

CZU: 632.9

[https://doi.org/10.59295/sum6\(176\)2024_03](https://doi.org/10.59295/sum6(176)2024_03)

ЭФФЕКТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИФОМИЦЕТА *LECANICILLIUM LECANII* ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ СОСУЩИХ ВРЕДИТЕЛЕЙ И ФИТОПАТОГЕНОВ В УСЛОВИЯХ ТЕПЛИЦЫ

*Татьяна ЩЕРБАКОВА,**Государственный Университет Молдовы*

Гифомицет *Lecanicillium lecanii* CNMN-FE-03 (2T20) проявляет высокую инсектицидную активность по отношению к бахчевой тле и акарицидную активность по отношению к обыкновенному паутинному клещу в условиях теплицы. Смертность бахчевой тли на 12-е сутки при концентрации рабочей суспензии 2×10^6 спор/мл составила 87,1%, при концентрации 1×10^7 спор/мл – 91,1%. Акарицидная активность на 12-е сутки при концентрации рабочей суспензии 2×10^6 спор/мл составила 86,7%, при концентрации 1×10^7 спор/мл – 92,8%. Гифомицет проявляет фунгицидную активность к широкому спектру возбудителей грибных болезней растений. В двойной культуре с патогенами на агаровой питательной среде образуются стерильные зоны радиусом 5-16 мм. Штамм может быть использован для получения биопрепарата для защиты растений от сосущих вредителей и комплекса фитопатогенов в условиях теплицы.

Ключевые-слова: *гифомицет, штамм, инсектицидная, акарицидная, фунгицидная активности, Lecanicillium lecanii.*

EFFECT OF USING HYPHOMYCETE *LECANICILLIUM LECANII* FOR PLANT PROTECTION AGAINST SUCKING PESTS AND PHYTOPATHOGENS IN GREENHOUSE

The hyphomycete *Lecanicillium lecanii* CNMN-FE-03 (2T20) exhibits high insecticidal activity against melon aphids and acaricidal activity against common spider mites in greenhouse conditions. The mortality rate of melon aphids on the 12th day at a working suspension concentration of 2×10^6 spores/ml was 87,1%, and at a concentration of 1×10^7 spores/ml – 91,1%. Acaricidal activity on the 12th day at a working suspension concentration of 2×10^6 spores/ml was 86,7%, at a concentration of 1×10^7 spores/ml – 92,8%. The hyphomycete exhibits fungicidal activity against a wide range of pathogens of fungal plant diseases. Sterile zones of 5-16 mm were formed in a dual culture with pathogens on an agar nutrient medium. The strain can be used for biological product manufacturing in order to protect plants from sucking pests and a complex of phytopathogens in a greenhouse.

Keywords: *hyphomycete, strain, insecticidal, acaricidal, fungicidal activity, Lecanicillium lecanii.*

Введение

Защищенный грунт обеспечивает круглогодичное производство овощной продукции, и во многих странах мира эта отрасль занимает ведущее место (Китай, Испания, Япония, Турция, Италия, Мексика, Израиль, Нидерланды и др.). По прогнозам специалистов, в развитых странах растениеводство будет переходить на технологии выращивания большинства сельскохозяйственных культур в защищенном грунте [1].

Практически во всех тепличных производствах комплекс особо опасных сосущих вредителей одинаков: обыкновенный паутинный клещ, несколько видов тлей, тепличная белокрылка, трипсы – все они полифаги, повреждают тепличные и оранжерейные культуры. Вредители характеризуются высоким биологическим потенциалом размножения и за пределами тепличных сооружений. Однако искусственно созданный тепличный микроклимат с благоприятными температурами, ограниченный видовой и сортовой набор культур, отсутствие севооборота, бессменное использование культивируемого субстрата – все это дает возможность вредителям круглогодично воспроизводить потомство со стремительной скоростью. При этом недобор урожая может достигать 50% и более [2].

