

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИЙ И МИКРОМИЦЕТОВ-АНТАГОНИСТОВ НА РАЗВИТИЕ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ У РАСТЕНИЙ ТОМАТА И ОГУРЦА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕПЛИЦАХ АГРОКОМБИНАТА «МОСКОВСКИЙ»

Е.А. Малашкина¹, В.В. Котова¹, Е.Н. Пакина¹,
Т.А. Суркова², К.В. Слободянюк¹

¹Кафедра ботаники, физиологии, патологии растений и агробиотехнологии
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Макляя, 8/2, Москва, Россия, 117198

²Агрокомбинат «Московский»
пос. Московский, Московская область, Россия, 142784

В статье рассказывается об осуществлении мониторинга распространения корневых гнилей и сопутствующих микромицетов на растениях томата и огурца в условиях производственных теплиц агрокомбината «Московский», а также проведении оценки влияния различных бактерий-антагонистов на интенсивность развития корневых гнилей.

Несмотря на высококачественную технологию выращивания овощных культур и систему защитных мероприятий, агрокомбинат «Московский» ежегодно несет большие потери урожая из-за болезней растений инфекционной и неинфекционной природы, появление которых связано с нарушениями освещенности, температуры, относительной влажности воздуха и почв, а также механических повреждений растений и нарушения минерального питания. Наши исследования были посвящены изучению природы наиболее опасных заболеваний — корневых гнилей томата и огурца в условиях производственных теплиц [3]. В процессе исследования корневой системы растений томата и огурца за вегетационный период было выявлено более 20 возбудителей корневых гнилей и сопутствующих микромицетов (табл. 1). В табл. 1 представлены данные по анализу корневой системы растений (больных), которые свидетельствуют о том, что наиболее распространенными в условиях хозяйства являются грибы *Fusarium* spp. — 54% на томатах и 45% на огурце, а также *Pythium* spp. — 54% на томатах и 79% на огурце.

**Распространенность возбудителей корневых гнилей
и сопутствующих микромицетов на растениях томата и огурца**

Микромицеты (род)	Распространенность, %	
	на томатах	на огурцах
Acremonium	3	0
Actinomycetes	1	7
Alternaria	0	9
Anguillospora	0	4
Aspergillus	1	6
Botrytis	0	4
Cephalosporium	9	8
Chaetomium	5	23
Cladosporium	1	2
Coniothyrium	1	0
Cylindrocarpon	1	0
Doratomyces	2	37
Fusarium	54	45
Gliocladium	6	8
Mucorales (Rhizopus, Mucor и др.)	3	23
Myrothecium	1	1
Nigrospora	0	1
Penicillium	1	8
Phoma	1	0
Pythium	54	79
Rhinotrichum	1	6
Saprolegnia	1	5
Trichoderma	11	11
Trichothecium	0	1
Другие	7	2
Среднее кол-во родов микромицетов на 1 растении (ед.)	2,2	2,9
Общее кол-во родов определенных микромицетов (ед.)	19	22
Кол-во проанализированных растений (шт.)	334	91

На производственных посадках огурца в период вегетации преобладали в качестве возбудителей корневых гнилей микромицеты из рода *Pythium*, вторым по значимости возбудителем был *Fusarium*. Этот возбудитель был представлен несколькими видами, но чаще других на огурцах выявлялся *F. solani*, а на томатах — *F. oxysporum*. Остальные микромицеты на корнях пораженных растений были представлены в значительно меньшей степени (табл. 1). *Doratomyces*, *Chaetomium*, *Mucorales* (*Rhizopus*, *Mucor* и др.), *Trichoderma* — характерные деструкторы мертвой органики. *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhinotrichum* являются факультативными паразитами. Представители родов *Alternaria*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Gliocladium*, *Myrothecium*, *Nigrospora*, *Trichothecium* могут быть как сапротрофами, так и паразитами.

