

М. АКСЕЛЬ

О СЕЗОННОЙ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ДИНАМИКЕ ПОЧВЕННЫХ ГРИБОВ

Значение грибов в жизни почвы очень велико. Одни из них (*Chaetomium*, некоторые виды *Penicillium*, *Trichoderma*, *Fusarium* и др.) являются целлюлозоразрушителями. Другие (главным образом *Mucorales*) разлагают азотистые органические вещества и при недостатке безазотистого питания накапливают в почву значительные количества аммиака. При наличии достаточного количества безазотистых соединений в почве эти же грибы усваивают растворимые минеральные соединения, переводят их в белки своего тела и таким образом препятствуют вымыванию азотистых веществ из почвы.

Знание закономерностей жизнедеятельности микроорганизмов в почве имеет как теоретическое, так и практическое значение для организации рационального земледелия. В свете задач, поставленных февральским Пленумом ЦК КПСС (1964), вопрос этот приобретает особую остроту и актуальность.

Литературные сведения о количественной динамике и жизнедеятельности микроорганизмов в течение года крайне разноречивы, авторы придерживаются разных точек зрения о количестве их в зимний период (при низкой температуре), особенно недостаточны в этом отношении сведения о почвенных грибах, которые касаются лишь отдельных климатических районов и определенных почв (Самцевич, 1955; Мишустин и др., 1961); так как в основном исследования проводятся во время вегетационного периода высших растений.

Нами была поставлена задача выявить влияние низких температур на количество и жизнедеятельность почвенных грибов, поэтому в круглогодичных исследованиях особое внимание мы уделили изучению микрофлоры зимних почв.

Работа начата в декабре 1962 года, к моменту составления статьи имеются сравнительные данные о двух (1962/63 г. и 1963/64 г.) зимах.

Применялась та же методика, которую использовал П. Рахно при изучении количественной динамики почвенных бактерий (Рахно, 1963, 1964).

С целью устранения действия корней на микрофлору и получения возможно однородных почвенных проб, они брались из биометров (лизиметров): бездонных бетонных ящиков 2×2 м, наполненных просеянной и тщательно перемешанной типично перегнойно-карбонатной харкуской почвой, очищенной от растительности (всходы растений регулярно выпалываются).

Для выявления роли различных факторов (влажность, органические удобрения) в каждом из четырех биометров создавались несколько отличающиеся условия.

Биометр № I — в начале зимы, в декабре, сюда вносится органическое удобрение — искусственный навоз: 5 кг бобовой муки (донника, сои и т. д.) перемешивается с 11 кг свежего коровьего помета, в почву вносится 4 кг на 1 м²; № II — контроль; № III — то же удобрение вносится осенью, в октябре; № IV — на ночь, на время осадков и на зиму биометр покрывается передвижной снимаемой крышей (рис. 1).

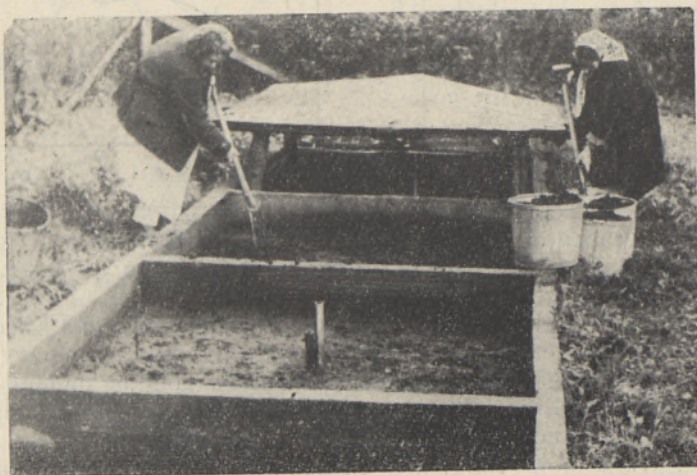


Рис. 1. Биометры. Четвертый с крышей. Удобрение третьего биометра.

Регулярно через каждые две недели из каждого биометра берется четыре почвенных пробы по спирали с двух противоположных точек, от каждой точки соответственно с двух горизонтов — 5 и 25 см. Количество колоний определяется методом разливок, 0,2 мл второго и третьего разведения почвенной суспензии высевается в трех повторностях на среду Чапека и сусло-агар.

Чтобы задержать рост бактерий, в субстрат добавляется стрептомицин (Ластинг, Гурфель, 1956).