Для защиты тепличных культур от опасных вредителей применяют, в основном, химические пестициды. Однако использование химических средств защиты растений особо опасно в условиях закрытого грунта из-за высокой их стойкости и накопления токсических остатков в продуктах производства. Также остается открытым вопрос формирования резистентности популяций вредителей к применяемым токсикантам, что создает огромные проблемы для мирового сельского хозяйства и является ярким примером быстрой эволюции, вызванной деятельностью человека. Пестицидная устойчивость может сформироваться достаточно быстро - через год-два после начала использования химиката интенсивность его применения значительно возрастает в связи с низким эффектом [3, 4].

Защита растений от вредителей в защищенном грунте испытывает острый дефицит экологически безопасных и эффективных средств. Альтернативой химическим пестицидам являются биологические препараты на основе гифомицетов. Энтомопатогенные грибы рода *Lecanicillium* (бывший комплексный вид *Verticillium lecanii*) известны как природные патогены сосущих насекомых. Отдельные виды этих грибов (*L. muscarium*, *L. longisporum*, *L. lecanii*) нашли практическое применение: на основе спор и мицелия грибов *Lecanicillium* за рубежом известно около 20-ти наименований различных экологически безопасных продуктов для защиты растений от насекомых-вредителей (клещи, тля, щитовка, белокрылка, цикады) [5]. Кроме того, препараты на основе *Lecanicillium* способствуют усилению микробиологической активности почвы, что благотворно сказывается на устойчивости растений к болезням и повышению урожайности [6].

Цель настоящих исследований - определение инсектицидной, акарицидной и фунгицидной активности гифомицета *Lecanicillium lecanii* штамм 2T20 по отношению к бахчевой тле, обыкновенному паутинному клещу и патогенам растений в условиях теплицы.

Материал и методы

Исследования проводились в лабораторных условиях и экспериментальном тепличном блоке института Генетики, физиологии и защиты растений в 2020-2023 гг. Объект исследований – энтомопатогенный гриб *Lecanicillium lecanii* штамм 2T20 – коллекционный номер в Национальной коллекции CNMN-FE-03, выделен из природной популяции оранжерейной белокрылки с последующим отбором методом пассажей через тест-насекомое. Проведено три пассажа через обыкновенного паутинного клеща (*Tetranychus urticae*) и три пассажа через бахчевую тлю (*Aphis gossypii*), штамм проявляет патогенность в отношении оранжерейной белокрылки (*Trialeurodes vaporariorum*).

Бахчевая тля *Aphis gossypii* Glov. повреждает клетки листьев и молодых побегов, высасывая из них сок. Пораженные листовые пластины и верхушки растений скручиваются, засыхают и отмирают, цветки и завязи опадают, побеги деформируются. В процессе питания тли выделяют сахаристые вещества - падь или, медвяную росу, на которых поселяются сажистые грибы, покрывая поверхность листьев чёрным слоем, что существенно ухудшает товарные качества продукции. Тля – переносчик опасных вирусных заболеваний, чем усугубляется наносимый вред [2].

Обыкновенный паутинный клещ *Tetranychus urticae* (Koch.) - микроскопический вредитель, размер взрослой особи менее 1мм, имаго и личинки прокалывают эпидермис с нижней стороны листа и высасывают сок одновременно с зернами хлорофилла. Это приводит к нарушению процесса фотосинтеза, растения ослабевают, их иммунитет снижается, культура легко поражается грибковыми, бактериальными и вирусными инфекциями. При массовом заселении паутинным клещом растения покрываются характерной для данного фитофага паутиной. Вредитель обладает высокой живучестью: легко переносит зимовку, даёт до 20 поколений в год, быстро приобретает резистентность ко многим ядохимикатам. Ввиду микроскопических размеров трудно диагностируется, что облегчает его распространение [2].

Для установления морфологических характеристик культуру гифомицета *L. lecanii* выращивали на картофельно-декстрозном, картофельно-сахарозном, солодовом агаре и среде Чапека в чашках Петри в темноте при температуре 23-24°C.

