

Эви ПЯРСИМ, Ао ПАЭ, Мария АКСЕЛЬ

ЧИСЛЕННОСТЬ И СОСТАВ ПОЧВЕННЫХ ГРИБОВ В СУБСТРАТАХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

Благодаря обилию питательных веществ и хорошему водно-температурному режиму тепличных субстратов бурно развиваются различные почвенные грибы, которые образуют очень сложные по видовому составу сообщества. Отмечено, что сообщества и их стабильность зачастую обуславливаются агрохимическими особенностями субстрата, так как почвенные грибы очень чувствительны к его изменениям (Лугаускас, 1981).

В Эстонии основными тепличными субстратами являются слаборазложившийся верховой торф и торфосмеси, в которых в качестве биотоплива применяется солома. Скорость микробного разложения соломы в субстрате определяется многими факторами: наличием в торфе источников питания микроорганизмов, их численностью, видовым составом и активностью, типом торфа, температурой, влажностью, аэрацией и другими. Известно, что в процессе разложения соломы наблюдается смена микрофлоры, обусловленная специализацией функций микроорганизмов. Многие исследователи отводят грибам ведущую роль в процессе разложения соломы (Ковалева, 1971; Сеги, 1973; Höflich, 1977; Wani, Shinde, 1977).

Для выяснения роли почвенных грибов в процессе разложения соломы и для изучения влияния агрохимических особенностей субстрата на микробные сообщества определяли динамику численности и качественный состав почвенных грибов.

Материал и методика

Динамику численности почвенных грибов изучали в зимней стеллажной теплице в течение двух лет (1981—1982 гг.). Проведено шесть вариантов опытов с субстратами с тремя повторностями каждый. Субстратные пробы брали регулярно в течение периода выращивания культур в середине каждого месяца с апреля до сентября. Варианты опытов были следующие: 1) слаборазложившиеся верховой торф первого года использования, 2) слаборазложившиеся верховой торф второго года использования, 3) полевая почва с навозом, 4) смесь торфа и соломенной резки, 5) соломенные тюки, 6) остатки соломенных тюков предыдущего года. На этих субстратах выращивали огурцы и томаты. Подробное описание дано в работе Э. Пярсим и А. Паэ (1984).

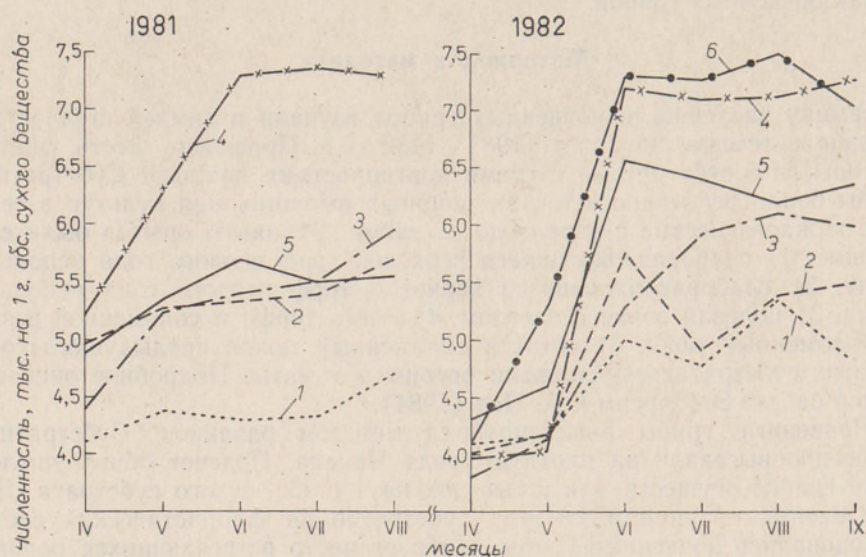
Почвенные грибы анализировали методом разликов. Субстратную суспензию высевали на плотную среду Чапека. Подсчет общей численности грибов осуществляли в тысячах на 1 г абс. сухого субстрата. Для определения влияния различных субстратов на флористический состав исследовались почвенные грибы наиболее часто встречающихся родов и подсчитывалось количество колоний в пробе.

