

Ризосфера малообъемной культуры огурца: микологический аспект

© Н.Н. Гринько

**Grin'ko N.N. Rhizosphere of small volume culture of cucumber:
a mycological aspect**

*Adler Experimental Station of N.I. Vavilov Research Institute of Plant Industry,
Lenin str. 95, Adler district, 354341, Sochi, Krasnodar krai, Russia*

**Species assemblages of micromycetes in rhizosphere of healthy and diseased by root rot
cucumber plants in culture on small volume peat substrata are discussed**

Группировки сапротрофных микромицетов ризосферы культивируемых растений оказывают существенное влияние на механизмы возникновения и развития трахеомикозов, снижающих продуктивность растений и нарушающих стабильность защищенного грунта (Гринько и др., 1998; Гринько, 2001). Взаимоотношения между грибами и корневой системой определяются видом растения и фенофазами развития, почвенно-экологическими условиями. Влияние ризосферы фиксируется уже на ранних фазах развития растений, поскольку микробиота формируется преимущественно из числа микроорганизмов, обитающих на поверхности семян (Srivastava, Dayal, 1986) и в почве (Кураков, Костина, 1996).

Воздействие ризосферы усиливается с возрастом растений, достигая максимума в фазе интенсивного вегетативного роста (Bohra, Panwar, 1986). Микробиота ризосферы в силу массовости и характера распределения обладает преимуществом перед почвенной микрофлорой в конкуренции за субстраты — отмирающие и погибшие корни. Быстрая минерализация последних осуществляется благодаря комплексу ферментов, которыми обладают микроорганизмы ризосферы.

В почве, прилегающей к растущему растению, происходят характерные изменения соотношений между группами микроорганизмов, которые различаются по потребностям в питательных веществах. Чаще всего стимулируется развитие микроорганизмов, максимальный рост которых обеспечивают аминокислоты.

В зоне ризосферы, относительно гомогенной по многим свойствам (количество питательных субстратов, влажность, концентрации ингибиторов и стимуляторов роста), количественные и видовые изменения микробиоты регламентируются наличием доступных элементов питания (Азаров, 1983). Отслаивающиеся эпидермальные клетки вполне могут увеличивать численность грибов, разлагающих клетчатку. Корневые экссудаты относятся к оптимальным источникам, стимулирующим развитие ризосферной микробиоты (Elmer, Lacy, 1987). В меньшей степени, по сравнению с почвой, формирование микробиоты ризосферы подвержено влиянию вносимых в почву минеральных и

органических удобрений. Вместе с тем, последние могут оказывать определенное действие, стимулируя рост растений. Поэтому в ризосфере растений с оптимальным уровнем питания популяции микромицетов достигают максимума быстрее, чем при его недостатке. При этом меняются соотношения между отдельными группами или видами грибов. Благодаря этому возрастает интенсивность микробиологических процессов, повышается растворимость железистых и магниевых соединений. Все вышеизложенное свидетельствует в пользу способности микромицетов ризосферы влиять на интенсивность процессов, связанных с улучшением условий питания растений (Войнова-Райкова и др., 1986).

Общепринято считать, что в ризосфере преобладают непатогенные микроорганизмы. Вместе с тем, при массовом развитии трахеомикозов и корневых гнилей, около корней пораженного растения соответствующий патогенный вид накапливается в значительных количествах (Гринько и др., 1998). Следовательно, под влиянием присутствующей в почве популяции патогена, инфицирующего растение, происходит существенная перестройка структуры микробиоты ризосферы (Великанов, 1997). Численность и состав микробиоты в значительной степени определяется характером развития заболевания. Ризосферу устойчивых к трахеомикозному увяданию растений колонизируют чаще всего антагонисты (Bourbos, Skoudridakis, 1987). Большой численностью характеризуется микробиота здоровой корневой системы (Singh, Khara, 1991).

Микробиота ризосферы огурца (*Cucumis sativus* L.) в условиях защищенного грунта изучена фрагментарно в некоторых регионах России (Русанов, 1992; Кураков, Костина, 1996, 1998) и в западной Грузии (Дадалаури, Котетшили, 1987). До проведения наших исследований, данные о группировках ризосферных микромицетов огурца, вегетирующего на малых объемах субстрата, отсутствовали.

Материал и методы

В 1990–1998 гг. был исследован видовой состав микромицетов ризосферы огурца (гибрид F₁ «Апрельский»), выращиваемого на торфяных субстратах в условиях малообъемной гидропоники весенних теплиц опытно-производственного хозяйства «Субтропическое» Черноморского побережья Краснодарского края. Для малообъемного способа выращивания огурца использовали торфосубстраты из верхового фрезерного торфа «Новобалт» (степень разложения до 10%, зольность 5%) следующего состава:

I (К)	II (ТВ)	III (ТСП)	IV (ТМП)
компост:	торф	торфоплиты сухого прессования (ТУ-214 РСФСР 9-184-83), исходный размер 0.3 × 0.3–0.05–0.06 м при размачивании увеличивался в 3 раза, образуя 13–15 л торфа	торфоблоки мокрого прессования (ТУ-214 РСФСР 9-181-82), размер 1 × 0.5–0.04–0.05 м
торф верховой (80%) +	верховой		
куриный помет (20%)			

Контейнеры — мешки из прозрачной полиэтиленовой пленки — содержали 3 типа субстратов: К, ТВ, ТСП. В малообъемную установку — асбестоцементные желоба — закладывали субстрат (ТМП). Объем субстрата в контейнерах составлял 10 л, в гидропонике — 3 л. Режимы выращивания культуры огурца поддерживали на уровне рекомендуемого оптимума (Тарасенко, Стрижак, 1990).