Собранные нами данные указывают на колебание микрофлоры почвы в течение года (рис. 2). Из графика видно, что количественный максимум грибов падает на зимний период, причем резкое повышение численности грибных колоний наблюдалось в первом биометре в феврале как 1963, так и 1964 года (рис. 3).

Условия жизни организмов создаются взаимодействием многих факторов, причем роль отдельного бывает трудно определить. В таком сложном комплексе, как почва, условия жизни микроорганизмов и численность их, в частности грибов, зависит, кроме температуры, от свойств почвы, влаги, содержания и времени поступления органических веществ, жизнедеятельности других групп микроорганизмов, растительного покрова, культурного состояния почвы и ее обработки. Динамика численности грибов не имеет общего

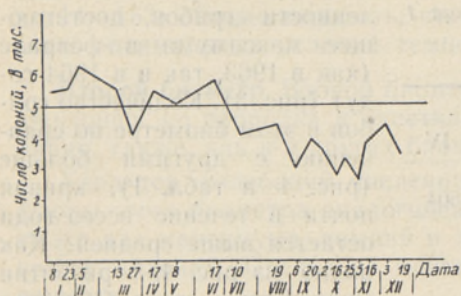


Рис. 2. Средняя четырех биометров за 1963 г. на 1 г сухой почвы.

типа для всех почв, а определяется комбинацией названных факторов. Поскольку исследования проводятся в конкретных и различающихся почвенных и климатических условиях и различных географических поясах, то и результаты получаются разные. В этом одна из причин разноречивости мнений отдельных авторов по данному вопросу.

Одни (Tresner и др., 1954) считают влажность определяющим фактором, так как именно в период максимального увлажнения численность грибов заметно увеличивается. Другие

(Ramakrishnan, 1955) полагают, что существенное значение имеет поступление органических веществ в почву. Имеются данные литературы о том, что в условиях умеренного климата максимум грибов падает на сухое время и, наоборот, что в почвах Индии максимальное размножение *Penicillium* приходится на менее жаркие и влажные месяцы.

Работы Е. Бажинной (1954) и С. Самцевича (1955) о динамике численности грибов в разных почвах подтверждают своеобразие колебания количества грибов в различных почвах, например, в подзолистой почве максимум приходится на август месяц, в черноземе — на май, и что особенно интересно, в некоторых случаях на зиму — январь. С. Самцевич считает, что на юге влажность лимитирует деятельность микрофлоры, а на севере — температура.

В наших опытах максимум грибного населения в большинстве случаев падает на зимний период, главным образом на февраль (рис. 3). Зимняя температура почвы в наших опытах в январе и феврале, как правило, держалась ниже нуля. Зимой 1963 года она колебалась в пределах $-0,6$ до $-1,6^{\circ}\text{C}$, а в феврале 1964 года опускалась до -9° .

Поскольку почвенные пробы мы брали из биометров с разными режимами влажности и питания и полученные данные о количестве и сезонной динамике грибов различны, то результаты наших исследований за 1963 год будем рассматривать по каждому биометру отдельно.

Первый биометр. В этот биометр вносилось органическое удобрение зимой — ежегодно 19—23 декабря. Вскоре после внесения удобрения наблюдалось увеличение численности грибов, достигающее максимума в феврале (как в 1963, так и в 1964 году) (рис. 3). Количество грибов в этом биометре по сравнению с другими больше (рис. 4 и табл. 1), кривая почти в течение всего года остается выше средней. Как видно из рис. 4, в развитии микрофлоры этого биометра в 1963 году наблюдалось два максимума: зимний — в фев-

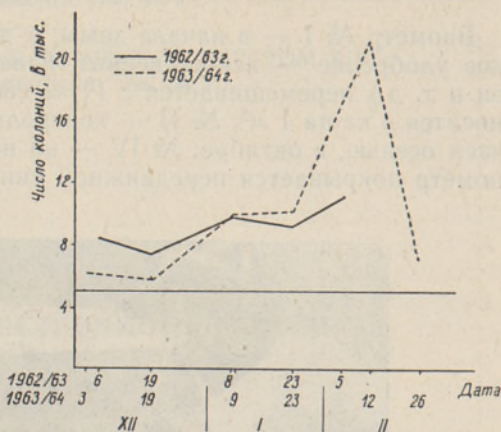


Рис. 3. Средние зимы 1962/63 и 1963/64 гг. первого биометра на 1-й сухой почве.