Полученные результаты обрабатывали статистически с использованием трехфакторного дисперсионного и корреляционного анализов на ЭВМ «СМ-4».

Результаты и обсуждение

Данные о численности почвенных грибов из проб субстратов за периоды вегетации 1981—1982 гг. приведены на рисунке.

Как свидетельствуют данные, общим для всех исследуемых тепличных субстратов является значительная активизация развития почвенных грибов. Если в начале вегетационного периода средняя численность грибов всех проб была 4,4 тыс. на 1 г абс. сухого субстрата, то в конце его—669,0. За вегетационный период 1982 г. максимум численности грибов выпал на июнь и август. Это объясняется экологическими условиями. К этому времени в субстратах увеличивается содержание питательных и биоактивных веществ, усиливаются микробиологические процессы. Поступление свежего органического вещества, недоступного для бактерий и актиноидетов, стимулирует развитие микроскопических грибов. Если рассматриваемые опытные варианты проанализировать по отдельным субстратам, то можно отметить следующее. Наименьшее количество наблюдалось в верховом торфе первого года использования — от 13,0 до 240 тыс. на 1 г абс. сухого субстрата. Наглядно это проявляется в опыте 1981 г., где на верховом торфе первого года использования выращивали огурцы. Наименьшее содержание почвенных грибов в этом субстрате по сравнению с другими дает основание предполагать, что в первый год использования процессы разложения торфа протекают менее энергично чем во второй. Далее в сторону увеличения следуют варианты: верховой торф второго года использования, полевая почва с навозом и соломенные тюки, где количество микроскопических грибов почти одинаково. Различия наблюдались только в амплитуде колебаний численности грибов. В верховом торфе амплитуда колебаний была довольно значительной. Например, если в мае в 1982 г. численность грибов была 15,0, то в июне их максимум 580,0, в июле же резкое снижение до 77,0, а в августе опять повышение до 250,0 тыс. на 1 г абс. сухого субстрата. В то же время в тепличном субстрате полевой почвы с навозом месячные колебания количества грибов были весьма плавными с постепенным непрерывным повышением от минимума содержания



Динамика численности почвенных грибов в различных тепличных субстратах. 1 — верховой торф первого года использования, 2 — верховой торф второго года использования, 3 — полевая почва с навозом, 4 — смесь торфа и соломенной резки, 5 — соломенные тюки, 6 — остатки соломенных тюков предыдущего года.

в апреле до максимума в августе. Колебание численности грибов в течение двух вегетационных периодов дает основание предполагать какую-то причинную обусловленность этого явления, не связанного ни с температурой, ни с влажностью, ни с выращиванием культур. Нельзя также считать причиной плавного повышения количества грибов постепенное обогащение субстрата питательными веществами, которое прежде всего отразилось бы на динамике численности грибов и в других субстратах. Причина скорее всего заключается в агрохимических особенностях самого субстрата. Это подтверждается данными дисперсионного анализа по взаимосвязи различных факторов влияния.

В тепличных субстратах — смеси торфа с соломенной резкой и смеси торфа с остатками соломенных тюков предыдущего года (только в опыте 1982 г.) — численность грибов была значительно выше, чем во всех остальных. Если в апреле и мае (начало вегетации) количество грибов как в тех, так и в других субстратах было практически одинаковым или даже меньше, то в июне оно резко возросло до 19,0 млн. на 1 г абс. сухого субстрата и оставалось на этом уровне, незначительно варьируя, до конца выращивания. Увеличение численности грибов связано с разложением соломы. Известно, что внесение в почву соломы вместе с минеральными азотными удобрениями всегда стимулирует жизнедеятельность микрофлоры, так как она является относительно доступным источником углерода и усиливает биологическую активность почвы (Верниченко, Мишустин, 1980).

Очень большая численность почвенных грибов в июне говорит о ведущей роли на этом этапе разложения соломенных остатков микроскопических грибов по сравнению с другими группами микроорганизмов. Этот факт подтверждают данные, полученные из параллельных исследований при определении динамики численности разных физиологических групп микроорганизмов (Пярсим, Паэ, 1984).