Ризосферные грибы выделяли методом почвенных разведений на агаризованной среде Чапека (Литвинов, 1969). Идентификация микромицетов проводилась по определителям, упомянутых в работе Гринько (2001). Встречаемость видов оценивалась по следующей шкале (в %): до 30 — *случайные*, от 30 до 50 — *типичные частые*, более 50 — *доминанты* (Мирчинк, 1988).

Для оценки степени сходства видового разнообразия комплексов микромицетов в ризосферах торфосубстратах применили коэффициенты сходства Жаккара (C_j) и Съеренсена (C_s) и коэффициент общности Жаккара (CC_j — Методы ..., 1982).

Результаты

Комплекс ризосферных микромицетов растений, выращиваемых в торфосубстратах контейнеров и малообъемной гидропоники, представлен 62 видами, относящимися к 25 родам, 2 порядкам и 2 классам отделов *Zygomycota* и *Deuteromycota*. Преобладают виды родов *Penicillium* (12 видов), *Aspergillus* (7), *Fusarium* (10), *Acremonium* (3), *Alternaria* (3). Другие роды насчитывают по 1–2 вида (табл. 1).

Корнеобитаемую зону здоровых растений колонизировали 62 вида, а пораженных — 61, в том числе:

	в компосте	в ТВ	в ТСП и ТМП
здоровые растения	45	30	34
пораженные растения	40	32	36

Количество *доминантных* и *типичных частых* видов в ризосферах субстратах здоровых растений огурца составляло:

в компосте	в ТВ	в ТМП
17 (37.7%)	7 (29.3%)	2 (5.9%)

В ризосфере пораженных растений увеличивалось содержание *доминантов* и *типичных частых* видов и достигало:

в компосте	в ТВ	в ТСП	в ТМП
22 (52.5%)	17 (53.2%)	15 (41.7%)	8 (22.2%)

Комплекс микробиоты ризосферы огурца в компосте контейнеров представлен 54 видами микромицетов, относящимися к 25 родам. Под здоровой и пораженной корневой системой обитало 45 и 40 видов из 23 и 21 родов соответственно.

