

22282

22283

~~253~~

5

И. С. Лупинович

И. С. ЛУПИНОВИЧ, К. Н. ЯНУШКЕВИЧ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ В ТОРФЯНО-БОЛОТНОЙ ПОЧВЕ В СВЯЗИ С РАЗВИТИЕМ ОЗИМОЙ РЖИ

Вопросу изучения развития микроорганизмов в ризосфере растений посвящена довольно значительная литература [1, 2, 3, 4, 5, 8 и др.]. Советскими и зарубежными учеными установлено селекционирующее влияние корневой системы различных растений на микрофлору почвы. Однако специальных исследований, касающихся развития микроорганизмов в ризосфере озимой ржи, не имеется, хотя изучение этого вопроса заслуживает внимания как с теоретической, так и с практической стороны.

22222
Целью нашей работы было изучение развития микроорганизмов в ризосфере озимой ржи. Исследования проводились в течение трех лет на торфяно-болотной почве низинного типа разной давности сельскохозяйственного использования на Минской опытной болотной станции (вновь освоенной и старопахотной почвах с давностью сельскохозяйственного использования 13 и 35 лет). Микрофлора анализировалась в корневой и прикорневой зонах озимой ржи по соответствующим методикам, разработанным проф. Е. Ф. Березовой. Для контроля исследовалась почва вне зоны корней (почва парующих площадок). Пробы для микробиологических анализов отбирались в динамике, по основным фазам развития озимой ржи: полные всходы, кущение, весеннее оживление, колошение, цветение и созревание.

В корневой и прикорневой зонах, а также в почве вне зоны корней, учитывались следующие группы микроорганизмов: неспоровые (на МПА), споровые (на среде, состоящей из 50% МПА+50% суслового агара), микроорганизмы, растущие на крахмало-аммиачной среде (общее количество и количество актиномицетов), на синтетических средах № 3 и 34 (по Е. Ф. Березовой), плесневые грибы на суловом агаре, денитрифицирующие бактерии на жидкой среде Гильтатая, маслянокислые бактерии на картофельной каше, целлюлозоразрушающие аэробные микроорганизмы на среде Гетченсона, нитрифицирующие бактерии (методом расклады-

вания комочков почвы или корней по Виноградскому), азотобактер на агаризированной среде Эжби (методом раскладывания комочков почвы или корней).

На твердые, предварительно подсушенные питательные среды производился посев соответствующих разведений почвенной взвеси по 0,05 мл на чашку. Для каждого разведения почвенной взвеси засеивались по 2 или 3 чашки Петри. В жидкие питательные среды посев производился при 4-кратной повторности. Количество бактерий учитывалось по таблице Мак-Креди.

Количество микроорганизмов, полученное в результате анализов, пересчитывалось на 1 г абсолютно сухих корней для корневой зоны и на 1 г абсолютно сухой почвы для прикорневой зоны почвы и вне зоны корней.

Озимая рожь, как известно, с успехом культивируется на торфяно-болотных почвах и имеет резко отличную корневую систему в сравнении с развитием последней на дерново-подзолистых почвах [6]. Корневая система озимой ржи на торфяно-болотных почвах сосредоточена только в верхней половине пахотного горизонта и не проникает глубже 15 см. Вторичные корни направляются вниз, примерно с глубины 7—10 см, иногда 12 см поворачиваются в сторону и идут параллельно почве или направляются вверх (рис. 1).

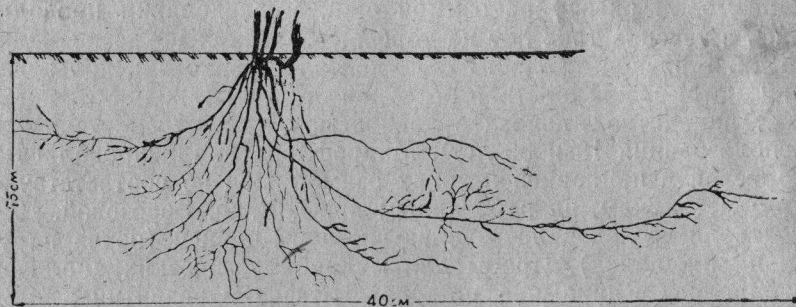


Рис. 1. Корневая система озимой ржи на мелиорированных торфяно-болотных почвах.