При обследовании растений в теплицах на срезах нижней части стеблей были отмечены пустоты, сходные с ходами личинок насекомых (грибных, огуречных комариков). В отдельных случаях удавалось выделить микромицеты из нижней, прикорневой части стеблей бессимптомных растений. Кроме того, в процессе исследований на агаровых средах обильно вырастали колонии разных бактерий, в том числе, предположительно, *Pseudomonas* spp. и/или *Erwinia carotovora*, или же актиномицеты. Бактерии и актиномицеты могут быть как сапро-

трофами, так и возбудителями корневых гнилей [1]. В исследованиях основное внимание уделялось возбудителям корневых гнилей грибной природы.

Обследования корневой системы растений огурца гибрида Кураж показало, что интенсивность развития корневых гнилей на растениях огурца в производственной теплице после окончания вегетации составила 55%, в то же время интенсивность развития симптомов увядания — 66%.

В табл. 2 представлены данные исследований по распространенности возбудителей корневых гнилей и сопутствующих микромицетов на растениях огурца гибрида Кураж. Как видно, состав возбудителей, выделенных на этом гибриде, отличается от состава по хозяйству в целом (табл. 1). На первом месте по распространенности на гибриде Кураж стоят актиномицеты, среди которых есть возбудители парши, но, в основном, они — «переработчики» отмершей органики. На втором месте по распространенности — возбудитель корневых гнилей *Fusarium* (табл. 2).

Таблица 2

**Распространенность возбудителей корневых гнилей
и сопутствующих микромицетов на растениях огурца гибрида Кураж
в грунтовой теплице в 2007 году (%)**

Микромицет	Баллы поражения				Сумма	Среднее
	1	2	3	4		
<i>Actinomycetes</i>	66	85	81	100	332	83
<i>Aspergillus</i>	41	75	73	59	248	62
<i>Cephalosporium</i>	28	50	19	18	115	29
<i>Chaetomium</i>	9	5	5	18	37	9
<i>Cladosporium</i>	6	5	0	0	11	3
<i>Coniothyrium</i>	13	0	0	0	13	3
<i>Cylindrocarpum</i>	3	0	0	0	3	1
<i>Doratomyces</i>	0	20	10	12	42	11
<i>Fusarium</i>	87	60	85	65	297	74
<i>Gliocladium</i>	9	10	37	6	62	15
Mucorales (<i>Rhizopus</i> , <i>Mucor</i> и др.)	37	70	54	29	190	47
<i>Nigrospora</i>	9	15	41	77	142	35
<i>Penicillium</i>	28	20	10	6	64	16
<i>Pythium</i>	3	0	5	0	8	2
<i>Rhizotrichum</i>	53	30	29	18	130	33
<i>Rosellinia</i>	6	0	0	18	24	6
<i>Saprolegnia</i>	6	0	0	0	6	1
<i>Trichoderma</i>	25	15	29	18	87	22
Сумма	429	460	478	444	1811	452
Средний %	24	26	27	25	102	25
Среднее кол-во родов микромицетов на 1 растении (ед.)	4,5	4,8	4,8	4,5	18,6	4,7
Общее кол-во родов определенных микромицетов (ед.)	17	13	13	13		18
Кол-во растений (шт.)	32	20	41	17	110	

Из данных, приведенных в табл. 2, видно, что имеет место смена состава микобиоты в процессе роста и развития растений огурца: сначала гнили корней вызываются питиевыми грибами, несколько реже — фузариями, затем на их место

приходят менее агрессивные фитопатогенные возбудители (те же фузарии и близкие к ним глиокладиум, нигроспора и т.д.). Поскольку патологический процесс при развитии корневых гнилей приводит к отмиранию значительного количества растительных тканей, на них поселяются самые разнообразные сапротрофные и слабopазаритические микромицеты — муконовые, аспергиллы, пенициллы, актиномицеты и др. Изредка встречались формы грибов, у которых образовывались структуры, теоретически способные переживать значительные неблагоприятные условия, — тяжи, микросклероции, плодовые тела и т.п. (*Coniothyrium*, *Rosellinia*, и др.). Если сравнить данные табл. 1 и 2, можно заметить, что разные микромицеты могут практически не обнаруживаться в одних условиях, а в других достигать значительного распространения.