Табл. 1 — Микромицеты ризосферы растений огурца
на малых объемах субстрата

Tab. 1 — Micromycetes in cucumber rhizosphere on small volume substrata

Вид / Species	Частота встречаемости, % Frequency of species, %								
	Здоровые / Healthy plants				Пораженные / Diseased plants				
	контейнеры / containers			ГП/ hp	контейнеры / containers			ГП/ hp	
	K	ТВ	ТСП	ТМП	K	ТВ	ТСП	ТМП	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Acremonium roseum</i> (Oudem.) W. Gams	50.0	36.1	41.7	—	—	46.7	44.8	—	
<i>A. strictum</i> W. Gams	27.8	13.9	—	—	—	—	51.7	46.4	
<i>A. vitis</i> Catt.	8.3	—	16.6	—	20.6	—	—	—	
<i>Aphanocladium al- bum</i> (Preuss) W. Gams (<i>Acremonium album</i> Preuss)	94.4	52.7	59.4	25.0	82.4	50.0	—	10.7	
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	27.7	41.7	—	—	72.2	46.7	17.2	17.9	
<i>A. solani</i> Sorauer	35.9	—	20.5	12.5	55.9	—	31.3	—	
<i>A. tenuissima</i> (Kunze) Wiltshire	33.3	—	2.8	5.6	—	43.3	37.9	46.4	
<i>Arthrobotrys oligo- spora</i> Fresen.	—	8.3	13.8	—	—	—	—	—	
<i>Aspergillus clavatus</i> Desm.	22.2	—	—	16.6	61.8	30.0	—	—	
<i>A. flavus</i> Link	—	13.9	5.6	11.0	—	—	24.1	—	
<i>A. niger</i> Tiegh.	36.1	63.9	59.4	16.7	44.1	56.7	—	25.0	
<i>A. repens</i> (Corda) Sacc.	25.0	11.1	—	—	55.9	53.3	41.4	17.9	
<i>A. tamarii</i> Kita	13.9	—	19.4	—	—	—	50.2	39.3	
<i>A. versicolor</i> (Vuill.) Tirab.	25.0	36.1	—	11.1	38.2	10.0	41.4	—	
<i>A. wentii</i> Wehmer	—	19.3	16.7	8.3	14.7	—	10.3	14.3	
<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	36.1	22.1	25.0	13.9	73.5	40.0	44.8	—	
<i>B. terrestris</i> C.N. Jensen	55.6	—	—	30.6	79.4	—	—	35.7	
<i>Cladosporium cucu- merinum</i> Ellis et Ar- thur	19.4	—	16.7	—	44.1	4.3	41.4	—	
<i>C. herbarum</i> (Pers.) Link	25.0	11.1	—	—	35.3	—	—	35.7	
<i>Colletotrichum orbicu- lare</i> (Berk. et Mont.) Arx (<i>C. lagenarium</i> (Pass.) Ellis et Halst.)	33.3	—	—	—	47.1	23.3	—	—	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Curvularia lunata</i> (Wakker) Boedijn	—	8.3	—	22.6	—	—	10.5	—
<i>C. subulata</i> (Nees) Boedijn	13.9	16.7	8.3	—	—	—	—	10.7
<i>Drechslera graminea</i> (Rabenh.) Shoemaker	38.9	—	—	—	18.3	—	—	—
<i>Fusarium avenaceum</i> (Corda) Sacc.	—	—	2.8	2.6	5.9	3.3	3.4	—
<i>F. culmorum</i> (W.G. Sm.) Sacc.	8.3	—	—	—	8.8	—	—	—
<i>F. gibbosum</i> Appel et Wollenw.	—	—	5.6	2.7	—	—	—	10.7
<i>F. javanicum</i> Koord.	2.7	5.6	—	—	11.8	3.3	3.4	7.1
<i>F. lateritium</i> Nees	2.6	—	—	—	—	—	—	7.1
<i>F. moniliforme</i> J. Shield.	5.6	—	—	—	—	—	—	3.6
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i> J.H. Owen	8.3	5.8	2.7	2.9	14.7	6.7	3.4	14.3
<i>F. sambucinum</i> Fuckel	—	2.6	—	—	8.8	—	—	—
<i>F. incarnatum</i> (Desm.) Sacc. (<i>F. semitectum</i> Berk. et Ravenel)	—	—	—	2.7	5.9	—	—	10.7
<i>F. solani</i> (Mart.) Sacc.	5.6	2.7	2.5	2.6	8.8	3.3	3.4	10.7
<i>Gliocladium roseum</i> Bainier	41.7	5.6	8.3	—	23.5	—	—	—
<i>Mucor hiemalis</i> Weh- mer	33.3	27.7	16.7	7.1	50.0	40.0	34.5	46.4
<i>Myrothecium verruca- ria</i> (Alb. et Schwein.) Ditmars	44.4	—	—	27.8	44.1	—	17.2	—
<i>Penicillium</i> <i>brevicompactum</i> Dierckx	25.0	—	5.6	2.8	20.6	10.0	3.4	7.1
<i>P. citrinum</i> Thom	58.3	33.3	19.4	13.9	41.2	33.3	—	23.6
<i>P. cyclopium*</i> Westling	63.9	—	—	30.6	50.0	—	—	25.0
<i>P. decumbens</i> Thom	—	35.3	8.3	5.6	—	—	41.3	—
<i>P. dierckxii</i> Biourge (<i>P. fellutanum</i> Biourge)	27.8	—	11.1	13.9	11.8	30.0	—	28.5
<i>P. glabrum</i> (Wehmer) Westling	—	—	8.5	16.7	—	30.0	24.1	10.7
<i>(P. frequentans</i> Wes- tling)								
<i>P. jensenii</i> Zalewski (<i>P. godlewskii</i> Zalewski)	11.1	13.8	—	—	—	10.0	6.9	—
<i>P. lanosocoeruleum*</i> Thom	—	8.3	5.6	—	14.7	—	—	7.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>P. rolfsii</i> Thom	—	—	—	13.8	17.6	—	10.3	—
<i>P. rubrum</i> Sopp	8.0	—	19.4	—	—	—	10.3	14.3
<i>P. stoloniferum*</i> Thom	—	—	25.0	16.7	—	16.7	—	—
<i>P. verruculosum</i> Peyronel	—	—	30.6	19.4	73.5	—	—	14.3
Rhizoctonia solani J.G. Kühn	8.3	5.6	—	—	—	23.3	13.8	—
Rhizopus stolonifer <i>var. stolonifer</i> (Ehrenb.) Vuill. (<i>Rh. nigricans</i> Ehrenb.)	16.7	—	13.9	—	20.6	33.3	31.0	25.0
Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de Bary	27.8	16.7	—	—	44.1	40.0	37.9	—
Scolecobasidium terreum E.V. Abbott	2.7	—	—	8.3	26.5	—	—	42.9
Stachybotrys alternans Bonord.	36.1	—	—	19.4	—	16.7	10.3	—
S. cylindrospora C.N. Jensen	19.4	13.9	—	—	—	—	6.9	7.1
Stemphylium botryosum Wallr.	11.1	—	—	16.7	29.4	—	—	35.7
Stysanus stemonitis Peck	33.3	25.0	30.6	13.9	35.3	—	37.9	—
Trichoderma harzianum Rifai	27.9	22.2	—	—	—	26.6	—	25.0
T. koningii Oudem.	—	—	19.4	16.7	26.5	6.7	13.8	—
T. viride Pers.	25.0	8.3	—	—	10.0	10.0	10.3	17.9
Trichothecium roseum (Pers.) Link	91.5	—	36.1	—	79.4	13.3	24.1	21.4
Ulocladium consortiale (Thüm.) E.G. Simmons	—	—	13.9	19.4	—	40.0	34.5	25.0
Verticillium albo-atrum Reinke et Berthold	—	—	11.1	25.0	38.2	40.0	24.1	10.7

Условные обозначения: ГП — гидропоника; К — компост, ТВ — торф верховой, ТСП — торфоплиты сухого прессования, ТМП — торфоблоки мокрого прессования.

Abbreviations: hp — hydroponics, K — compost, TB — peat from elevated bog, TSP — peat slabs of dry pressing, TMP — peat blocks of wet pressing.

***Примечание.** Ряд исследователей рассматривают *Penicillium cyclopium* и *P. lanosoceruleum* как синонимы *P. aurantiogriseum* Dierckx, а *P. stoloniferum* как синоним *P. brevicompactum*. В данной работе сохранены эпитеты *Penicillium cyclopium*, *P. lanosoceruleum* и *P. stoloniferum*, устоявшиеся в советских руководствах (прим. редакции).