Влияние корневой системы озимой ржи на распределение микроорганизмов в торфяно-болотной почве представлено в табл. 1. Как видно из данных таблицы, в прикорневой зоне озимой ржи развивается во много раз большее количество микроорганизмов почти всех физиологических групп (микроорганизмы, растущие на МПА, крахмало-аммиачной среде, на средах № 3 и 34, денитрификаторы) по сравнению с почвой вне зоны корней. Это можно видеть и из приведенных рис. 2

и 3, где на рис. 2 показано развитие бактерий (на МПА) в прикорневой зоне и на рис. 3—развитие бактерий (на МПА) в почве вне зоны корней.

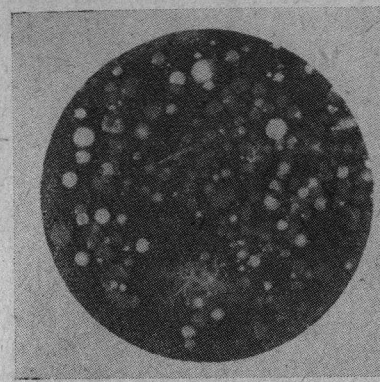


Рис. 2. Развитие бактерий в прикорневой зоне озимой ржи.

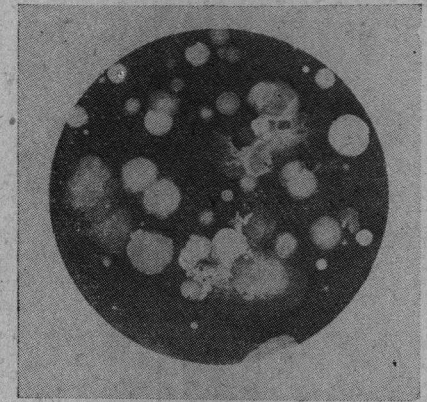


Рис. 3. Развитие бактерий в почве вне зоны корней.

Корневая система озимой ржи способствовала также развитию азотобактера в почве.

Однако в прикорневой зоне озимой ржи развивается меньшее количество маслянокислых микроорганизмов и плесневых грибов в сравнении с почвой вне зоны корней.

Наибольшее количество микроорганизмов было обнаружено на корнях озимой ржи, которое во много раз превышало численность их в прикорневой зоне и в почве вне зоны корней (табл. 1). В больших количествах в корневой зоне озимой ржи развивались гнилостные бактерии, микроорганизмы, растущие на крахмало-аммиачной среде, на средах № 3 и 34, денитрификаторы, целлюлозоразрушающие бактерии, плесневые грибы. В отличие от бобовых растений корневая система озимой ржи так же, как и тимopheевки [7], оказывала большое влияние на развитие целлюлозоразрушающих бактерий и актиномицетов. Однако количество споровых бактерий в корневой зоне озимой ржи было меньше, чем в прикорневой зоне и в почве вне зоны корней. Не оказывала стимулирующего влияния корневая система озимой ржи и на развитие маслянокислых бактерий (табл. 1).

В зависимости от фазы развития менялись как количество, так и качественный состав микрофлоры корневой системы озимой ржи (табл. 2, рис. 4).

Анализируя данные табл. 2 и рис. 4, можно отметить, что

Таблица 1

Распределение микроорганизмов в корневой, прикорневой зонах озимой ржи и в почве вне зоны корней в млн. на 1 г абсолютно сухого вещества (средние данные из шести фаз развития)

Место взятия пробы	Группы микроорганизмов											нитрифика-торы	наличие азотобак-тера
	бактерии на МПА	споровые	на крах-мальной среде	на среде № 3	на среде № 34	актиноми-цеты	плесневые грибы	масляно-кислые бактерии	пеницилло-разрушаю-щие	денитрифи-каторы	нитрифика-торы		
Корневая зона	266,4	0,33	312,1	322,0	228,5	4,3	0,063	0,921	5,366	0,45	0,0006	+ + +	
Прикорневая зона	12,1	2,4	15,1	14,6	12,4	2,9	0,005	0,919	1,467	0,14	0,0007		
Почва вне зоны корней	4,5	1,9	8,2	8,6	6,6	2,5	0,008	0,983	2,380	0,03	0,0006		

Условные обозначения наличия азотобактера: — отсутствует, ± присутствует в отдельные фазы развития.