Таблица 1

Количество и качество микрофлоры биометров в 1963 г.

Количество	Биометры			
	I	II	III	IV
Колоний на анализ	763	607	484	604
Мукоровых на анализ	14	14	27	—
Зафиксировано родов несовершенных грибов	32	31	26	29

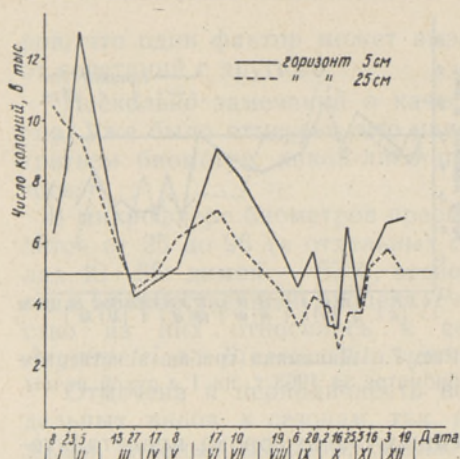


Рис. 4. Динамика грибов в первом биометре за 1963 г. на 1 г сухой почвы.

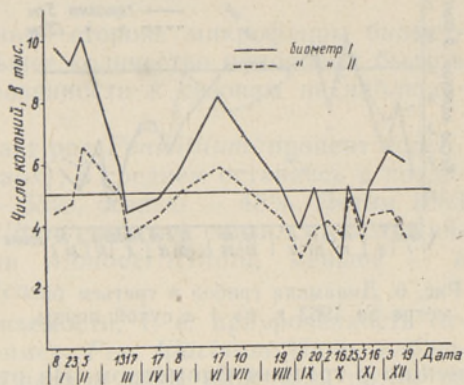


Рис. 5. Динамика грибов в первом и втором биометрах за 1963 г. на 1 г сухой почвы (средняя по горизонтам).

рале, обусловленный, по-видимому, внесением органического удобрения, и летний — в июле. Наши зимние анализы показывают, что жизнедеятельность грибов в замерзшей почве не прерывается. Даже при температуре почвы -9° 15 февраля 1964 года процессы жизнедеятельности не приостанавливались и что интересно, именно на это время пало максимальное в наших опытах количество грибов — 26 000 на 1 г абсолютно сухой почвы.

И это не случайно, так как увеличилось количество грибов и в других (втором и третьем) биометрах, что повторялось два года подряд. Причины обнаруженной закономерности в сложном комплексе взаимосвязей определить трудно.

В первом биометре, по-видимому, одним из определяющих факторов является внесение органических веществ, действие которых в сочетании с повышенной влажностью проявляется сильнее депрессирующего влияния низкой температуры. Вполне вероятно, что имеются и другие, пока не выясненные причины, способствующие не только сохранению жизни при низкой температуре, но и интенсивному размножению, ведь во втором биометре, особенно в нижнем горизонте, наблюдались также зимний и летний максимумы, хотя удобрения туда не вносились вообще (рис. 5).

После зимнего максимума кривая первого биометра резко падает и вновь поднимается летом в июне—июле, когда почва успевает нагреться до $14-15^{\circ}$. Можно полагать, что летний максимум обусловлен сочетанием оптимальных условий температуры и влажности (19—20%).

Второй биометр. Второй биометр — контрольный, удобрения сюда не вносились, но прополка и очистка поверхности почвы проводились регулярно, также, как и в других биометрах.

Характер колебаний численности и качественного состава микрофлоры этого биометра аналогичен первому (рис. 5). Здесь наблюдались те же два максимума: зимний и летний, но при заметно меньшем количестве колоний. Последнее можно объяснить скудностью питательных веществ.

Качественные стороны микрофлоры этих биометров имеют много общего. Видовой состав их отличается большим разнообразием по срав-

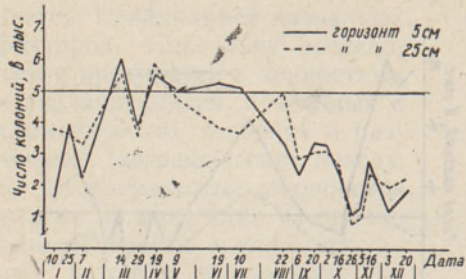


Рис. 6. Динамика грибов в третьем биометре за 1963 г. на 1 г сухой почвы.