В ризосферном компосте под здоровой корневой системой доминировало 6 видов микромицетов — *Acremonium roseum*, *Aphanocladium album*, *Botrytis terristris*, *Penicillium citrinum*, *P. cyclopium*, *Trichothecium roseum*, а к типичным час-

тым относилось 11 (37.7%) видов — *Alternaria solani*, *A. tenuissima*, *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum orbiculare*, *Drechslera graminea*, *Gliocladium roseum*, *Mucor hiemalis*, *Myrothecium verrucaria*, *Stachybotrys alternans*, *Stysanus stemonitis*. Под пораженными растениями доминировало 10 видов — *Alternaria alternata*, *A. solani*, *Aphanocladium album*, *Aspergillus clavatus*, *A. repens*, *Botrytis cinerea*, *B. terrestris*, *P. cyclopium*, *P. verruculosum*, *T. roseum* и 9 типичных частых — *Aspergillus niger*, *A. versicolor*, *Cladosporium herbarum*, *C. cucumerinum*, *Colletotrichum orbiculare*, *Myrothecium verrucaria*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Stysanus stemonitis*, *Verticillium alboatum*, составивших 52.5% от числа выделенных видов.

Под здоровой и пораженной корневой системой огурца в ризосферном компосте встречалось 4 общих доминанта — *Aphanocladium album*, *Botrytis terrestris*, *Penicillium cyclopium*, *Trichothecium roseum* и 4 типичных частых — *Aspergillus niger*, *Colletotrichum orbiculare*, *Myrothecium verrucaria*, *Stysanus stemonitis*.

В ризосферном компосте здоровой корневой системы обитали 14 потенциальных возбудителей болезней (31%) — *Alternaria alternata*, *A. solani*, *A. tenuissima*, *Botrytis cinerea*, *B. terrestris*, *Cladosporium cucumerinum*, *C. herbarum*, *Colletotrichum orbiculare*, *Curvularia subulata*, *Fusarium oxysporum f. sp. cucumerinum*, *F. solani*, *Myrothecium verrucaria*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*. В компосте под пораженной корневой системой огурца встречались 12 патогенных видов (30%) — *Alternaria alternata*, *A. solani*, *Botrytis cinerea*, *B. terrestris*, *Cladosporium cucumerinum*, *C. herbarum*, *Colletotrichum orbiculare*, *Fusarium oxysporum f. sp. cucumerinum*, *F. solani*, *Myrothecium verrucaria*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Verticillium alboatum*. Несмотря на отсутствие существенных различий видового состава и активности потенциальных патогенов в ризосферном компосте под здоровыми и пораженными растениями, в последнем они обильнее. Так, в ризосфере здоровых растений 57% потенциальных патогенных грибов — случайные обитатели, а под пораженными корнями — лишь 16.7%.

Комплекс микромицетов в ризосферном торфе верховом (ТВ) контейнерной культуры огурца представлен 45 видами из 20 родов, в том числе под здоровой корневой системой — 30, под пораженной — 32 (из 17 и 18 родов соответственно). Под здоровыми растениями огурца доминировало 3 вида — *Aphanocladium album*, *Aspergillus niger*, *A. versicolor*, а к числу типичных частых относилось 4 вида — *Alternaria alternata*, *Acremonium roseum*, *Penicillium citrinum*, *P. decumbens*, составивших 23.3% от количества выделенных. Под пораженной корневой системой огурца встречалось 3 доминанта — *Aphanocladium album*, *Aspergillus niger*, *A. repens* и 13 (53.3%) типичных частых видов — *Acremonium roseum*, *Alternaria alternata*, *A. tenuissima*, *Aspergillus clavatus*, *Botrytis cinerea*, *Mucor hiemalis*, *Penicillium citrinum*, *P. dierckxii*, *P. glabrum*, *Rhizopus stolonifer* var. *stolonifer*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Ulocladium consortiale*, *Verticillium alboatum*. Общие доминантные виды в ризосферном ТВ под здоровой и пораженной корневой системой огурца — *Aphanocladium album*, *Aspergillus niger*, а типичные частые — *Acremonium roseum*, *Alternaria alternata* и *Penicillium citrinum*. Следует отметить, что из вышеперечисленных видов *Aphanocladium album* также доминировал в ризосферном компосте. В ризосфере здоровых растений в ТВ встречалось 9

потенциальных патогенов (30%) — *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium herbarum*, *Curvularia lunata*, *C. subulata*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, *F. solani*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*. Комплекс ризосферной микробиоты под пораженной корневой системой огурца в ТВ содержал 12 потенциальных патогенов (37.5%) — *Alternaria alternata*, *A. tenuissima*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium cucumerinum*, *Colletotrichum orbiculare*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, *F. solani*, *Rhizoctonia solani*, *Rhizopus stolonifer* var. *stolonifer*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Ulocladium consortiale*, *Verticillium alboatrum*.

В группировках потенциальных патогенов под здоровой и пораженной корневой системой наблюдались различия по представленности видов и частоте встречаемости. В ризосферном ТВ здоровых растений из числа вышеперечисленных патогенных микромицетов 8 (88.9%) составляют случайные виды. Напротив, под пораженной корневой системой редкие виды составляли лишь 25% от количества выделенных, а другие потенциальные патогенные микромицеты относились к типичным частым.