По данным литературы, численность грибов в полевой почве обычно достигает десятки, а изредка и сотни тысяч (Рахно и др., 1971).

Интересно отметить, что количество грибов в соломенных тюках оказалось несколько меньшим, чем в других субстратах торфа с соломой, хотя максимум численности грибов наблюдается и в июне. По-видимому, состав микробных сообществ и интенсивность микробиологических процессов в чистой соломе и смеси торфа с соломой в какой-то мере различаются даже при воздействии одинаковых экологических факторов.

Анализируя численность грибов с точки зрения влияния влажности и рН-среды, можно отметить, что в защищенном грунте, где поддерживается оптимальный режим влаги, изменения содержания влажности в пределах 75—80% никакого влияния на количество грибов не оказывает. Снижение влажности ниже названного уровня (июль 1982 г.) содействовало уменьшению количества грибов. Особенно резко оно снизилось в торфе второго года использования, где уменьшение влажности субстрата достигало 70%. Эту связь подтвердил и корреляционный анализ ($r=0,353$).

Данные, полученные при определении влияния различных значений реакции среды рН от 5,0 до 7,0 на количество микроскопических грибов, показывают, что при сравнении различных тепличных субстратов достоверных различий между этими двумя показателями не обнаружено ($r=-0,144$). Однако отмечено, что при снижении влажности субстратов повышается кислотность среды.

Если по количеству почвенных грибов в какой-то степени можно судить об интенсивности биологических процессов, происходящих в тепличных субстратах, то изучение качественного состава грибов дает дополнительные сведения о качественных факторах, обуславливающих формирование определенных ценозов в зоне роста растений.

Число разных родов почвенных грибов в различных тепличных субстратах

Тепличный субстрат	Месяц отбора проб					
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
Верховой торф первого года использования	2	7	6	6	6	3
Верховой торф второго года использования	3	8	8	7	6	7
Полевая почва с навозом	8	7	7	8	9	9
Смесь торфа и соломенной резки	3	6	9	6	8	6
Соломенные тюки	3	5	7	6	8	6
Остатки соломенных тюков предыдущего года	3	3	7	3	5	5

При исследовании качественного состава микромицетов в тепличных субстратах был идентифицирован 31 род почвенных грибов. Большинство этих родов принадлежит к несовершенным грибам (*Fungi Imperfecti*) — *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botryotrichum*, *Botrytis*, *Cephalosporium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Fusidium*, *Helicodendron*, *Helminthosporium*, *Humicola*, *Heterosporium*, *Monosporium*, *Ovularia*, *Penicillium*, *Stachybotrys*, *Stemphylium*, *Stilbella*, *Stysanus*, *Torula*, *Trichoderma*, *Trichosporium*, *Trichothecium*, *Verticillium*, *Volutella*, три рода — к *Phycomycetes* — *Mortierella*, *Mucor*, *Saprolegnia* и три рода — к *Ascomycetes* — *Chaetomium*, *Chaetomella*, *Coniothyrium*.

В тепличных субстратах преобладали грибы родов *Torula*, *Mortierella*, *Saprolegnia*, *Penicillium*, *Trichoderma*. Только в отдельных случаях (2—4 колонии на одну чашку Петри) встречались *Botrytis*, *Cladosporium*, *Coniothyrium*, *Helminthosporium*, *Stilbella*, *Trichosporium*, *Verticillium*.

Встречаемость родов почвенных грибов изменялась по месяцам и по тепличным субстратам (табл. 1). Например, если в апреле во всех субстратах обнаружены грибы 22 разных родов, то в июне 44 и в августе 42. Больше всего почвенных грибов было в субстрате полевой почвы с навозом. Характерными для этого субстрата были представители родов *Fusarium*, *Mortierella*, *Mucor*, *Penicillium*, *Torula*, *Trichoderma* и другие. Род *Verticillium* обнаружен только в этом субстрате. В торфе доминировали роды *Mucor*, *Mortierella*, *Fusarium*, *Ovularia*, *Penicillium*.