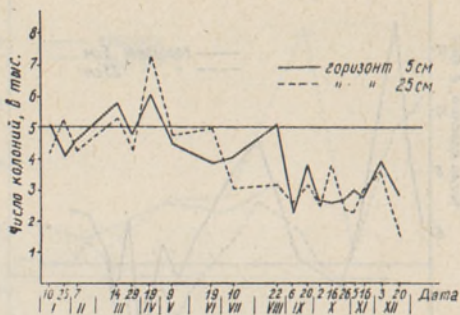


Рис. 7. Динамика грибов в четвертом биометре за 1963 г. на 1 г сухой почвы.

нению с третьим биометром. Из отмеченных около сорока представителей родов несовершенных грибов только в первом или втором биометре зафиксированы представители таких родов, как: *Tetracoccosporium*, *Trichurus*, *Verticillium*, *Acrostolagus*, *Cylindrophora* и некоторые другие.

Третий биометр. В конце октября сюда вносилось то же органическое удобрение и в том же количестве, что и в первый биометр. Вскоре после этого наблюдалось интенсивное развитие муковок, которые, опережая развитие других групп грибов, подавляют их, что привело к уменьшению численности грибов в биометре (табл. 1). Количество и разнообразие муковок, а также бактерий здесь оставалось большим в течение всего года; поэтому количество и разнообразие других зафиксированных грибов меньше, чем в первых двух биометрах (рис. 6).

Четвертый биометр. Чтобы проверить влияние влажности на микрофлору, четвертый биометр стремились изолировать от осадков. Для этого биометр на зиму покрывался передвижной съемной крышей (рис. 1), в остальные времена года, в сухую погоду, крыша на день снималась.

Количественные и качественные показатели этого биометра совпадают с контролем — вторым биометром (табл. 1), годовая динамика резко отличается от него (рис. 7). Количественный максимум падает здесь на весну, к лету кривая снижается и в течение всей осени остается в минимуме.

Уменьшение грибов в четвертом биометре осенью можно объяснить недостатком влаги, процент ее в это время был относительно низким — 11,5, в отдельных случаях — до 4,3, т. е. здесь была самая низкая влажность почвы по сравнению с другими биометрами. Ее, очевидно, следует считать лимитирующим фактором численности грибов в четвертом биометре.

Совершенно закономерно, что в условиях Прибалтики, в открытых биометрах (№ I, II, III) влажность, благодаря обилию осадков, выше, чем в закрытом, но оказалось, что колебание ее по сезонам в последнем больше. Самый высокий процент влажности зафиксирован нами зимой: в первом биометре — 30,5, в четвертом — 28,8; самый низкий — осенью: в первом биометре — 10,8, в четвертом — 4,3. Амплитуда колебаний в первом биометре — 19,7, в четвертом — 24,5.

Приведенные данные, однако, не соответствуют изменениям численности грибов: в первом биометре высокий зимний процент влажности совпадает с максимумом, а в четвертом — с минимумом грибного населения.

Это еще раз наталкивает на мысль о том, что условия жизни и развития микроорганизмов создаются комплексом взаимодействия факто-

ров, что один фактор может вызвать различный эффект в зависимости от сочетаний с другими.

Несколько замечаний о качественной стороне микрофлоры биометров. Уже было отмечено, что наибольшее количество муковок было в третьем биометре, какой-либо приуроченности к сезонам не наблюдалось.

В микрофлоре биометров преобладает род *Penicillium*, процент колеблется от 25 до 96 (в отдельных случаях), в среднем оставаясь в пределах 40—65: зимой — 57%, весной — 55%, осенью — 48%. Летом 1963 года количественный процент *Penicillium* заметно снизился. Большинство из них относилось к секции *Monoverticillata*, меньше — к *Asymmetrica* и *Biverticillata symmetrica*.

Отмечена и периодичность встречаемости, т. е. приуроченность отдельных видов к сезонам, так, например, *Pen. lilacinum* Thom. наблюдался, главным образом, осенью и в начале зимы 1962 года, потом он исчез и вновь появился осенью 1963 года.

Aspergillus в наших опытах встречался сравнительно редко, в основном летом (август месяц) в пробах четвертого биометра, где в это время температура почвы была 15° при 12% влажности (что для наших условий является случаем сочетания высокой температуры с сухой почвой). Это совпадает с данными литературы о том, что *Aspergillus* по сравнению с *Penicillium* более теплолюбив, приспособлен к условиям сухой почвы и чаще встречается в более южных районах с жарким сухим летом.