Для определения инсектицидной активности по отношению к бахчевой тле и акарицидной по отношению к обыкновенному паутинному клещу, штамм культивировали в жидкой сахарозно-ме-

ласной питательной среде в течение 96 часов на шейкере со скоростью вращения 180 оборотов в минуту при 24°C. По истечении периода культивирования у полученной суспензии определяли титр (количество спор в 1 мл) в камере Горяева. Затем суспензию доводили до необходимой концентрации 10⁶ - 10⁷ разбавлением водой и применяли против вредителей на растениях огурца гибрида *Mirabelle* в условиях теплицы. Обработку проводили ранцевым опрыскивателем объемом 10 л. Определяли смертность вредителей в сравнении с контролем и химическим эталоном *Vertimec* 018 EC [7]. Статистическую обработку результатов исследований проводили с помощью компьютерной программы на платформе ABC Pascal.

Фунгицидную активность штамма CNMN-FE-03 (2T20) по отношению к патогенам растений определяли на агаровых средах. Одной из задач исследований являлось выделение патогенных грибов, возбудителей болезней тепличных культур из плодов и пораженных частей растений и определение по отношению к ним антагонистической активности гриба *L. lecanii* методом двойных культур. По 1 блоку гифомицета и фитопатогена размещали в одной чашке Петри у стенок напротив друг другу, культивировали в течении 15 суток, определяли механизм антагонистического взаимодействия [8].

Результаты и обсуждения

Энтомопатогенный гифомицет *Lecanicillium lecanii* R. Zare & W. Gams (2001) впервые был описан в 1899 году (Zimmermann) как *Cephalosporium lecanii*, впоследствии был отнесен к роду *Verticillium* (Zimm.) Viegas (1939), в настоящее время утвержденным названием рода является *Lecanicillium*, к которому могут относиться изоляты *L. lecanii*, *L. attenuatum*, *L. longisporum*, *L. muscarium* или *L. nodulosum*. Энтомопатоген является представителем отдела Ascomycota, класса Sordariomycetes, отряда Hypocreales, семейства Cordycipitaceae [9].

Гифы гриба тонкие, прозрачные, септированные, конидиеносцы образуются из воздушных гиф, короткие прямостоячие, несут одну или две мутовки фиалид. В стелющихся конидиеносцах число мутовок может быть неограниченно. Фиалиды игловидные, суженные к вершине, расположены под острым углом на главной оси конидиеносца, по 2-5 штук в мутовке. На верхушке фиалид образуются конидиальные головки со склеенными в них конидиями. Конидии многочисленные, эллипсоидальные, одноклеточные, 2,5-3,5×1-1,5 μm. Оптимальная температура для роста 21-24°C, при 33°C рост гриба отсутствует [9].

На питательных средах гифомицет растет медленно. На картофельно-декстрозном и картофельно-сахарозном агарах при посеве блоком образуются колонии белого цвета округлой формы, воздушный мицелий хорошо развит, пышный, пушистый, реверс бежевый. Колония достигает размера 80×80 мм через 4-5 недель. При посеве газоном полное зарастание агаровой пластинки отмечено на 4-5 сутки.

На среде солодовый агар штамм образует белые колонии круглой формы, профиль выпуклый, консистенция бархатистая, край реснитчатый, обратная сторона коричневая. На 15-е сутки роста при температуре 24°C диаметр колонии достигает 35-45 мм, среду колонии не окрашивают, иногда выделяют экссудат, радиальная складчатость и зональность не выражена. Начало спороношения отмечено на 5-е сутки, обильное – на 10-15-е сутки.