Несмотря на незначительное варьирование таксономической структуры группировок потенциальных патогенов, они представлены меньшей долей доминантов и типичных видов в ризосферном ТВ по сравнению с комплексом микромицетов огурца в компосте контейнеров.

Состав микромицетов ризосфера контейнерной культуры огурца в торфоплитах сухого прессования (ТСП) представлен 48 видами из 22 родов, в том числе под здоровыми растениями — 34, под пораженными — 36 (из 18 и 19 родов соответственно).

Комплекс микромицетов ризосфера здоровых растений огурца в ТСП представлен двумя доминантами — *Aphanocladium album*, *Aspergillus niger* и 4 типичными частыми видами — *Acremonium roseum*, *Penicillium verruculosum*, *Stysanus stemonites*, *Trichothecium roseum*, составившими 19.1 % от числа выделенных. В ризосферном субстрате ТСП под пораженной корневой системой огурца встречалось 2 доминанта — *Acremonium strictum*, *Aspergillus tamarii* и 13 типичных частых видов (41.7%) — *Acremonium roseum*, *Alternaria solani*, *A. tenuissima*, *Aspergillus repens*, *A. versicolor*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium cucumerinum*, *Mucor hiemalis*, *Penicillium decumbens*, *Rhizopus stolonifer* var. *stolonifer*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Stysanus stemonitis*, *Ulocladium consortiale*. Общих доминантов в ризосферном субстрате ТСП огурца не выявлено, а к числу типичных частых видов относились *Acremonium roseum* и *Stysanus stemonitis*. В составе ризосферной микробиоты под здоровыми растениями в ТСП встречалось 10 потенциальных патогенов (29.4%) — *Alternaria solani*, *A. tenuissima*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium cucumerinum*, *Curvularia subulata*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, *F. solani*, *Rhizopus stolonifer* var. *stolonifer*, *Ulocladium consortiale*, *Verticillium alboatrum*. Из корнеобитаемой зоны пораженных растений выделено 14 потенциально патогенных микромицетов (38.9%) — *Alternaria alternata*, *A. solani*, *A. tenuissima*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium cucumerinum*, *Curvularia lunata*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, *F. solani*, *Myrothecium verrucaria*, *Rhizoctonia solani*, *Rhizopus stolonifer* var. *stolonifer*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Ulocladium consortiale*, *Verticillium alboatrum*.

Характерно, что в ризосферном субстрате ТСП потенциально патогенные микромицеты под здоровыми растениями отнесены в разряд случайных видов, а под пораженными они составляют 50%.

Итак, в составе ризосферной микробиоты контейнерной культуры огурца в компосте, ТВ и ТСП, возбудители листовых пятнистостей, корневых и стеблевых гнилей — *Alternaria solani*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium cucumerinum*, *Colletotrichum orbiculare*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, *Myrothecium verrucaria*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Ulocladium consortiale*, *Verticillium alboatum* — составили 16.1% от количества изолированных видов. Следует отметить, что из вышеперечисленных микромицетов в ризосферном компосте пораженных растений огурца доминировали *Alternaria solani* и *Botrytis cinerea*. Типичные частые и случайные виды в сообществе микрофлоры здоровой корневой системы составили по 6.7%, а пораженной — соответственно 8.9 и 1.8%. Поэтому велика вероятность, что при изменении ряда абиотических факторов в контейнерной культуре, возможен переход потенциальных возбудителей болезней к паразитизму.

В малообъемной гидропонике ризосферу огурца, вегетирующего в торфокубиках мокрого прессования (ТМП), колонизирует 51 вид микромицетов из 20 родов. В корнеобитаемой зоне здоровых растений встречалось 34 вида, а пораженных — 36, относящихся соответственно к 16 и 17 родам. Несмотря на отсутствие доминантов в ризосферном субстрате ТМП малообъемной гидропоники, микробиота корнеобитаемой зоны характеризуется достаточно значительным видовым разнообразием. Под здоровыми растениями встречались типичные частые виды — *Botrytis terrestris*, *Penicillium cyclopium*, а под пораженными — *Acremonium strictum*, *Arthrobotrys oligospora*, *Aspergillus tamarii*, *Botrytis terrestris*, *Cladosporium herbarum*, *Mucor hiemalis*, *Scolecosbasidium terreum*, *Stemphylium botryosum*. Группировка потенциальных патогенов в ризосферном субстрате ТМП под здоровыми растениями включала 10 видов (29.4%) — *Alternaria solani*, *A. tenuissima*, *Botrytis cinerea*, *B. terrestris*, *Curvularia lunata*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, *F. solani*, *Myrothecium verrucaria*, *Ulocladium consortiale*, *Verticillium alboatum*. Под пораженной корневой системой обнаружено 11 потенциально патогенных видов (30.5%) — *Alternaria alternata*, *A. solani*, *A. tenuissima*, *Botrytis terrestris*, *Cladosporium herbarum*, *Curvularia subulata*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, *F. solani*, *Rhizopus stolonifer* var. *stolonifer*, *Ulocladium consortiale*, *Verticillium alboatum*. Несмотря на почти полную таксономическую идентичность группировок под пораженными растениями в ТМП, представленность типичных частых видов была выше и составляла 27% от числа изолированных потенциально патогенных грибов.

