₅	K ₂ O	Степень окультурен- ности	
				мэв на 100 г			мг на 100 г			
Вариант 1 (контроль)										
0—22	2,0	0,13	5,8	1,76	17,8	91	19,3	19,6	Хор.	
22—30	1,8	0,13	5,4	1,93	16,9	89	12,7	19,8	»	
30—45	1,7	0,11	5,2	2,11	12,1	85	4,9	7,8	Слаб.	
45—53	1,2	0,08	5,0	1,93	23,9	92	9,3	8,1	—	
53—100	0,4	0,04	5,0	1,40	21,5	93	12,9	8,3	—	
Плантажная вспашка Вариант 2										
0—15	1,5	0,12	4,1	1,40	16,5	92	14,5	17,0	Сред.	
15—30	2,0	0,14	5,8	1,40	16,9	92	15,2	18,5	»	
30—45	2,1	0,11	5,9	4,92	10,8	68	17,5	18,4	Хор.	
45—62	1,5	0,09	4,0	2,46	18,3	88	4,5	7,0	—	
62—100	0,5	0,04	4,5	2,11	18,7	89	10,5	8,4	—	
Вариант 3										
0—15	1,83	0,10	5,1	1,23	18,7	93	10,5	16,0	Сред.	
15—30	2,3	0,14	5,8	1,40	19,5	93	19,5	19,5	Хор.	
30—45	2,0	0,12	5,5	1,93	18,7	90	18,4	19,7	Сред.	
45—62	1,6	0,10	5,0	2,11	19,3	90	5,6	8,2	—	
62—100	0,4	0,04	4,4	2,64	18,9	87	10,5	10,0	—	
Вариант 4										
0—15	1,4	0,14	4,9	2,11	17,3	89	9,9	8,8	Сред.	
15—30	2,0	0,14	5,5	2,11	17,1	89	12,7	14,7	Хор.	
30—45	2,0	0,12	5,5	2,28	17,9	88	20,0	18,9	»	
45—62	1,3	0,08	5,0	1,76	22,3	92	7,6	8,5	—	
62—100	0,5	0,04	4,9	1,93	19,5	90	9,9	8,8	—	
Вариант 5										
0—15	1,7	0,13	5,6	1,40	18,5	92	11,5	12,9	Сред.	
15—30	2,0	0,14	5,6	1,58	16,5	91	10,4	13,0	Хор.	
30—45	2,1	0,09	6,0	1,93	17,9	90	18,5	10,0	»	
45—62	1,5	0,08	5,2	1,58	22,1	93	5,5	7,6	—	
62—100	0,5	0,04	5,1	1,50	19,3	92	7,8	8,2	—	
Вариант 6										
0—15	1,2	0,17	5,2	1,93	17,7	90	14,7	15,4	Сред.	
15—30	2,6	0,16	5,8	1,76	19,3	91	19,4	20,2	Хор.	
30—45	2,6	0,15	5,8	2,81	16,3	85	24,5	21,5	Выс.	
45—62	1,4	0,08	5,0	1,40	23,9	94	8,7	9,1	—	
62—100	0,7	0,05	5,3	1,40	23,1	94	6,0	8,5	—	
Вариант 7										
0—15	1,4	0,13	5,1	1,76	17,7	90	10,8	11,5	Сред.	
15—30	2,0	0,12	5,8	1,40	17,7	92	8,8	13,8	Хор.	
30—45	2,1	0,12	5,7	2,81	16,5	85	39,8	26,6	Выс.	
45—62	1,3	0,09	4,9	1,40	22,1	95	10,5	9,2	—	
62—100	0,4	0,05	4,9	1,76	20,5	92	8,1	9,2	—	
Вариант 8										
0—15	1,5	0,15	5,0	1,58	15,3	90	19,4	19,5	Сред.	
15—30	1,9	0,13	5,2	2,11	13,7	86	10,5	27,4	Хор.	
30—45	2,1	0,10	5,8	2,46	13,5	84	24,9	30,3	Выс.	
45—62	1,4	0,09	5,1	1,93	18,1	90	4,4	5,1	—	
62—100	0,5	0,04	4,8	2,11	19,3	90	8,4	9,0	—	

обработкой в верхнем слое (0—15 см) содержание гумуса, фосфора и калия уменьшается.

Во всех вариантах с внесением удобрений содержание элементов питания на глубине 15—45 см увеличивается. Так, в варианте 8 (навоз, 50 т/га+120N200P300K) количество обменного калия возросло до 27,4—30,3, подвижного фосфора — до 10,5—24,9 мг на 100 г почвы (табл. 1).