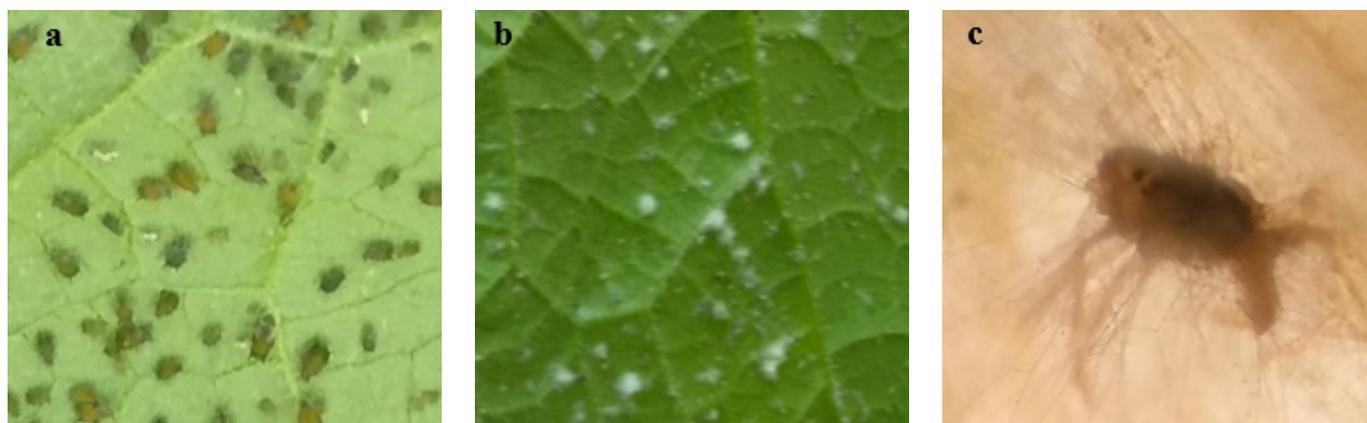
На среде Чапека штамм образует белые колонии правильной округлой формы, мицелий белый, тонкий, ползучий, развит слабо.

В результате было отмечено, что для хранения культуры *L. lecanii* и лабораторных экспериментов можно использовать простые питательные среды: картофельно-декстрозный, картофельно-сахарозный или солодовый агары.

При инфицировании особей тли первые признаки поражения заметны на 5-6 сутки, насекомое чернеет, а вокруг него появляется белый ободок из мицелия гриба. На 10-12 сутки белый пушистый мицелий полностью покрывает тело вредителя и нередко распространяется на 2-4 мм за его пределы. Гифы гриба удерживают насекомое на листе растения (рис. 1, а, б).

При инфицировании паутинного клеща действие гриба проявляется аналогично действию на бахчевой тле, из-за микроскопических размеров вредителя наблюдения проводили в поле зрения микроскопа (рис. 1, в).

Рис. 1. Вредители огурца: а) – бахчевая тля до обработки, б) – бахчевая тля, обросшая мицелием гриба *L. lecanii* CNMN-FE-03 спустя 12 дней после обработки, с) – паутиный клещ в поле зрения микроскопа, $\times 100$, обрастание гифомицетом *L. lecanii*



Механизм паразитического действия энтомопатогенных грибов рода *Lecanicillium* состоит в следующем: образовавшиеся в конидиальных головках конидии имеют слизистую поверхность и хорошо прилипают к телу насекомого. После прилипания конидия прорастает и ростовая трубка внедряется в хитиновый покров, проникает в полость тела вредителя, образуя апрессории. В месте проникновения ростовой трубки синтезируются гидролитические ферменты (протеазы, липазы и хитиназы), участвующие в деградации кожных покровов. В полости тела в гемолимфе образуются гифальные тела – бластоспоры, которые потоком крови разносятся по телу вредителя. В этот период гриб продуцирует токсины, приводящие хозяина к гибели, после чего происходит активная колонизация органов и тканей. В первую очередь гриб заселяет жировое тело, затем кишечник, мальпигиевы сосуды и остальные органы. После колонизации внутренних органов, гифы энтомопатогена прорастают на поверхность кутикулы и погибшее насекомое обрастает белым мицелием гриба *L. lecanii* [9, 10]. Для активного роста гифомицета и поражения вредителей необходима относительная влажность воздуха не менее 85%.

В условиях теплицы гриб *L. lecanii* применяли в форме суспензии. После завершения периода культивирования определяли титр методом подсчета конидий в поле зрения микроскопа в камере Горяева, предварительно подготовив разведение водой 10-2. По результатам подсчета титр составил $1,6 \times 10^9$ спор/мл.

После обработки растений огурца проведенные учеты показали высокую инсектицидную активность гриба *L. lecanii* CNMN-FE-03 по отношению к бахчевой тле. Смертность вредителя на 7-е сутки при концентрации рабочей суспензии 2×10^6 спор/мл составила 70,9%, при концентрации 1×10^7 спор/мл – 78,6%. На 12-е сутки смертность составила 87,1% и 91,1%, соответственно. В химическом эталоне гибель вредителя составила 100%, в контроле – не превышала 8,3% (табл. 1).