Кроме того, отмечено большое разнообразие несовершенных грибов. Их зафиксировано до 40 родов, относящихся к гифомицетам. По частоте встречаемости их можно расположить в следующем порядке:

1. *Acremonium*, *Torula*, *Trichoderma*, *Verticillium* — постоянные компоненты микрофлоры наших биометров в течение круглого года. Чаще других встречаются виды: *Acremonium vitis* Cattaneo, *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz., *Verticillium lateritium* Berk., *Torula expansa* Pers. и *T. allii* (Harz.) Saccardo и другие виды *Torula*.

2. *Fusarium*, *Oospora*, *Stachybotrysm*, *Cladosporium* и *Volutella*.

3. *Botrytis*, *Cephalosporium*, *Monilia*, *Monotospora*, *Stysanus*.

4. Реже встречались: *Echinobotryum*, *Helmintosporium*, *Pullularia*, *Schopulariopsis*.

5. Зафиксированы лишь одиночные представители: *Fusidium*, *Papularia*, *Stilbella*, *Trichosporium*, *Tetracoccosporium*, *Trichurus*.

Небезынтересно отметить, что в пробах биометров такой распространенный гриб, как *Alternaria*, не замечен ни разу ни на среде Чапека, ни на сусло-агаре.

В наших опытах сумчатые грибы встречались реже, чем остальные, и видовой состав их был менее разнообразен. Наиболее часты представители рода *Gymnoascaceae*, особенно осенью и зимой, при некотором падении численности летом. В силу богатства и разнообразия микрофлоры установить ее сезонные изменения на основании наблюдений одного года трудно. Тем более невозможно выявить закономерности развития и изменения видовой состава. Они как бы теряются в имеющемся многообразии. Необходимо проводить регулярные исследования в течение ряда лет.

В основном наши наблюдения совпадают с утверждениями других авторов (Мишустин, 1961 и др.) о том, что изменения видовой состава грибов по сезонам незначительны.

Таблица 2

Количество колоний на 1 г сухой почвы

Биометры Горизонты, см Время анализа	I		II		III		IV		Всего		Всего на гори- зонты	
	5	25	5	25	5	25	5	25	5	25		
	1963	5—7/II	12 900	9 300	5 800	7 300	2 200	3 400	4 600	4 400		25 500
	27—29/III	4 300	4 500	3 500	3 800	3 600	3 600	470	440	16 100	16 300	32 400
1964	12—15/II	22 000	20 200	3 700	4 900	3 700	5 600	5 200	3 100	34 600	33 800	68 400
	12—14/III	6 200	5 200	440	720	1 800	800	8 000	2 000	16 440	8 720	25 160

Приведем замеченные нами примеры цикличности развития одних видов и приобщенности к сезонам других.

Pullularia зафиксирована в наших опытах только летом, *Monotospora* — главным образом летом; *Papularia* — только весной; *Stysanus* — главным образом осенью; большая численность *Cladosporium* падает на осень и главным образом на зиму, *Cephalosporium* — на зиму и весну.

Своеобразную динамику развития заметили мы у *Monilia*. В зимних пробах 1963 года она не обнаружена. В марте замечена впервые, в мае и июне зафиксирована в биометре, где органика была внесена зимой (первый биометр.) В июле — во всех биометрах. В октябре *Monilia* была постоянным компонентом микрофлоры всех анализов, а в ноябре заняла в них почти доминирующее место. В середине декабря встречаемость снизилась, но окончательно она не исчезла, как это было зимой 1962/63 года. В течение зимы 1963/64 года *Monilia* появлялась в анализах то одного, то другого биометра.

Отражение ли это цикличности развития или проявление зависимости от изменяющихся условий среды, пока сказать трудно.

Численность грибов по горизонтам в течение года колебалась; установить закономерности этих колебаний не удалось. Замечено лишь, что в первом и третьем открытых биометрах летом в верхних горизонтах грибов немного больше (в среднем 391 колония на анализ), чем в нижних (344), а в четвертом — наоборот, летом грибов в нижнем слое несколько больше (342), чем в верхнем (326).

Различие влажности по горизонтам в это время было незначительным по всем биометрам, в среднем на 1%.