Таблица 2

Динамика развития микроорганизмов в зависимости от фазы развития озимой ржи (в млн. на 1 г абсолютно сухого вещества)

Место взятия пробы	Фазы развития растений																	
	полные всходы			кущение			весеннее оживлен.			колошение			цветение			созревание		
корневая зона	прикорне-вая зона	почва вне зоны кор-ней	корневая зона	прикорне-вая зона	почва вне зоны кор-ней	корневая зона	прикорне-вая зона	почва вне зоны кор-ней	корневая зона	прикорне-вая зона	почва вне зоны кор-ней	корневая зона	прикорне-вая зона	почва вне зоны кор-ней	корневая зона	прикорне-вая зона	почва вне зоны кор-ней	
Бактерии на МПА	346,6	32,9	9,9	128,3	13,1	3,2	109,8	4,1	2,3	453,5	8,1	4,3	187,7	6,8	3,6	372,9	7,7	3,7
Споровые	0,6	1,6	3,3	0,1	3,3	1,6	0,1	2,7	1,9	0,3	1,8	0,5	0,2	1,8	3,4	0,4	2,9	0,8
На крахма-ло-амиач-ной среде № 3	600,0	29,5	10,2	130,2	14,5	5,8	284,2	7,7	5,6	547,9	12,3	11,8	152,5	13,6	12,9	157,8	13,1	3,3
На среде № 3	303,3	28,0	13,5	101,3	16,9	7,1	369,4	9,6	5,4	649,0	12,0	9,5	250,1	15,7	11,6	258,9	11,8	3,3
На среде № 34	350,0	20,0	8,9	92,1	10,0	4,9	323,1	9,2	4,7	369,8	13,4	9,8	160,2	12,5	7,9	75,9	9,7	3,5
Актиноми-цеты	0	3,6	4,6	0	1,5	1,4	0	0,4	0,5	1,5	4,7	5,2	0,4	2,1	1,9	24,1	5,6	1,7
Плесневые грибы	0,06	0,0005	0,01	0,06	0,005	0,01	0,1	0,003	0,002	0,03	0,006	0,009	—	0,008	0,005	0,02	0,008	0,008
Масляно-кислые	2,0	0,7	2,8	0,2	2,6	0,7	2,6	0,2	0,8	0,4	1,2	0,1	0,04	0,4	0,6	0,07	0,1	0,7
Целлюлозо-разрушающие	—	—	—	0,3	0,003	0,003	1,6	0,1	0,1	7,8	0,2	0,06	11,5	6,5	5,6	—	—	—
Денитрифи-цирующие	0,4	0,01	0,002	0,05	0,3	0,1	0,06	0,007	0,001	1,8	0,2	0,0005	0,1	0,01	0,005	0,1	0,1	0,001
Нитрифици-рующие	0,06	0,0006	0,001	—	—	—	0,001	0,001	0,00003	0,001	0,019	0,001	0	0,0003	0,00007	0	0,001	0,001
Наличие азотобакте-ра	+	+	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+

Условные обозначения наличия азотобактера: — отсутствует, + присутствует.

в фазе полных всходов в корневой зоне озимой ржи развивается значительное количество микроорганизмов, а в фазе кущения число микроорганизмов резко снижается. Весной, в фазе весеннего оживления, наблюдается увеличение численности микроорганизмов, а максимальное их развитие — наблюдается в фазе колошения. Во время цветения количество микроорганизмов резко снижается и возрастает в фазе созревания.