Необходимо отметить, что главной предпосылкой выращивания здоровых растений являются условия среды, благоприятные для каждого гибрида овощной культуры, без нарушений водного режима и питания; гигиена и санитария. Вместе с тем невозможно постоянно соблюдать идеальный режим, всегда найдется момент, когда условия окажутся недостаточно благоприятными для растений и подходящими для возникновения патологических реакций. Для увеличения люфта (ширины параметров) благоприятных для растений условий желательно включать в технологический процесс обработки препаратами, обеспечивающими повышение устойчивости к некомфортным условиям среды и/или ограничивающие возможности роста фитopазаритических микроорганизмов.

Заболевание корневыми и прикорневыми гнилями проявляется в виде пожелтения, посерения, побурения, некротизации, размягчения, охватывающего больший или меньший участок корня и/или корневой шейки с прилегающим стеблем. Поражение растений приводит к визуальным признакам этого заболевания не только непосредственно на корнях и/или корневой шейке, но и на надземной части в виде различных хлорозов, пожелтений, поникания и/или подвядания, подсыхания, в первую очередь, нижних листьев, начиная с краев, и верхушек сначала только к концу дня, а затем постоянному, аналогичного отравлению высокими концентрациями солей, отставания в росте. Симптомы на надземной части можно назвать увяданием. Это связано с нарушениями всасывания питательных веществ, метаболизма в корнях и передвижения воды с растворенными в ней веществами, сказывающимися на функционировании всего растения [1].

В целом симптомы увядания и корневых гнилей развивались со схожей интенсивностью, но при этом наблюдались некоторые особенности, связанные с составом возбудителей. При поражении питиозной инфекцией интенсивность развития симптомов увядания оказывалась несколько меньше, чем интенсивность развития корневых гнилей. А при фузариозах наблюдалась другая картина: интенсивность развития симптомов увядания чаще оказывалась несколько больше, чем интенсивность развития корневых гнилей.

Корневые гнили в 2007 году у растений томата в грунтовой теплице и у растений огурца в малообъемном горшечном эксперименте в контрольных вариантах (без искусственной инокуляции их возбудителями) развивались приблизительно в равной степени, чуть превышая 30% по интенсивности (табл. 3) при

100% распространенности по окончании вегетации культуры. Инокуляция растений огурца возбудителями питиозных гнилей существенно повысила интенсивность их развития. Интенсивность развития корневых гнилей в контроле 2 превысила интенсивность развития корневых гнилей в контроле 1 на 23%.

Таблица 3

Влияние бактерий-антагонистов на развитие корневых гнилей томата и огурца (грунтовая теплица)

Варианты опыта	Интенсивность развития гнилей, %	
	на томатах	на огурцах
Контроль 1 (без инокуляции возбудителями)	31	33
Контроль 2 (инокуляция <i>Pythium</i> sp.)	—	56
Обработка антагонистами	—	—
<i>Penicillium glaucum</i>	—	55
<i>Arthrobotrys</i> sp.	—	29
<i>Pseudomonas fluorescens</i> AR-33	27	50
<i>Pseudomonas aureofaciens</i> A2	31	40
<i>Bacillus subtilis</i> Ал-5	33	28
<i>Bacillus polymyxa</i> 2	—	54
УсБ5а	—	35
Luft 13	—	63
Среднее	31	44
НСП ₀₅	8	10

Для борьбы с корневыми гнилями в условиях защищенного грунта особое внимание уделяется применению бактериальных препаратов [2]. В рамках наших исследований обработка бактериями-антагонистами оказала влияние на интенсивность развития корневых гнилей и состав их возбудителей у растений как томата, так и огурца (табл. 4 и 5).