Приведем замеченные нами случаи связи грибов с горизонтом и сезоном: *Verticillium* отмечен зимой больше в верхнем, летом — в нижнем горизонте; *Cephalosporium* — зимой и весной больше в нижнем слое; *Stachybotrys* — зимой и весной больше в верхнем, летом — в нижнем слое; *Stysanus* — летом и осенью наблюдается больше в нижнем, чем в верхнем. *Papularia* и *Pullularia* главным образом в нижнем слое, первый — весной, второй — летом.

Данных одного года далеко не достаточно для окончательных выводов о жизни почвенных грибов. Вышеприведенные случаи даются лишь как замеченные нами факты наблюдений 1963 года.

Количество грибов в пробах иногда внезапно то повышалось, то снижалось. Такое резкое колебание наблюдалось в феврале—марте 1963 года и повторилось в феврале—марте 1964 года (табл. 2). Для установления зависимости этого явления от изменения содержания азотистых веществ был проведен химический анализ на общее содержание азота в почве. К сожалению, он не решил поставленной задачи. Вопрос о том,

Таблица 3

Температура, влажность, содержание азота и количество колоний в февральских и мартовских анализах 1964 г.

Время анализа	12 февраля				15 февраля				Всего	
	I		II		III		IV			
Биометры										
Горизонты, см	5	25	5	25	5	25	5	25	5	25
Количество колоний на 1 г сухого вещества	22 000	15 200	3 700	4 900	3 700	5 600	5 200	3 100	34 600	28 800
Всего	37 200		8 600		9 300		8 300		63 400	
t°С	-1	-1	-1	-1	-9	-4	-9	-4		
Влажность, %	27,5	25,1	21,4	21,5	25	26,1	14,3	16,9		
Содержание азота, %	0,25	0,27	0,26	0,27	0,21	0,20	0,28	0,23		
	24 марта				26 марта					
Количество колоний на 1 г сухого вещества	5 400	3 500	500	400	900	600	3 400	1 300	10 200	5 800
Всего	8 900		900		1 500		4 700		16 000	
t°С	-6,2	-5,6	-6,2	-5,6	-4,2	-3,6	-4,2	-3,6		
Влажность, %	26,2	23,7	21,3	20,8	30,4	24,8	11,1	14,8		
Содержание азота, %	0,25	0,23	0,25	0,25	0,28	0,28	0,29	0,28		

почему при остальных относительно равных условиях (температура и влажность) наблюдалось резкое изменение численности и как оно связано с изменением количества азотистых веществ в почве, — остался пока нерешенным (табл. 3).

Из таблицы видим, что при 0,25%-ном содержании азота грибов может быть в почве то много (см. 12 февраля, первый биометр), то мало (см. 24 марта, второй биометр). Для ответа нужны химические анализы на выяснение не только количества, но и качества азотсодержащих веществ в почве.

В марте 1964 года во время резкого уменьшения количества грибов почва биометров покрылась толстым слоем гололедицы, и почвенные пробы нужно было выдалбливать из-под льда. Предположив, что лед изолировал доступ воздуха и создал в биометрах условия анаэробности, мы начали опыты по выяснению действия анаэробноза на почвенные грибы.

Для этого пробы верхнего горизонта второго биометра в четырех повторностях в открытых стаканчиках поместили в четыре стеклянных сосуда на сетку, под которой в нижнюю часть сосуда предварительно был налит 10%-ный раствор КОН, а на сетке на фильтровальной бумаге насыпан пирогаллол. После того, как сосуды были плотно закупорены пробками и запарафинированы, пирогаллол взбалтыванием смешали с КОН. Все четыре сосуда в таком виде были отложены, и почва оставалась в условиях, если не полного, то частичного анаэробноза. Через

каждые десять дней открывали по одному сосуду, брали пробу и высевали обычным способом.

Подсчет колоний показал снижение численности с каждой декадой:

При этом колонии грибов в некоторых чашках четвертой пробы имели весьма необычный размазанный вид, были сплошь покрыты и перемешаны бактериями, в этих чашках из грибов доминировала *Torula*, а мукор был крайне деформирован.

№ пробы	Срок взятия пробы, через	Количество колоний
1	7 дней	120
2	17 „	100
3	27 „	80
4	37 „	65

Проведенный опыт показал, что созданные в сосудах условия частичного анаэробноз угнетали развитие грибов. Это позволяет предполагать, что и резкое уменьшение грибов в пробах из-под льда могло быть обусловлено анаэробнозом.