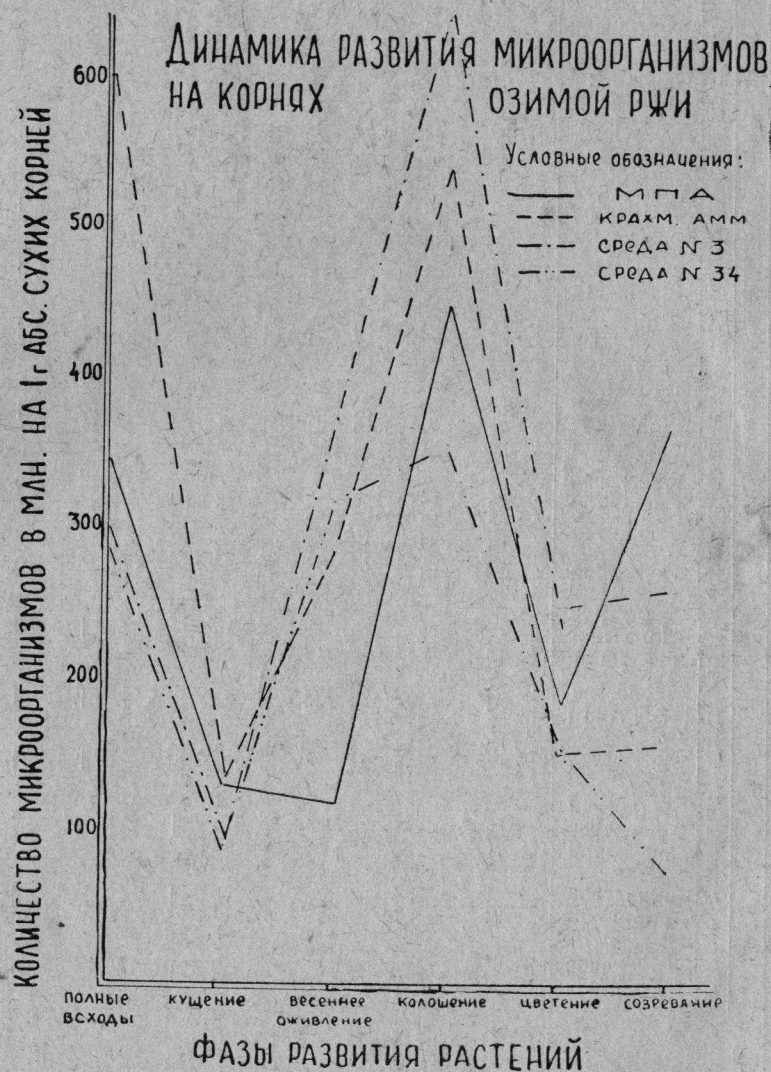


Рис. 4. Динамика развития корневой микрофлоры озимой ржи.

Максимум развития некоторых групп микроорганизмов в корневой зоне озимой ржи связан с определенными фазами развития растения. Так, наибольшее развитие нитрифицирующих бактерий в корневой зоне озимой ржи наблюдалось в фазе полных всходов, а во время цветения и созревания они обнаружены не были. В прикорневой зоне максимальное развитие нитрифицирующих бактерий наблюдалось в фазе созревания.

Максимальное количество денитрифицирующих бактерий в корневой зоне озимой ржи развивалось в фазе колошения. В фазе кущения их количество было весьма незначительно. Такое небольшое развитие денитрифицирующих бактерий в корневой зоне в фазе кущения, по-видимому, можно объяснить тем, что в этот период происходит значительное потребление нитратов растением.

Азотобактер был найден на корнях и в прикорневой зоне в фазе полных всходов и цветения. В фазе созревания развитие этой группы бактерий было отмечено только в прикорневой зоне. Исчезновение азотобактера с корней озимой ржи к периоду созревания, по-видимому, можно объяснить изменением характера корневых выделений.

Максимальное количество маслянокислых бактерий в корневой зоне также было приурочено к более ранним периодам развития, а именно, к фазам полных всходов и весеннего оживления. Во время цветения и созревания количество маслянокислых бактерий резко уменьшилось, уступая численности их в прикорневой зоне и в почве вне зоны корней. Максимум развития маслянокислых бактерий в прикорневой зоне наблюдался в фазе колошения.

Плесневые грибы в корневой зоне в больших количествах также развивались в ранние фазы развития растения, что согласуется с данными R. L. Starkey [9].