Таблица 4

Распространенность возбудителей корневых гнилей на растениях томата гибрида Радогост F1 при обработке бактериальными препаратами в ЗАО «Агрокомбинат Московский» (грунтовая теплица) в 2007 году (%)

Микромицет	Варианты обработок				Всего	Среднее
	К1, без обработок	Ал-5	Pf AR-33	Pa A2		
<i>Alternaria</i>	0	20	0	20		
<i>Anguillospora</i>	0	0	0	10	10	3
<i>Aspergillus</i>	0	0	0	10	10	3
<i>Chaetomium</i>	10	0	0	10	20	5
<i>Cladosporium</i>	100	100	90	70	360	90
<i>Coniothyrium</i>	70	90	100	80	340	85
<i>Doratomyces</i>	10	30	100	90	230	57
<i>Fusarium</i> и близкие	100	100	100	100	400	100
<i>Mucorales</i> (<i>Rhizopus</i> , <i>Mucor</i> и др.)	100	100	70	90	360	90
<i>Myrothecium</i>	0	20	50	30	100	25
<i>Penicillium</i>	40	0	10	10	60	15
<i>Saprolegnia</i>	0	10	20	0	30	7
Сумма	490	550	620	610	1960	
Средний %	33	37	41	41	—	—
Среднее кол-во родов микромицетов на 1 растении (ед.)	5,4	5,6	6,3	5,4	—	—
Общее кол-во родов обнаруженных микромицетов (ед.)	10	10	10	14	—	—
Кол-во растений, шт.	10	10	10	10	—	—

Таблица 5

Распространенность возбудителей корневых гнилей на растениях огурца гибрида Эффект при обработке бактериальными препаратами в ЗАО «Агрокомбинат «Московский» (горшечный опыт на фр. 1, %)

Микромицет	Варианты обработок										Всего	Среднее
	конт-роль, чис-тый	конт-роль с Py-thium	Peni-cillium glau-cum	Arth-robot-rys sp.	Pf AR-33	Pa A2	Bs Ал-5	УсБ5а-02	В. poly-муха 2-06	Luft 13		
Actinomycetes	30	25	22	25	0	60	10	0	33	13	218	22
Alternaria	10	0	0	13	0	10	10	0	11	0	54	5
Aspergillus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	13	1
Cladosporium	60	37	67	37	89	80	80	20	67	87	624	62
Coniothyrium	40	0	22	37	11	20	0	70	0	37	237	24
Doratomyces	10	0	0	0	0	0	0	0	11	0	21	2
Fusarium и близкие	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1000	100
Gliocladium	0	13	0	0	0	0	0	10	0	0	23	2
Mucorales (Rhizopus, Mucor...)	0	0	0	0	0	10	20	20	0	0	50	5
Myrothecium	100	37	67	13	100	90	100	80	78	75	740	74
Nigrospora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	13	1
Penicillium	0	0	33	25	0	0	0	0	44	0	102	10
Pythium	30	50	22	37	11	50	40	40	0	13	293	29
Rhizotrichum	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	11	1
Saprolegnia	0	13	0	0	0	10	10	30	0	0	63	6
Сумма	380	275	344	287	311	430	370	370	344	351	3462	344
Средний %	25	18	23	19	21	29	25	25	23	23	231	23
Среднее кол-во родов микромицетов на 1 растении, ед.	4,0	2,7	3,4	2,9	3,1	4,4	3,9	3,7	3,5	3,5	35,1	3,5
Общее кол-во родов обнаруженных микромицетов, ед.	9	8	8	8	5	11	9	8	10	8		9
Кол-во растений, шт.	10	8	9	8	9	10	10	10	9	8	91	10

У растений томата не проводилась искусственная инокуляция возбудителями корневых гнилей, однако можно отметить тенденцию к повышению интенсивности их развития при обработке суспензией бактерии *Bacillus subtilis* Ал-5 и к понижению — при обработке суспензией *Pseudomonas fluorescens* AR-33.

На огурце при искусственной инокуляции питиевыми грибами обработки суспензиями антагонистов *Bacillus subtilis* Ал-5, *Arthrobotrys* sp., УсБ5а, *Pseudomonas aureofaciens* A2 существенно (до уровня чистого контроля) снизили интенсивность развития корневых гнилей (табл. 3).