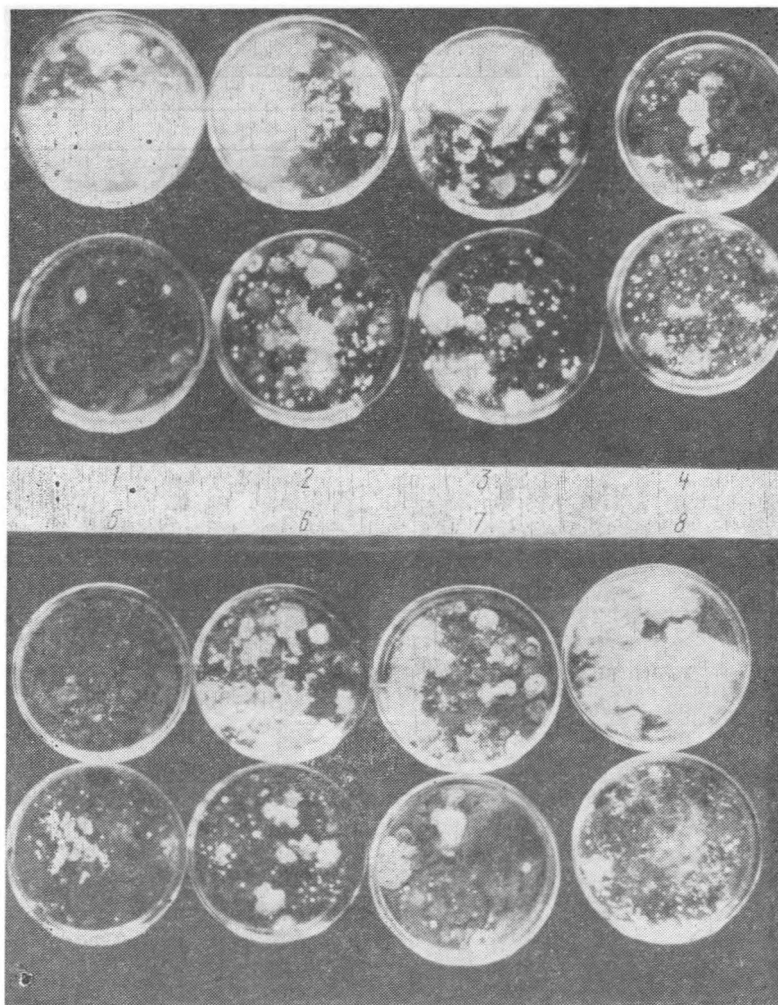
Распределение и численность бактерий и грибов по слоям почвы

Слой почвы, см	Вариант							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Аммонифицирующие бактерии, млн. на 1 г абсолютно сухой почвы (числитель) и на гумус в 1 г почвы (знаменатель)								
0—22	14,00 <u>724,0</u>	4,00 <u>26,8</u>	5,60 <u>30,5</u>	4,50 <u>36,3</u>	7,96 <u>46,8</u>	8,25 <u>68,8</u>	8,65 <u>61,8</u>	9,06 <u>60,4</u>
30—45	6 <u>35</u>	17 <u>810</u>	228 <u>114000</u>	26 <u>13050</u>	244 <u>11600</u>	250 <u>9610</u>	256 <u>12500</u>	297 <u>14142</u>
50—100	0,10 <u>24</u>	0,18 <u>36</u>	0,63 <u>156</u>	0,24 <u>48</u>	0,70 <u>140</u>	0,86 <u>123</u>	0,79 <u>198</u>	0,93 <u>186</u>
Свободноживущие азотфиксаторы Azotobacter, % обрастания комочков почвы								
0—22	75	53	53	56	86	62	59	50
30—45	80	96	100	92	100	98	98	92
50—100	10	26	56	32	54	46	52	—
Анаэробные азотфиксаторы рода Clostridium, тыс. на 1 г абсолютно сухой почвы (числитель) и на гумус в 1 г почвы (знаменатель)								
0—22	2740 <u>1370</u>	1270 <u>847</u>	1610 <u>895</u>	1470 <u>800</u>	1340 <u>1050</u>	1340 <u>1117</u>	1340 <u>157</u>	1340 <u>893</u>
30—45	2600 <u>129</u>	2300 <u>1524</u>	2350 <u>1145</u>	2290 <u>1145</u>	2390 <u>1138</u>	2350 <u>904</u>	2350 <u>1119</u>	2350 <u>1119</u>
60—100	400 <u>100</u>	1800 <u>360</u>	2600 <u>650</u>	2000 <u>200</u>	3000 <u>600</u>	2700 <u>306</u>	2700 <u>675</u>	2700 <u>540</u>
Анаэробные целлюлозоразлагающие микроорганизмы, тыс. на 1 г абсолютно сухой почвы								
0—22	1739	2608	2608	2608	2608	2608	2608	2608
22—45	1391	2608	3480	2608	3480	3480	3480	3480
50—100	1391	3043	3480	2608	3043	3480	3043	3480
Грибы, тыс. на 1 г абсолютно сухой почвы								
0—20	62,1	23,0	26,8	27,9	29,0	29,9	28,6	32,0
30—45	25,0	28,0	34,0	30,0	34,0	36,0	34,0	38,0
50—100	0,02	0,30	0,32	0,23	0,36	0,30	0,33	0,31