К периоду созревания озимой ржи на корнях ее и в прикорневой зоне наблюдалось увеличение численности целлюлозоразрушающих бактерий. Это, по-видимому, можно объяснить тем, что в более поздний период жизни растений создаются наиболее благоприятные условия для развития этой группы микроорганизмов. Начинается разложение отмирающих частей корневой системы.

Актиномицеты в корневой зоне были отмечены только начиная с периода колошения. Максимальное развитие их в корневой и в прикорневой зонах наблюдалось в период созревания, причем на корнях актиномицеты развивались в большем количестве, чем в прикорневой зоне.

Преобладающими группами в корневой зоне были микроорганизмы, растущие на МПА, крахмало-аммиачной среде, на синтетических средах № 3 и 34, развитие которых наблю-

далось в значительных количествах в течение всего вегетационного периода (рис. 4).

В корневой зоне озимой ржи в фазе полных всходов и кущения преобладали микроорганизмы растущие на крахмало-аммиачной среде. В фазы весеннего оживления, колошения, цветения на корнях озимой ржи преобладали микроорганизмы, использующие в качестве источника азота тирозин, а в фазе созревания наблюдалось наибольшее развитие микроорганизмов, растущих на МПА.

Таким образом, корневая микрофлора озимой ржи хорошо растет на крахмало-аммиачной и сахарозо-тирозиновой средах, т. е. на средах, в состав которых входит в качестве источника азота—тирозин. В отдельные фазы развития наблюдалось доминирование микроорганизмов, растущих на МПА. Для корневой микрофлоры озимой ржи было отмечено незначительное развитие микроорганизмов, растущих на минеральной среде № 34, в состав которой в качестве источника азота входит минеральный азот в виде азотнокислого калия.

Давность сельскохозяйственного использования торфяно-болотной почвы оказывает большое влияние на развитие микроорганизмов корневой системы (табл. 3).

Из данных табл. 3 видно, что по мере увеличения давности сельскохозяйственного использования торфяно-болотной почвы увеличивается количество микроорганизмов почти всех физиологических групп. Это различие особенно резко выявляется при сопоставлении данных о развитии микроорганизмов в корневой системе озимой ржи, выросшей на вновь освоенной и старопашотной торфяно-болотных почвах с давностью сельскохозяйственного использования 35 лет. Количество микроорганизмов в корневой зоне увеличивалось на старопашотной почве примерно в 2—3 раза, а число маслянокислых бактерий даже в 14 раз.

Давность сельскохозяйственного использования торфяно-болотной почвы мало сказывается на развитии плесневых грибов (табл. 3).

Как показывают результаты исследований, в корневой зоне озимой ржи, выросшей на торфяно-болотной почве вновь освоенного и старопашотного участков, период максимального развития микроорганизмов наблюдался в различные фазы развития растения (табл. 4, 5, 6, 7). Так, в корневой зоне озимой ржи, выросшей на вновь освоенной торфяно-болотной почве, наибольшее развитие микроорганизмов было отмечено в фазе весеннего оживления (исключение составляют микроорганизмы, растущие на среде № 34). В корневой зоне озимой ржи, выросшей на старопашотной торфяно-болотной почве с давностью сельскохозяйственного использования 13 лет, максимум развития микроорганизмов наблюдался в

Таблица 3
Влияние давности сельскохозяйственного использования торфяно-болотной почвы на развитие микроорганизмов в корневой, прикорневой зонах озимой ржи и в почве вне корней в млн. на 1 г абсолютно сухого вещества (средние данные из шести фаз развития)