В ризосферных субстратах (компост [I], ТВ [II], ТСП [III], ТМП [IV]) под здоровой корневой системой огурца доминировало 7 видов микромицетов — *Aphanocladium album* (I—III), *Aspergillus niger* (II, III), *Acremonium roseum*, *Penicillium citrinum*, *P. cyclopium*, *Trichothecium roseum* (I), *A. versicolor* (II) и обитало 15 типичных частых видов — *Stysanus stemonites* (I, III), *Alternaria solani*, *A. tenuissima*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum orbiculare*, *Drechslera graminea*, *Gliocl-*

dium roseum, *Mucor hiemalis*, *Myrothecium verrucaria*, *Stachybotrys alternans* (I), *Alternaria alternata*, *Penicillium decumbens* (II), *P. verruculosum* (III), *Botrytis terrestris* (IV). Комплекс ризосферных микромицетов под пораженными корнями включал 13 доминантов — *Aphanocladium album*, *Aspergillus repens* (I, II), *Alternaria alternata*, *A. solani*, *Botrytis cinerea*, *B. terrestris*, *Mucor hiemalis*, *Penicillium cyclopium*, *P. verruculosum*, *Acremonium roseum* (I), *Aspergillus niger* (II), *A. strictum*, *A. tamarii* (II) и 18 типичных частых видов — *Penicillium citrinum*, *Verticillium alboatratum* (I, II), *Cladosporium cucumerinum*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Stysanus stemonitis* (I—III), *Aspergillus versicolor* (I, III), *Cladosporium herbarum* (I, IV), *Acremonium roseum*, *Rhizopus stolonifer* var. *stolonifer*, *Ulocladium consortiale* (II, III), *Alternaria tenuissima* (II—IV), *Colletotrichum orbiculare*, *Myrothecium verrucaria* (I), *Penicillium decumbens*, *P. dierckxii*, *P. glabrum* (II), *Scleocobasidium terreum*, *Stemphylium botryosum* (IV).

Потенциальные патогены, встречающиеся в ризосфере под здоровой корневой системой, представлены 18 видами (29%) — *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, *F. solani* (I—IV), *Cladosporium herbarum*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani*, *Alternaria alternata* (I, II), *Curvularia subulata* (I—III), *Alternaria solani*, *A. tenuissima* (I, III, IV), *Cladosporium cucumerinum*, *Rhizopus stolonifer* var. *stolonifer* (I, III), *Botrytis terrestris*, *Myrothecium verrucaria* (I, IV), *Curvularia lunata* (II, IV), *Ulocladium consortiale*, *Verticillium alboatratum* (III, IV), *Colletotrichum orbiculare* (I). Соотношение {доминанты+типичные частые/случайные виды} составляло 6/12 (33.3/66.7%). Ризосферные субстраты под пораженными растениями содержали 18 перечисленных выше патогенных микромицетов, но доминантов и типичных частых видов в их составе было уже 13 (72.2%). Подобная

Табл. 2 — Степень сходства комплексов микромицетов ризосферы огурца в субстратах контейнеров и малообъемной гидропоники

Tab. 2 — Similarity between species assemblages of micromycetes in cucumber rhizosphere in containers and small volume hydroponics substrata

Варианты /Variants	I	II	III	IV	Ia	IIa	IIIa
II	0.62/44	X					
III	0.58/34	0.56/49	X				
IV	0.57/34	0.46/33	0.61/51	X			
Ia	0.82/57	0.49/35	0.58/42	0.68/51	X		
IIa	0.72/51	0.62/35	0.64/51	0.56/40	0.65/44	X	
IIIa	0.63/47	0.59/40	0.66/46	0.54/40	0.54/38	0.67/54	X
IVa	0.66/47	0.52/32	0.56/43	0.55/37	0.63/41	0.50/33	0.49/36

Условные обозначения: числитель — коэффициент Съеренсена (C_s), знаменатель — коэффициент Жаккара (C_j , %); субстраты: I — К, II — ТВ, III — ТСП, IV — ТМП; в ризосфере здоровых и пораженных (а) растений.

Numeric values: numerator — Sørensen's coefficient (C_s), denominator — Jaccard's coefficient (C_j , %); I — compost, II — peat from elevated bog, III — peat slabs of dry pressing, IV — peat blocks of wet pressing; in rhizosphere of healthy and diseased (a) plants.

закономерность установлена в ризосферной микробиоте, формирующейся под пораженными растениями в почвогрунтах теплиц (Гринько и др., 1998).

Сравнительный анализ комплексов микромицетов в ризосферных субстратах контейнеров и малообъемной гидропоники по Жаккарду (C_j) и Съеренсену (C_s) выявил высокую совместимость в ризосферном компосте здоровых и пораженных растений ($C_j = 0.57$; $C_s = 0.82$ — см. табл. 2).

Устойчивость структуры сообществ обусловлена наличием общих доминантов и типичных частых видов. Состав микромицетов в ризосферных торфосубстратах малообъемной гидропоники характеризуется средним уровнем сходства для здоровой ($C_s = 0.57$; $CC_j = 41$) и пораженной ($C_s = 0.53$; $CC_j = 41$) корневой системы.

Группировки видов рода *Fusarium* — потенциальных возбудителей корневых гнилей огурца (Гринько, Плетенева, 1987) — в ризосферных торфосубстратах характеризуются различными уровнями сходства в корнеобитаемой зоне здоровых и пораженных растений (табл. 3).