Кислотность почвы при вспашке изменилась незначительно. Пахотный слой почвы в контроле имел слабокислую реакцию, а нижележащие слои — среднекислую. При плантажной вспашке наблюдается обратная картина. Оптимальной для роста и развития плодовых растений является слабокислая реакция почвенного раствора. При внесении минеральных удобрений значение $pH_{сол}$ на глубине 45—62 см снижается до 4,9—4,0. Как известно, при решении вопроса о дозе известки исходят из гидролитической кислотности и степени насыщенности основаниями. Поскольку степень насыщенности основаниями во всех вариантах выше 80 %, почва не нуждается в известковании.

Под влиянием обычной вспашки при принятой в хозяйстве агротехнике лишь пахотный слой был хорошо окультуренным. Нижележащие слои не приобрели устойчивых свойств, характерных для группы среднеокультуренных. После плантажной вспашки и внесения удобрений слой почвы 15—45 см становится хорошо или высокоокультуренным, значительно улучшаются его агрохимические показатели.

Плантажная вспашка положительно влияет на деятельность микрофлоры подпахотного слоя (табл. 2). Общее число аммонифицирующих гетеротрофных микроорганизмов, растущих на МПА, оказалось неодинаковым по вариантам опыта и по распространению их вглубь почвенного профиля. В контроле (обычная вспашка) отмечена самая большая численность этих микроорганизмов. С глубины 22 см вниз по профилю почвы их количество резко снижалось. В вариантах с плантажной вспашкой оптимальные условия для развития этих микро-



Колонии почвенных грибов, выросшие на среде Чапека.
Верхние ряды — слой 0—22 см, нижние — 30—45 см: 1—8 — варианты опыта.

организмов создавались до глубины 50 см. Ниже их количество уменьшалось, но все же в десятки, а иногда даже в сотни раз превышало численность аммонификаторов в контроле. Лучшие результаты наблюдаются при внесении органико-минеральных удобрений. Пересчет количества выделенных бактерий на органическое вещество показал, что размножение микроорганизмов зависит от содержания в почве гумуса (табл. 2).

Наличие в почве свободноживущего аэробного азотфиксатора — *Azotobacter* — свидетельствует о хорошем состоянии почвы, так как этот микроорганизм характеризуется высокой потребностью в органических веществах, а также в азоте, фосфоре, калии и кальции, растет при нейтральной pH и нуждается в большом количестве влаги. *Azotobacter* является биологическим индикатором плодородия почвы [5].

Наши исследования показали, что при обычной вспашке азотобактер распространяется в основном в слое 0—50 см, в более низких слоях его количество не превышает 10%. Плантажная вспашка способствует некоторому повышению (по сравнению с контролем) численности азотобактера в погребенном гумусовом горизонте (30—45 см) и значительному (в 3—5 раз) повышению — в подпахотном (50—100 см) слое, в котором залегает основная масса корней. При этом в слое 0—22 см количество этих микроорганизмов уменьшается.

Соотношение численности грибов и бактерий на глубине 50—100 см (%) по вариантам опыта

Микро-организмы	1	2	3	4	5	6	7	8
Бактерии	82,7	37,5	66,3	51,1	66,1	74,1	70,5	75,0
Грибы	17,3	62,5	33,7	48,9	33,9	25,9	29,5	25,0

Наряду со свободноживущими аэробными азотфиксаторами активное участие во многих процессах, связанных с плодородием почвы, принимает группа анаэробных фиксаторов азота рода *Clostridium*. Численность бактерий этого рода снижается с глубиной, но они были обнаружены даже на глубине 90—100 см. Основная масса анаэробных бактерий начиная со слоя 20—40 см и ниже представлена спорами. Наличие корней положительно влияет на численность этой группы микроорганизмов.

Плантажная вспашка положительно влияла на развитие *Clostridium* (табл. 2). Она способствовала перемещению основной массы бактерий из пахотного горизонта в слой 30—45 см. На глубине 50—100 см количество микроорганизмов увеличилось по сравнению с контролем в 4—5 раз.

Численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов колебалась по вариантам в пределах ошибки опыта. Можно отметить, что эти микроорганизмы распространяются равномерно по горизонтам почвы и плантажная вспашка и внесение удобрений практически не изменяют их численности (табл. 2). Распределение данных микроорганизмов по горизонтам почвы соответствует размещению корней яблони, которые достигают глубины 150 см (в горизонте А/В — 16%, В₁ — 32, В₂ — 39, В₃ — 13%).

Процессы минерализации и накопление элементов минерального питания в почве во многом зависят и от деятельности почвенных грибов, которые являются аэробами и живут в верхних гумусированных горизонтах почвы [6]. При плантажной вспашке улучшается газообмен в слое почвы, вдвое превышающем глубину вспашки [9]. В слое 30—45 см численность почвенных грибов возросла незначительно, а в подпахотном слое (50—100 см) — в десятки раз (табл. 2). Численность грибов в контроле с глубиной уменьшается, грибы представлены в основном *Aspergillus* (рисунок). В вариантах с плантажной вспашкой численность грибов возрастает, появляется триходерма, виды типа *Fusarium*, желтый гриб и др. Наши наблюдения позволяют утверждать, что плантажная вспашка не только способствует распространению грибов вниз по профилю почвы, но и изменению соотношения основных видов почвенных грибов. Аналогичные данные получены и В. Ф. Павленко [7].

Представляет определенный интерес проследить изменение в соотношении бактерий и грибов под влиянием плантажной вспашки и удобрений (табл. 3). Плантажная вспашка повышала содержание гумуса и подвижных форм фосфора и калия в подпахотном горизонте, что стимулировало развитие в нем микроорганизмов, особенно грибов. Внесение органических удобрений в сочетании с плантажной вспашкой способствовало повышению численности бактерий; их содержание в почве было выше, чем грибов.

В вариантах с минеральными удобрениями соотношение содержания грибов и бактерий уравнивалось, а при совместном внесении органических и минеральных удобрений наблюдалось преимущество в развитии бактерий, которое сохранялось и при увеличении норм минеральных удобрений.

Выводы

1. В садах с хорошо окультуренным пахотным слоем плантажная вспашка при одновременном внесении минеральных и органических удобрений позволяет создать средне- и высокоокультуренные почвенные слои до глубины обработки.

2. Плантажная вспашка без внесения удобрений способствовала увеличению численности грибов и соответственно — снижению численности бактерий. При внесении минеральных удобрений на фоне плантажной вспашки численность грибов и бактерий уравнивалась, а в варианте с одними органическими удобрениями бактерий было больше, чем грибов. При совместном внесении органических и минеральных удобрений численность бактерий была в 2—3 раза выше, чем грибов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болотов А. Т. О принуждении плодовых деревьев к приношению плодов. — Избр. соч. по агрономии, плодовод., бот. М.; Москов. общ-во испытат. природы, 1952. — 2. Галушка И. Ф. Пути увеличения производства плодов и ягод. Донецк, 1968. — 3. Демолон А. Рост и развитие культурных растений / Пер. с франц. М.: Госсельхозиздат, 1961. — 4. Мишустин Е. И. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. М.: Наука, 1972. — 5. Мишустин Е. И., Емцев В. Т. Почвенные азотфиксирующие бактерии рода *Clostridium*. М.: Наука, 1974. — 6. Мирчинк Т. Г. Почв. микология, МГУ, 1976. — 7. Павленко В. Ф. Распространение грибов рода *Aspergillus* в почвах плодовых насаждений Украины. — Микология и фитопатология, 1976, вып. 10, № 5, с. 17—19. — 8. Пильщиков Ф. Н. Агротехнические основы окультуривания почв в садах. — Докл. ТСХА, 1978, вып. 241, с. 11—16. — 9. Пильщиков Ф. Н. Основы плантажной вспашки. — Садоводство, 1973, № 9, с. 19—20. — 10. Синев А. К., Соколова Л. В., Андрианова В. А. Эффективность глубокой предпосадочной обработки почвы под сад в условиях Подмосковья на примере сорта Антоновка обыкновенная. — Докл. ТСХА, 1975, вып. 211, с. 35—39. — 11. Шитт П. Г. Агротехника плодоводства в континентальных районах СССР. М.: Сельхозиздат, 1937. — 12. Шумахер Р. Продуктивность плодовых деревьев. М.: Колос, 1979.

Статья поступила 29 ноября 1983 г.

SUMMARY

In orchards with well cultivated tilth plantage ploughing with simultaneous PK and organic fertilization allows to create medium- and high-cultivated soil layers down to the ploughing depth in a comparatively short period of time. Plantage ploughing on plots without fertilization increased the population of fungi and decreased the population of bacteria. Only mineral fertilization levelled the populations of fungi and bacteria, and application of organic fertilizers alone increased the population of bacteria. Combined application of both mineral and organic fertilizers raised the population of bacteria 2—3 times.