Представители родов *Chaetomella*, *Chaetomium*, *Fusidium*, *Helicodendron*, *Humicola*, *Stysanus*, *Trichosporium* и *Volutella* наблюдались лишь в субстратах с соломой. Исследования показали, что в процессе разложения соломы в апреле и в мае на первом месте по количеству были *Mortierella* и *Torula*, затем *Ovularia*. В июне достигают максимума *Saprolegnia* и *Volutella*. Род *Mortierella* остается тоже доминирующим. В это время наблюдается появление таких родов почвенных грибов как *Botrytis*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Stysanus*. В июле продолжает доминировать *Saprolegnia*, но на следующем месте *Chaetomium* и *Trichoderma*. В конце вегетации, т. е. в августе и сентябре доминантами грибных сообществ являлись роды *Alternaria*, *Fusarium*, *Mucor*, *Penicillium* и *Trichoderma*. Таким образом, почвенные грибы селекционируются многими органическими соединениями, которые высвобождаются на разных этапах в процессе разложения соломы. В первую очередь разлагаются наиболее доступные компоненты соломы — пентозаны, простые сахара, белки. В это время развиваются муконовые и пикнидиальные грибы (Теперь и др., 1975; Багданавичене, 1977; Иванова, 1978а, б). Позднее в разложение соломы включаются грибы родов *Aspergillus*, *Mucor*. Вслед за разложением пектиновых веществ начинается интенсивное разложение клетчатки и близких к ней соединений. Муконовые грибы сменяются грибами из родов *Alternaria*, *Dematium*, *Monotospora*, *Penicil-*

Влияние различных факторов на численность почвенных грибов
(по трехфакторному дисперсионному анализу)

Факторы	Степени свободы	Критерий Фишера
Тип субстрата А	4	72.021**
Время анализа В	4	84.988**
Овощная культура С	1	3.891*
Взаимодействие факторов:		
А×В	16	29.950**
А×С	4	19.730**
В×С	4	37.752**
А×В×С	16	8.987**

Примечание. * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$.

lium, *Phoma*, *Stachybotrys*, *Trichoderma* (Каневская, 1965; Теппер, 1976). Так со временем меняется качественная характеристика грибов и другие показатели субстрата, меняется и взаимосвязь между ними.

В результате дисперсионного анализа полученных данных (табл. 2) выяснилось, что существенные различия наблюдаются как между вариантами субстратов и сроками отбора проб для анализа, так и между возделываемыми овощными культурами. Большое значение совместного воздействия этих факторов (взаимодействия субстрат и месяц, субстрат и овощная культура, месяц и овощная культура и т. д.) показывает, что в различных субстратах месячная динамика численности грибов различна.

Таким образом, частота встречаемости и разнообразие родов почвенных грибов не случайны, а обусловлены трофическими связями определенного агроценоза. Следовательно, почвенные грибы — та основная биогеоценоза, на которой сформировалась общая экосистема.

Наши данные позволяют сделать вывод, что разные тепличные субстраты оказывают различное влияние на ценоотическую структуру грибных сообществ и приводят к ее перестройке, а это в свою очередь, вызывает различную интенсификацию круговорота веществ. Очень большая численность почвенных грибов и цикличность их развития, вероятно, следует из того, что тепличные субстраты в экологическом отношении представляют собой совершенно другой почвенный тип с обилием доступного органического вещества и благоприятным гидротермическим режимом.

ЛИТЕРАТУРА

- Багданавичене З. П. Корреляционные связи численности микофлоры и почвенные микроатропод в период разложения соломы и люпина. — В кн.: Достижения и задачи в области микробиологии в Советской Литве. Вильнюс, 1977, 98—100.
- Верниченко Л. Ю., Мишустин Е. Н. Влияние соломы на почвенные процессы и урожай сельскохозяйственных культур. — В кн.: Использование соломы как органического удобрения. М., 1980, 2—33.
- Иванова Б. И. Изменение химических компонентов соломы в процессе ее гумификации. — Изв. ТСХА, 1978а, вып. 3, 142—149.
- Иванова Б. И. Ассоциации микроорганизмов, участвующих в синтезе и минерализации гумусовых веществ при разложении соломы. — В кн.: Микробиологические процессы в почвах и урожай сельскохозяйственных культур. Материалы к республиканской конференции 6—7 июля 1978 г. Вильнюс, 1978б, 127.
- Каневская И. Г. Почвенные грибы, разрушающие целлюлозу и некоторые ее производные, имеющие промышленное значение. Автореф. канд. дис. Л., 1965.