Из общего числа микромицетов около 10 родов встречались на томатах в количестве, превышавшем на отдельных вариантах 50%, что указывало на эпифитотийный уровень распространения возбудителя. В первую очередь это *Fusarium*, *Cladosporium*, *Coniothyrium* + *Phoma*, *Myrothecium*, *Penicillium*, *Doratomyces*. Кроме перечисленных, на всех опытах в большом количестве наблюдались представители муконовых грибов (*Rhizopus*, *Mucor* и др.), но они растут на отмирающих, погибших тканях, не являясь первопричиной развития корневых гнилей.

Представители родов *Coniothyrium* и *Phoma* в культуре на агаровых средах образовывали то характерные для отдельных родов пикниды, то плодовые тела промежуточного типа, поэтому мы объединили их в одну группу.

Почти из всех корней растений томата во всех вариантах выделялись грибы рода *Fusarium*, в подавляющем большинстве *F. oxysporum*.

Во всех опытах из корней выделялся *Myrothecium* spp., обычно паразитирующий на надземных зеленых органах растений. Тенденция к снижению или существенное снижение зараженности *Myrothecium* spp. наблюдалась при ежесекундных обработках растений томата *P. fluorescens* AR-33, *B. subtilis* B2 (табл. 4). В теплицах агрокомбината большого распространения на корнях растений томата в ряде случаев достигали пикнидиальные грибы *Phoma* и *Coniothyrium*. Как уже отмечалось, граница между этими родами в культурах на питательных агаровых средах не всегда была достаточно четкой, поэтому мы их рассматривали вместе.

В 2007 году пикнидиальные грибы выделялись с 70% корней контрольного варианта 1 (табл. 4) ($НСР_{05} = 7\%$). При обработке растений бактерии-антагонисты не всегда оказывали сдерживающее влияние на заселенность корней томата пикнидиальными микромицетами *Coniothyrium* и *Phoma* или, по-видимому, иногда стимулировали ее.

Необходимо отметить, что на первый план в качестве возбудителей корневых гнилей томата могут выступать то одни, то другие микромицеты — *Pythium*, *Fusarium*, *Myrothecium*, пикнидиальные (*Coniothyrium* и *Phoma*) и т.д. При этом практически всегда они сопровождаются фузариями как вторичными паразитами, а также проявляющими сапробиотическую активность мукоровыми, пенициллами и другими микромицетами — деструкторами отмирающих растительных тканей. Возможно, большие вариации связаны с естественным мозаично-очаговым распределением микромицетов по площади теплиц.

Изучение действия антагонистов на развитие корневых гнилей у растений огурца гибрида Эффект F1 при искусственной инокуляции чистыми культурами возбудителей питиозов показало, что наиболее распространенным возбудителем корневых гнилей огурца, несмотря на искусственную инокуляцию *Pythium* spp., оказались грибы из рода *Fusarium* (табл. 5). Чаще всего из всех исследованных корней на агаризованной питательной среде выделялся *F. solani*.

Pythium spp. обнаруживался на 30% корней как в среднем по опыту, так и в чистом контроле только при внесении кусочков пораженного корня на агаризованную питательную среду. Во влажных камерах рост его не наблюдался. При этом в большинстве вариантов его рост подавлялся развитием других грибов — *Fusarium*, *Mucor* и др.

В контрольном варианте 2 инокуляция этим грибом привела к достоверно более высокой — 50% зараженности корней к концу вегетации ($НСР_{05} = 10\%$). Можно предполагать, что заражение в чистом контроле 1 произошло вследствие распространения возбудителя с водой при поливе и через корневые системы соприкасавшихся растений. Развитие *Pythium* spp. не наблюдалось в варианте с об-

работкой *B. polymyxa* 2-06. При обработке *P. fluorescens* AR-33 распространенность *Rythium* spp. была меньше, чем в чистом контроле, на 19%, а при обработке Luft 13 — на 13%. На 20% больше он был распространен на растениях огурца при обработке *P. aureofaciens* A2.