Выводы

1. Условия жизни почвенных микроорганизмов зависят от взаимодействия целого ряда факторов — температура, влажность, органические вещества и т. д., направление и эффект действия каждого из которых не имеет постоянного характера, а меняется в зависимости от их количественного и качественного соотношения. Так, в первом, втором и третьем биометрах определяющим фактором являются органические вещества (удобрения), в четвертом — влажность.

2. Годовая динамика не имеет постоянного характера для всех биометров, а зависит, кроме температуры, от сочетания температуры с влажностью, органическими веществами, от срока внесения удобрений и т. д.

3. Понижение температуры до -9°C не приостанавливает жизнедеятельность почвенных грибов, а при зимнем удобрении количественный максимум падает на зиму (февраль).

4. Качественный (видовой) состав почвенной микофлоры сравнительно постоянен; многие грибы (*Acremonium*, *Torula*, *Penicillium*) наблюдаются равномерно в течение всего года.

5. Отмечены изменения качественного состава: у одних видов (*Papularia*, *Pullularia*) — сезонная приобщенность, у других (*Verticillium*) — связь с горизонтом почвы и у третьих (*Monilia*) — годовая численная динамика.

Вышеприведенные выводы констатируются как факты и следствия однократных наблюдений, которые требуют контроля; для получения сравнительных данных исследования продолжаются.

ЛИТЕРАТУРА

- Бажина Е. В., 1954. О распределении почвенных грибов в некоторых окультуренных почвах. Тр. Кировск. с.-х. ин-та, 10,1(22), 71—80.
- Мишустин Е. Н., Пушкинская О. Н., Теплякова З. Р., 1961. Экологогеографическое распространение микроскопических почвенных грибов. Тр. Ин-та почвоведения АН КазССР, 12.
- Ластинг В. Р., Гурфель Д. Ю., 1956. К методике количественного учета грибов. Микробиол., 25.
- Рахно П. Г., 1963. Сезонность развития почвенных бактерий. Вестн. АН СССР, 10, 54—57.

- Рахно П. Г., 1964. Сезонная количественная динамика почвенных бактерий и факторы обуславливающие ее. (В печати.)
- Самцевич С. А., 1955. О сезонности и периодичности развития микроорганизмов в почве. Микробиол., 24, 5, 615—625.
- Рамакришнан К., 1955. Some aspects of soil fungal ecology. Proc. Indian Acad. Sci., 41, 1955, 3, 110—116.
- Tresner N. D., Vaccus M. P., Curtis P. I., 1954. Soil microfungi in relation to the hardwood forest continuum. Mycologia, 216, 314—333.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
8/VIII 1964

М. AKSEL

MULLASEENTE SESOONSEST JA KVANTITATIIVSEST DÜNAAMIKAST

Resümee

Artiklis esitatakse kahe aasta uurimistöö tulemused mullaseente sesoone kvantitatiivse dünaamika kohta.

Eesmärgiks oli katseliselt välja selgitada madalate temperatuuride mõju mullaseente elutalitlusele ja hulgatele.

Mullaproovid võeti aastaringelt. Kasutades lahjendusemeetodit, tehti külvid 2—3 lahjendusest Tsapeki söötmele ja virdele.

Mullaseente eksisteerimine ja elutegevus sõltuvad paljudest faktoritest (temperatuur, niiskus, risosfäär, teised mikroorganismid jne.), mis kõik on omavahel seotud ja vastastikku üksteist mõjutavad. Seepärast pole loodusest võetud mullaproovid ühtlased ja sellest faktorite kompleksist on raske eraldada üksiku teguri osatähtsust.

Suhteliselt ühtlaste mullaproovide saamiseks võeti analüüsimaterjal spetsiaalselt ehitatud põhjata betoonkastidest, nn. biomeetritest, mida katsetes oli neli. Biomeetrid täideti ühtlase hästi läbisegatud ja sõelutud kõdu-karbonaatmullaga, millest taimejuured, -oksad, -lehed, vihmaussid jm. olid välja sõelutud. Juurte mõju likvideerimiseks rohi biomeetrite pinda pidevalt.

Üksiku faktori, antud juhul temperatuuri mõju uurimiseks mullaseente arvukusele loodi igas biomeetris erinevad tingimused. Esimest väetati orgaanilise väetisega talvel (detsembris), kolmandat sügisel (oktoobris); teist kasutati kontrollina; neljas kaeti katusega, et eemaldada sademete mõju ja vähendada mullaniiskust.