Участок торфяно-болотной почвы	Место взятия пробы	Группы микроорганизмов										
		Бактерии на МПА	споры	наличие азото-бакт.	растущие на			актино-мицеты	денитрифи-каторы	масляно-кислые бактерии	плесневые грибы	петляно-зопары-шающие
					крахма-ло-амми-ач. среде	среде № 3	среде № 34					
Вновь освоенный	Корневая зона Прикорневая зона	195,3	0,1	±	191,2	200,5	121,7	0,1	1,0	0,1	0,03	0,2
	Почва вне корневой системы	8,3	2,8	±	15,3	17,5	14,3	2,5	0,4	1,5	0,02	0,01
Старопашотный, давность сельскохоз-ственного использования 13 лет	Корневая зона Прикорневая зона	266,4	0,2	±	312,1	322,0	228,6	4,3	0,4	0,8	0,05	0,07
	Почва вне корневой системы	12,1	2,3	±	15,1	15,6	12,5	2,9	0,1	0,8	0,005	0,009
Старопашотный, давность сельскохоз-ственного использования 35 лет	Корневая зона Прикорневая зона	297,0	—	±	578,7	494,9	455,3	4,4	5,3	2,4	—	5,3
	Почва вне корневой системы	23,1	—	±	18,8	14,5	27,5	5,7	2,0	3,1	—	1,7
		4,3	—	—	8,5	6,6	10,4	2,0	0,05	1,2	—	1,4

Условные обозначения наличия азотобактера: — отсутствует, ± присутствует в отдельные фазы развития.

Таблица 4

Влияние давности сельскохозяйственного использования торфяно-болотной почвы на развитие микроорганизмов, растущих на МПА, в корневой, прикорневой зонах и в почве вне зоны корней в млн. на 1 г абсолютно сухого вещества (данные 1952—1954 гг.)

Участок торфяно-болотной почвы	Место взятия образца	Фазы развития растений					
		полные всходы	кущ. ние	весеннее оживле- ние	колоше- ние	цвете- ние	созре- вание
Вновь освоенный	Корневая зона	37,3	114,5	377,3	377,1	40,1	225,6
	Прикорневая зона	8,9	7,0	14,1	7,5	6,1	6,3
	Почва вне зоны корней	3,3	4,1	10,2	2,0	2,4	2,8
Старопахотный, давность сельскохозяйственного использования 13 лет	Корневая зона	346,6	128,3	109,8	453,5	187,7	372,9
	Прикорневая зона	32,9	13,1	4,1	8,1	6,8	7,7
	Почва вне зоны корней	9,9	3,2	2,3	4,3	3,6	3,7
Старопахотный, давность сельскохозяйственного использования 35 лет	Корневая зона	не опре- деля- лось	154,0	294,1	427,1	350,0	260,0
	Прикорневая зона		13,7	18,1	63,5	14,3	5,3
	Почва вне зоны корней		5,0	2,7	6,3	5,8	1,9

Таблица 5

Влияние давности сельскохозяйственного использования торфяно-болотной почвы на развитие микроорганизмов, растущих на крахмало-аммиачной среде, в корневой, прикорневой зонах и в почве вне зоны корней в млн. на 1 г абсолютно сухого вещества (данные 1952—1954 гг.)

Участок торфяно-болотной почвы	Место взятия образца	Фазы развития растений					
		полные всходы	кущ. ние	весеннее оживле- ние	коло- шение	цвете- ние	созре- вание
Вновь освоенный	Корневая зона	66,6	94,5	560,7	225,7	47,6	152,4
	Прикорневая зона	27,0	12,7	18,3	13,8	7,9	12,4
	Почва вне зоны корней	9,1	7,6	15,4	10,1	7,0	4,4
Старопахотный, давность сельскохозяйственного использования 13 лет	Корневая зона	600,0	130,2	284,2	547,9	152,5	157,8
	Прикорневая зона	29,5	14,5	7,7	12,3	13,6	13,1
	Почва вне зоны корней	10,2	5,8	5,6	11,8	12,9	3,3
Старопахотный, давность сельскохозяйственного использования 35 лет	Корневая зона	не опре- делялось	255,5	850,0	307,0	334,0	1147,9
	Прикорневая зона		15,0	22,2	19,2	17,7	20,0
	Почва вне зоны корней		6,3	8,6	10,8	12,7	4,4

Таблица 6

Влияние давности сельскохозяйственного использования торфяно-болотной почвы на развитие микроорганизмов, растущих на сахаро-тирозиновой среде, в корневой, прикорневой зонах и в почве вне зоны корней в млн. на 1 г абсолютно сухого вещества (данные 1952—1954 гг.)