Широкого распространения на корнях растений огурца в данном эксперименте (76% в среднем по опыту, 100% в чистом контроле) достигал *Myrothecium* sp. В меньшей степени он встречался при инокуляции питиевыми грибами — на 37% корней. При обработках *P. fluorescens* AR-33 и *B. subtilis* Ал-5 миротетций обнаруживался на всех растениях, также как в чистом контроле. Наименьшая распространенность миротетция наблюдалась при обработке растений огурца *Arthrobotrys* spp. — она составила 13%. На 10—33% меньше контроля 1 ($НСР_{05} = 9\%$) зараженность этим грибом была в случае обработок *P. aureofaciens* A2, УсБ5а-02, *B. polymyxa* 2-06, Luft 13 и *Penicillium glaucum*.

Зараженность растений *Coniothyrium* spp. составила 24%, а в контроле 1 его распространенность составила 40%. В контроле 2 без обработок антагонистами *Coniothyrium* spp. выявлен не был. Не был обнаружен он также в вариантах с обработками *B. subtilis* Ал-5 и *B. polymyxa* 2-06. В меньшей степени, чем в корнях растений контроля 1, он был распространен в корнях растений при обработках *P. fluorescens* AR-33, *P. aureofaciens* A2 и *Penicillium glaucum* соответственно на 11, 20 и 22% растений ($НСР_{05} = 9\%$).

Как показали исследования, антагонисты в разной степени влияли на зараженность растений огурца гибрида Эффект F1 возбудителями корневых гнилей и на развитие заболевания. То есть бактерии — антагонисты возбудителей корневых гнилей могут как сдерживать развитие и распространение болезней растений, так и в определенных условиях способствовать им. Наилучшие результаты показали обработки растений *Penicillium glaucum*, *P. fluorescens* AR-33, *Arthrobotrys* spp., *B. subtilis* Ал-5, *B. polymyxa* 2-06, *P. aureofaciens* A2 (табл. 5).

В ходе проведения настоящего исследования и обработки его результатов использовалось оборудование и программное обеспечение, приобретенное РУДН в рамках инновационных образовательных программ приоритетного Национального проекта «Образование».

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гришечкина Л.Д. Диагностика болезней овощных культур в теплицах // Защита и карантин растений. — 2003. — № 3. — С. 45—50.
- [2] Логинов О.Н., Свешишкова Е.В., Пугачева Е.Г., Шарафутдинов А.М., Силищев Н.Н., Комарова М.С., Корунец И.В. Эффективность препаратов в борьбе с болезнями томатов // Применение биопрепаратов в защищенном грунте. Защита растений. — Минск. — 1995. — Вып. 18. — С. 70—76.
- [3] Пичугина З.Г. и др. Борьба с болезнями и вредителями овощных культур в зимних теплицах Хабаровского края. Метод. рекомендации Дальневосточ. НИИСХ. — Хабаровская станция защиты растений. — Новосибирск, 1983.

**BACTERIUM AND ANTAGONISTIC
MICROMYCETES INFLUNCE ON ROOT ROT
TRANSMISSION OF TOMATOES AND CUCUMBERS
IN THE INDUSRTIAL GREENHOUSES
OF AGROCOMPLEX «MOSCOVSKY»**

**E.A. Malashkina¹, V.V. Kotova¹, E.N. Pakina¹,
T.A. Surkova², K.V. Slobodyanuk¹**

¹Department of botany, plant physiology, plant pathology and agrobiotechnology
Russian People's Friendship University
Miklucho-Maklay str., 8/2, Moscow, Russia, 117198

²Institute of Parasitology (RAS)
Agrocomplex «Moscovsky», Moscow reg., Russia, 142784

Monitoring of root rot transmission and associated micromycetes was carried out on tomatoes and cucumber plants in the industrial greenhouse of agrocomplex «Moscovsky». The influence of various bacterium antagonists on root rot intensity was also estimated.