Табл. 3 — Коэффициенты сходства Съеренсена (C_s) комплексов видов *Fusarium* spp. малообъемной культуры здоровых (I) и пораженных (II) растений огурца
Tab. 3 — Sørensen's coefficients of similarity between *Fusarium* species assemblages in rhizosphere of healthy (I) and diseased (II) cucumber plants

I Варианты / Variants	II			
	K	ТВ	ТСП	ТМП
K	0.71	0.60	0.57	0.69
ТВ	0.75	0.82	0.80	0.87
ТСП	0.48	0.70	0.67	0.60
ТМП	0.59	0.71	0.47	0.74

Из анализируемых субстратов малообъемной культуры огурца наибольшей асептичностью обладал компост, из которого выделено большее количество таксонов ризосферных микромицетов, в том числе и патогенных. Вероятно, это обусловлено компонентами, закономерно увеличивающими содержание в компосте органического вещества и стимулирующими более активное развитие микробиоты. Подобная закономерность установлена нами в почвогрунтах зимних и весенних теплиц, включающих идентичные компоненты — торф и куриный помет (Гринько, 2001). Другие торфосубстраты в контейнерах (ТВ и ТСП) и малообъемной гидропонике (ТМП) менее насыщены патогенными микромицетами.

Варьирование состава фитопатогенной ризосферной микробиоты огурца в малообъемной гидропонике, несмотря на наличие общего компонента — торфа в субстратах обусловлено, вероятно, технологиями их производства. Последние строго индивидуальны для каждого торфосубстрата, поэтому наряду с возможными отклонениями по качеству торфа в пределах стандартов могут оказывать влияние на их водно-физические свойства. Так, в процессе

эксплуатации субстратов повышается капиллярная и полная влагоемкость, твердая и объемная масса, что снижает содержание воздуха. Несмотря на то, что объем воздушной фазы в ТМП изначально меньший, в период вегетации растений он более интенсивно снижается в ТВ и ТСП за счет уплотнения.

Можно предположить, что колонизация корнеобитаемой зоны патогенными микромицетами обусловлена также различиями технологических регламентов выращивания культуры в контейнерах и на малообъемной гидропонике. В торфосубстратах контейнеров более оптимальный микроклимат, возможно, способствующий развитию патогенной микрофлоры, поскольку в ТМП гидропоники температура обычно на 1–2 °C ниже. Надо полагать, что именно этим и объясняется наличие в ризосферных торфосубстратах только случайных видов рода *Trichoderma*, поскольку обычно в торфе верховом грунтовых теплиц численность их составляет 1–2% от общего количества микромицетов (Павловича и др., 1988).

Наше предположение подтверждается данными о самой низкой биологической активности микромицетов в субстратах, скомпонованных с торфом (Chen et al., 1988).

Таким образом, в различных типах ризосферных торфосубстратов таксономические группы микромицетов варьируют под здоровыми и пораженными растениями. Однако имеются общие доминантные и типично частые виды, колонизирующие прикорневую зону тепличного огурца — микромицеты из родов *Penicillium* (*P. citrinum*, *P. cyclopium*, *P. verruculosum*), *Aspergillus* (*A. clavatus*, *A. flavus*, *A. niger*, *A. repens*, *A. tamarii*), *Acremonium* (*A. roseum*, *A. strictum*), *Alternaria* (*A. alternata*, *A. tenuissima*), *Aphanocladium* (*A. album*), *Botrytis* (*B. cinerea*, *B. terrestris*), *Mucor* (*M. hiemalis*), *Cladosporium* (*C. herbarum*), *Trichothecium* (*T. roseum*), *Ulocladium* (*U. consortiale*), *Stemphylium* (*S. botryosum*).

Сравнение полученных нами данных с результатами других исследователей свидетельствует о существовании сапротрофных микромицетов, встречающихся практически постоянно в составе ризосфера в различных почвенно-климатических условиях произрастания огурца (Русанов, 1992; Survielenе, 1996).

Обилие фитопатогенов и низкая частота встречаемости микромицетов-антагонистов в ризосфере тепличного огурца на малых объемах субстрата возможно, обусловлены нарушением в искусственно скомпонованных торфосубстратах регуляторных механизмов, присущих естественным экосистемам.

Литература

- Азаров Т.С. Влияние летучих корневых выделений и их компонентов на формирование ризосферной микрофлоры // Тр. ВНИИ с.-х. микробиол. 1983. Т. 53. С. 141–149.
 Великанов Л.Л. Роль грибов в формировании микро- и микробиоты почв естественных и нарушенных биоценозов и агрокосистем: Автограф. дисс. ... д-ра биол. наук. М., 1997. 36 с.
 Войнова-Райкова Ж., Ранков В., Ампова Г. Микроорганизмы и плодородие. М.: Агропромиздат, 1986. 120 с.