- Ковалёва С. Е. Микофлора, обуславливающая разложение растительных остатков некоторых сельскохозяйственных культур. — Микология и фитопатология, 1971, 5, 329—335.
- Лугаускас А. Ю. Почвенные грибы в микробных сообществах в разных экологических условиях. — В кн.: Микробные сообщества и их функционирование в почве. Киев, 1981, 187—196.
- Пярсим Э., Паз А. Динамика численности почвенных микробов и интенсивность продуцирования CO₂ в некоторых тепличных субстратах. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1984, 33, 285—293.
- Рахно П., Аксель М., Сирп Л., Рийс Х. Динамика численности почвенных микроорганизмов и соединений азота в почве. Таллин, 1971.
- Сеги Н. Разложение клетчатки и плодородие почвы. Автореф. докт. дис. М., 1973.
- Теппер Е. З., Иванова Б. И., Ганжара Н. Ф. Синтез и минерализация гумусовых веществ и участие микроорганизмов в этих процессах. — Изв. ТСХА, 1975, вып. 2, 131—133.
- Höflich, G. Einsatz von Bioziden zur Beeinflussung der Bodenmikroflora und deren Umsetzungen. 2. Mitteilung: Wechselbeziehungen zwischen veränderter Mikroorganismenpopulation und dem Abbau von Stroh. — Zbl. Bacteriol. Parasitenk., Infektionskrankh. und Hyg. Abt. 2., 1977, 132, 67—74.
- Wani, S. P., Shinde, P. A. Studies on biological decomposition of wheat straw. I. Screening of wheat straw decomposing microorganisms *in vitro*. — Plant and Soil, 1977, 47, 13—16.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
30/XII 1983

Evi PÄRSIM, Ao PAE, Maria AKSEL

MULLASEENTE ARVUKUS JA KOOSTIS KATMIKALA SUBSTRAATIDES

Mullaseente erinevate perekondade arvukus ületab katmikala substraatis (rohke omatatava orgaanilise aine sisaldus ja soodne hüdrotermiline režiim) kümme ja enam korda nende arvukuse põllumuldades. Kokku identifitseeriti 31 mullaseente perekonda. Enamlevinud perekonnad olid *Mortierella*, *Penicillium*, *Saprolegnia*, *Torula*, *Trichoderma*. Mullaseente erinevate perekondade esinemus ja liigiline koostis sõltub konkreetsest kasvustubstraadist: nende hulk on kõige väiksem turbasubstraadis selle esimesel kasutusaastal, kõige suurem aga põhuga katsevariantides. Erinevaid perekondi esineb kõige arvukamalt substraadis, mis koosneb põllumullast ja sõnnikust. Mullaseente arvukus on positiivses korrelatsioonis substraadi niiskusesisaldusega ($r=0,353$). Muutused keskkonna reaktsioonis (pH vahemikus 5,0—7,0) ei mõjuta mullaseente arvukust ($r=-0,144$).

Evi PÄRSIM, Ao PAE, Maria AKSEL

NUMBER AND SPECIFIC COMPOSITION OF SOIL FUNGI IN GREENHOUSE SUBSTRATES

The number of the genera of soil fungi in greenhouse substrates exceeded tenfold or more that in arable soil, due to the abundance of organic matter and a favourable temperature and moisture regime in the former. 31 genera were identified, the most abundant being *Mortierella*, *Penicillium*, *Saprolegnia*, *Torula*, *Trichoderma*. The prevalence and association of the genera depended on the growth substrate. The count was lowest in the fresh peat and highest in straw substrates. The greatest number of genera was found in the substrate consisting of field soil and manure. There was a positive correlation ($r=0.353$) between the count of fungi and the moisture of the substrate. The pH change from 5.0 to 7.0 exerted no effect ($r=-0.144$).