Участок торфяно-болотной почвы	Место взятия образца	Фазы развития растений					
		полные всходы	кущ. ние	весеннее оживле- ние	колоше- ние	цвете- ние	созре- вание
Вновь освоенный	Корневая зона	56,1	127,2	572,0	271,4	70,9	105,9
	Прикорневая зона	20,7	13,3	24,8	13,4	16,8	13,4
	Почва вне зоны корней	8,4	8,4	16,3	9,0	9,0	1,8
Старопахотный, давность сельскохозяйственного использования 13 лет	Корневая зона	303,3	101,3	369,4	649,0	250,1	258,9
	Прикорневая зона	22,0	16,9	9,6	12,0	15,7	11,8
	Почва вне зоны корней	13,5	7,1	5,4	9,5	11,6	3,3
Старопахотный, давность сельскохозяйственного использования 35 лет	Корневая зона	не опре- деляется	56,5	505,0	317,8	339,8	1255,6
	Прикорневая зона		2,8	13,1	22,2	19,2	15,4
	Почва вне зоны корней		2,2	6,7	10,3	11,8	2,0

Таблица 7

Влияние давности сельскохозяйственного использования торфяно-болотной почвы на развитие микроорганизмов, растущих на синтетической среде № 34, в корневой, прикорневой зонах и в почве вне зоны корней в млн. на 1 г абсолютно сухого вещества (данные 1952—1954 гг.)

Участок торфяно-болотной почвы	Место взятия образца	Фазы развития растений					
		полные всходы	кущ. ние	весеннее оживле- ние	колоше- ние	цвете- ние	созре- вание
Вновь освоенный	Корневая зона	58,6	81,8	178,8	320,0	35,8	55,2
	Прикорневая зона	20,1	10,4	31,8	9,3	9,6	4,7
	Почва вне зоны корней	9,6	5,0	17,5	4,2	4,1	1,4
Старопахотный, давность сельскохозяйственного использования 13 лет	Корневая зона	350,0	92,1	323,1	369,8	160,2	75,9
	Прикорневая зона	20,0	10,0	9,2	13,4	12,5	9,7
	Почва вне зоны корней	8,9	4,9	4,7	9,8	7,9	3,5
Старопахотный, давность сельскохозяйственного использования 35 лет	Корневая зона	не опре- делялось	103,5	523,3	426,4	486,2	737,2
	Прикорневая зона		6,1	19,4	58,4	37,2	16,7
	Почва вне зоны корней		2,9	15,6	6,5	19,6	7,7

фазе колошения, а на участке торфяно-болотной почвы с давностью сельскохозяйственного использования 35 лет—в фазе созревания (исключение составляют гнилостные бактерии).

Таким образом, развитие микроорганизмов в корневой и прикорневой зонах озимой ржи, выросшей на вновь освоенной и старопахотной торфяно-болотных почвах, было неодинаковым в течение вегетационного периода. Это можно видеть и из рис. 5, где представлено развитие микроорганиз-