Saadud andmed näitavad, et mullaseente elutalitlus külmanud pinnases ei katke ja nende paljunemisintensiivsus teatud tingimustes (talvise väetamise korral) isegi tõuseb. Nimelt oli mullaseente arvukus meie katsetes suurem üldiselt talvekuudel.

Ühtlasi selgub katsetest, et mullaseente kvantitatiivse dünaamika määrab faktorite kokkulangevus, nende kombinatsioon, mitte üks faktor eraldi. Ühe ja sama faktori erinev seos teiste faktoritega toob tema mõju erinevalt esile. Järelikult puudub ühtlus mullaseente aastaringses dünaamikas.

Esimeses, teises ja kolmandas biomeetris, kus temperatuuri- ja niiskustingimused olid samad, oli mullaseente hulka määravaks teguriks väetamise aeg. Olenevalt viimasest kõikus seente kvantitatiivne dünaamika ühe aasta ulatuses. Talvise väetamise puhul langes seente maksimum talvekuule (vebruarile), millal mullatemperatuur langes isegi -9° C-ni. Kolmandas biomeetris, kuhu väetis anti sügisel, langes mullaseente maksimumi suvele.

Mullaseente liigiline koosseis oli meie katsetes aasta vältel suhteliselt ühtlane. Paljud mittetäielikud seemned (Fungi Imperfecti), nagu *Acremonium*, *Torula*, *Penicillium* jt., olid domineerivad ja esinesid aastaringelt. Mõnede seente, nagu *Verticillium*'i ja *Monilia* esinemise dünaamikas võis ühe aasta ulatuses täheldada kõikumisi.

Artiklis esitatud kahe aasta uurimistöö andmed vajavad kordamist, et olla piisavad lõplike järelduste tegemiseks.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Eksperimentaibioloogia Instituut

Saabus toimetusse
8. VIII 1964

M. AKSEL

SEASONAL QUANTITATIVE CHANGES IN SOIL FUNGI

Summary

The paper describes the results of two years' research on the seasonal quantitative changes of soil fungi. The aim of the experiments was to determine the influence of low temperatures on the functions and quantity of soil fungi. Samples of earth were taken the year round. The dilution method was employed, 2—3 dilutions were sown on Chapek and beer must.

The existence and functions of soil fungi are dependent on several factors (temperature, moisture, rhizosphere, other microorganisms etc.), all of which are mutually related and influence one another. Samples taken from the field are never homogeneous throughout, and therefore it is difficult to determine the significance of any single factor in such samples.

In order to obtain relatively homogeneous soil, the samples were taken from specially constructed bottomless concrete boxes — biometers. These boxes were filled with homogeneous, well-mixed and sifted carbonate humus, from which roots, twigs, leaves etc. had been removed. The surface of the soil in the biometer was weeded regularly to keep it free from the growth of roots.

In order to determine the influence of one factor separately, in this case the influence of temperature on the quantitative changes in soil fungi, the conditions created in each of the biometers slightly varied. The first received organic fertilizer in winter (in December), the second was left as a control, the third received the same fertilizer in autumn (in October), while the fourth was covered with a roof to keep out rain and snow and thus decrease the amount of moisture.

The results obtained showed that the vital functions of soil fungi do not cease in frozen soil, that they multiply even more rapidly under certain conditions, namely in the case of winter fertilizing. On the whole, the maximum quantity of soil fungi in our experiments was highest in the winter months.

The experiments showed that the seasonal quantitative changes in soil fungi are determined by the coincidence of various factors, by their combination, and not by any one factor separately. The influence of one and the same factor in various combinations with other factors acts differently each time. For this reason uniformity does not occur in seasonal changes. In the first three biometers where the temperature and moisture conditions were the same, the determining factor was the time of fertilizing, while in the fourth, moisture was the determining factor. In the case of winter fertilizing, the maximum was reached in February, when the temperature of the soil dropped even to -9° C. In the third biometer, where the fertilizer was added in autumn, the maximum of fungi was reached in summer.

The qualitative consistency of soil fungi was relatively uniform throughout the year. Many of the Fungi Imperfecti, such as *Acremonium*, *Torula*, *Penicillium* and others predominated and existed the year round. In the case of some fungi, such as *Verticillium*, *Monilia* and a few others, some oscillations were recorded in seasonal changes.

The data obtained from two years' research are not sufficient for drawing definite conclusions, and the experiments should be repeated.

Academy of Sciences of the Estonian S.S.R.,
Institute of Experimental Biology

Received
Aug. 8th, 1964