- Гринько Н.Н.** Экологические аспекты регулирования популяций фитопатогенных микромицетов овощных культур в закрытом грунте: Автореф. дисс. ... д-ра биол. наук. М., 2001. 37 с.
- Гринько Н.Н., Плещенева Т.В.** Микрофлора корневых гнилей огурца в защищенном грунте // Овощеводство в зоне влажн. субтропиков Краснодар. края: Сб. науч. тр. Адлерской ООС. М., 1987. С. 66–71.
- Гринько Н.Н., Сидляревич В.И., Стрижак Т.В.** Мониторинг супрессивности почвосубстратов к фузариозному увяданию огурца в закрытом грунте // Защита растений: Сб. науч. тр. БелНИИЗР. Мин., 1998. Вып. 21. С. 82–93.
- Дадалаури Т.Г., Котетишвили З.Г.** К изучению микрофлоры ризосферы арбуза и огурцов // Защита растений от болезней. Тбилиси, 1987. С. 48–56.
- Кураков А.В., Костина Н.В.** Колонизация микроскопическими грибами ризопланы на ранних стадиях развития растений // Тез. докл. 2 съезда общ-ва почвоведов. Кн. 1. Санкт-Петербург, 1996. С. 267–268.
- Кураков А.В., Костина Н.В.** Сапротрофные микромицеты томатов, огурцов дерново-подзолистой почвы и их способность подавлять фузариозную инфекцию корней // Почвоведение. 1998. N 2. С. 193–199.
- Литвинов М.А.** Методы изучения микроскопических грибов. Л.: Наука, 1969. 120 с.
- Методы экспериментальной микиологии:** Справочник. Киев: Наукова думка, 1982. 550 с.
- Мирчинк Т.Г.** Почвенная микология. М.: МГУ, 1988. 220 с.
- Павловича Д.Я., Межараупене В.А., Орбидане Р.В., Блейделене Э.Я. и др.** Значение сапротрофной микрофлоры для очистки от фитопатогенных и патогенных микроорганизмов // Микробиол. методы защиты окружающей среды: Тез. докл. Пущино, 5–7 апр. 1988 г. Пущино, 1988. С. 154–155.
- Русанов В.А.** Взаимодействие микромицетов ризосферно-прикорневой зоны огурца с растением // Микроорганизмы в сел. х-ве: Тез. докл. IV Всесоюз. науч. конф. Пущино, 20–24 янв. 1992 г. Пущино, 1992. С. 173–174.
- Тарасенко В.С., Стрижак Т.В.** Технология выращивания овощей в контейнерной культуре в пленочных необогреваемых теплицах субтропической зоны Краснодарского края // Технол. выращивания овощей в сооружениях защищенного грунта: Рекомендации. Вып. 1. М., 1990. С. 3–13.
- Bohra A., Panwar K.S.** Fungal population in rhizosphere of *Cicer aruentinum* L. as influenced by soil salinity // J. Curr. Biosci. 1986. Vol. 3, N 1. P. 27–30.
- Bourbos V.A., Skoudridakis M.T.** Das Verhalten einiger pilzlicher Antagonisten in des Rhizosphere resisternter und anfalliger Gewachshaustomaten // J. Phytopathol. 1987. Vol. 120, N 3. S. 193–198.
- Chen W., Hoitink H.A.J., Madden L. V.** Microbial activity and biomass in container media for predicting suppressiveness to damping-off caused by *Pythium ultimum* // Phytopatology. 1988. Vol. 78, N 11. P. 1447–1450.
- Elmer W.H., Lacy M.L.** Effects of inoculum densities of *Fusarium oxysporum* f. sp. *apii* in organic soil on disease expression in celery // Plant Disease. 1987. Vol. 17, N 12. P. 1086–1089.
- Singh B., Khara H.S.** Root zone mycoflora of okra as influenced by some physical factors // J. Res. Punjab Agr. Univ. 1991. Vol. 28, N 4. P. 515–520.
- Srivastava L.S., Dayal R.** Studies on rhizosphere mycoflora of *Abelmoschus esculentus*. IV. Antibiosis by soil microorganisms // Indian Phytopathol. 1986. Vol. 39, N 1. P. 104–106.

Survielene E. Agurku rhizosferos mikromicetu-saknu puviniu sukeleju biolkologiniai tyrimai // Zemesukio mokslai: Vilnius academia. 1996. N 3. P. 25–31.

Grin'ko N.N. Rhizosphere of small volume culture of cucumber: a mycological aspect. In Russian. — Mycena. — 2002. — Vol. 2, N 1. — P. 17–30. — UDC 582.28:631.472.74:635.63(470.62).

SUMMARY: The species composition of microfungi in rhizosphere of *Cucumis sativus* cultivated in spring greenhouses in experimental economy on Black Seaside, Krasnodar krai, Russia, was studied. Small volume artificial peat substrata (compost, peat from elevated bog, peat slabs, and peat blocks) were used for the experiments. Fungi from rhizosphere were isolated by the method of soil dilutions. The species frequencies were evaluated according to Mirchink's scale (1988): up to 30% — occasional, 30–50% — typical frequent, more than 50% — dominant species. Altogether 61 species of conidial fungi (*Deuteromycota*) and 1 species of *Zygomycota* were registered. The largest genera of microfungi were *Penicillium* (12 species), *Fusarium* (10), and *Aspergillus* (7). Peat-based compost had the richest assemblage of species colonizing the rhizosphere: 45 and 40 species were encountered under healthy (H) and diseased by root rot (D) plants respectively. The numbers of species in other substrata were 30–34 (H) and 32–36 (D). In rhizosphere of healthy plants 18 species of potentially pathogenic fungi were registered. In rhizosphere of plants damaged by root rot the number of dominant and typical frequent species was higher. The comparison of assemblages of potentially pathogenic micromycetes showed some more high number of their species associated with diseased root system than healthy roots in all types of substrata except of compost. The variation in micromycetes species composition in different peat substrata is possibly explained by different technologies of their producing. Rhizosphere assemblages of microfungi include a set of dominant and typical frequent species appropriate to most of studied types of substrata and to both undiseased and diseased plants — especially *Aphanocladium album*, *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *Mucor hiemalis*, *Penicillium brevicompactum*, and *P. citrinum*.

(compiled by editors)

Key words: dominant species, micromycetes, peat substratum, root rot, *Acremonium*, *Aphanocladium*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Cucumis*, *Fusarium*, *Penicillium*.