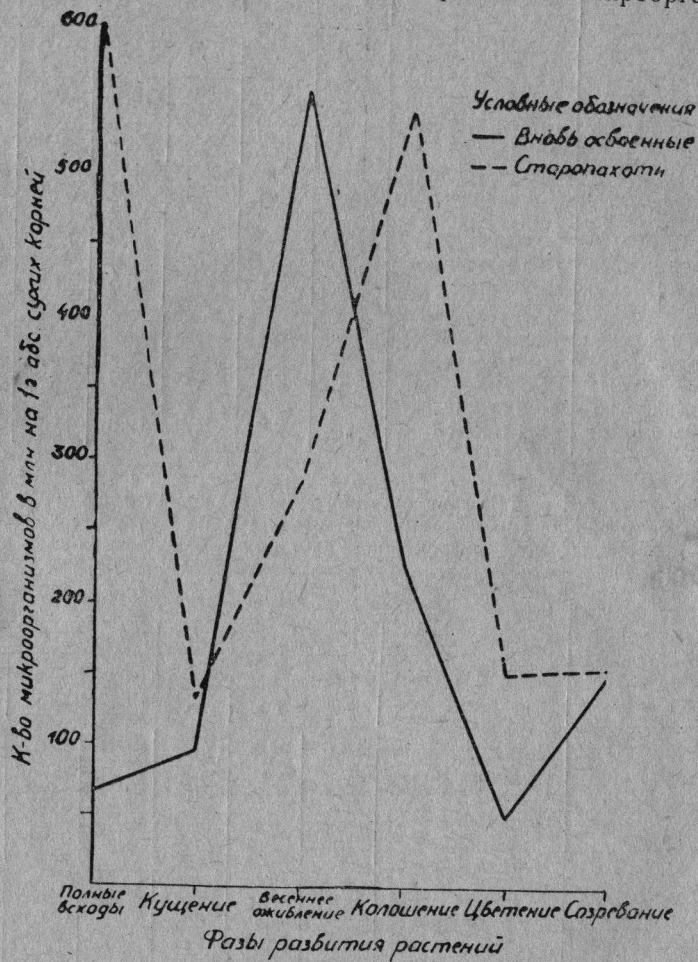


Рис. 5. Развитие микроорганизмов на корнях озимой ржи, выросшей на вновь освоенной и старопахотной торфяно-болотных почвах.

мов, растущих на крахмало-аммиачной среде, по фазам развития озимой ржи, выросшей на вновь освоенной и старопахотной торфяно-болотных почвах.

ВЫВОДЫ

1. Корневая система озимой ржи, культивируемой на торфяно-болотной почве, резко отличается от корневой системы ржи, развивающейся на дерново-подзолистой почве.
2. Корневая система озимой ржи оказывает большое влияние на распределение микроорганизмов в почве. Количество микроорганизмов, развивающихся в прикорневой зоне озимой ржи, значительно большее, чем в почве вне зоны корней.
3. Наибольшее количество микроорганизмов почти всех физиологических групп развивалось в корневой зоне.
4. В зависимости от фазы развития озимой ржи менялись как количественный, так и качественный состав микрофлоры.
5. По мере увеличения давности сельскохозяйственного использования торфяно-болотной почвы численность микроорганизмов почти всех физиологических групп в корневой и прикорневой зонах увеличивается; на развитие плесневых грибов это влияние сказалось незначительно.
6. Период максимального развития микроорганизмов в корневой зоне озимой ржи, выросшей на торфяно-болотной почве вновь освоенного и старопахотного участков, наблюдался в различные фазы развития растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Березова Е. Ф. Микрофлора ризосферы льна. Труды Всесоюзного научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии за 1941—1945 гг., Сельхозгиз, 1949.
2. Березова Е. Ф., Ремпе Е. Х. Микрофлора корневой системы растений и методика ее изучения. Труды Всесоюзного научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии, т. 12, Сельхозгиз, 1951.
3. Жуковская П. Н., Теплер Е. З. Изучение микрофлоры ризосферы клевера и картофеля методом последовательных отмываний корней. Труды Московской ордена Ленина сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева, вып. 41, М., 1949.
4. Исакова А. А. К вопросу о взаимоотношениях между высшими растениями и микроорганизмами. «Известия АН СССР», № 7, отд. математических и естественных наук, 1934.
5. Красильников Н. А., Крисс А. Е., Литвинов М. А. Влияние корневой системы на микроорганизмы почвы. Микробиология, т. 5, вып. 2, 1950.
6. Лупинович И. С. О развитии корневой системы сельскохозяйственных растений на мелиорированных торфяных почвах. «Известия АН БССР», № 5, 1950.

7. Лупінович І. С., Янушкевич К. Н. Аб впливе каранёвай сістэмы шматгадовых траў на размеркаванне мікраарганізмаў у тарфяна-балотнай глебе. «Весті АН БССР» № 2, серыя біялагічная, 1956.

8. Маврицкий Н. В. Бактериальные комплексы ризосферы сельскохозяйственных растений. Научные труды Украинского научно-исследовательского института овощеводства, т. 1, 1949.

9. Starkey R. L. Some influences of the development of higher plants upon the microorganisms in the soil. IV. Influence of proximity to roots on abundance and activity of microorganisms. Soil science, Vol. 32, 367—393, 1931.

22283