Таблица 1. Инсектицидная активность гриба *L. lecanii* CNMN-FE-03 (2Т20) по отношению к бахчевой тле.

Вариант	Концентрация - л/га, Титр - спор/мл	Смертность по суткам, %	
		7-е сутки	12-е сутки
Контроль	-	5,0	8,3
Эталон <i>Vertimec</i> 018 EC	1,0	100	100
<i>L. lecanii</i>	2×10^6	70,9	87,1
<i>L. lecanii</i>	1×10^7	78,6	91,1
НСР _{0,05}		4,9	4,3

Обыкновенный паутинный клещ также проявил чувствительность к энтомопатогену *L. lecanii*. Акарицидная активность на 7-е сутки при концентрации рабочей суспензии 2×10^6 спор/мл составила 66,7%, при концентрации 1×10^7 спор/мл – 79,8%. На 12-е сутки смертность составила 86,7% и 92,8%, соответственно (табл. 2).

Таблица 2. Акарицидная активность гриба *L. lecanii* CNMN-FE-03 (2T20) по отношению к обыкновенному паутинному клещу.

Вариант	Концентрация - л/га, Титр - спор/мл	Смертность по суткам, %	
		7-е сутки	12-е сутки
Контроль	-	4,0	8,0
Эталон <i>Vertimec</i> 018 EC	1,0	100	100
<i>L. lecanii</i>	2×10^6	66,7	86,7
<i>L. lecanii</i>	1×10^7	79,8	92,8
НСР _{0,05}		6,4	7,1

Полученные результаты свидетельствуют о проявлении штаммом *L. lecanii* CNMN-FE-03 высокой инсектицидной активности по отношению к бахчевой тле и акарицидной активности по отношению к обыкновенному паутинному клещу в условиях теплицы.

При определении фунгицидной активности штамма CNMN-FE-03 по отношению к патогенам тепличных растений методом двойных культур было установлено, что гифомицет *L. lecanii* проявляет антагонизм к некоторым патогенам и основным механизмом антагонистического взаимодействия с возбудителями болезней является антибиоз. Антибиоз – это процесс, при котором грибы-антагонисты синтезируют противомикробные метаболиты для уничтожения или подавления роста патогенных микроорганизмов без физического контакта. При антибиотическом антагонизме происходит замедление роста колонии патогена на некотором расстоянии от колонии антагониста и образуется зона, в которой рост патогена не наблюдается вследствие выделения антагонистом антибиотических веществ [11]. Зону подавления роста тест-культур измеряли в мм (табл. 3).

Таблица 3. Фунгицидная активность штамма *L. lecanii* CNMN-FE-03 (2T20) по отношению к фитопатогенам в двойной культуре.

Тест-культура		Зона подавления роста на 15-е сутки, мм
1	<i>Albifimbria verrucaria</i> (<i>Myrothecium</i>)	5±0,3
2	<i>Alternaria</i> sp.	16±0,4
3	<i>Ascochyta cucumis</i>	6±0,3
4	<i>Botrytis cinerea</i>	0
5	<i>Fusarium gibbosum</i>	14±0,4
6	<i>Fusarium graminearum</i> (зона лизиса)	14±0,6
7	<i>Fusarium oxysporum</i>	13±0,7
8	<i>Fusarium solani</i>	12±0,3
9	<i>Fusarium sporotrichioides</i>	12±0,8
10	<i>Fusarium verticillioides</i>	6±0,4
11	<i>Pythium</i> sp.	0
12	<i>Rhizoctonia solani</i>	0
13	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	6±0,3
14	<i>Thielaviopsis basicola</i>	8±0,6

Одними из постоянных патогенов тепличных культур являются грибы рода *Alternaria* Nees., поражают многие культуры, вызывая пятнистости: на стеблях томатов, листьях и плодоножках появляются пятна коричневого цвета, на плодах – сухие растрескивающиеся пятна. На листьях

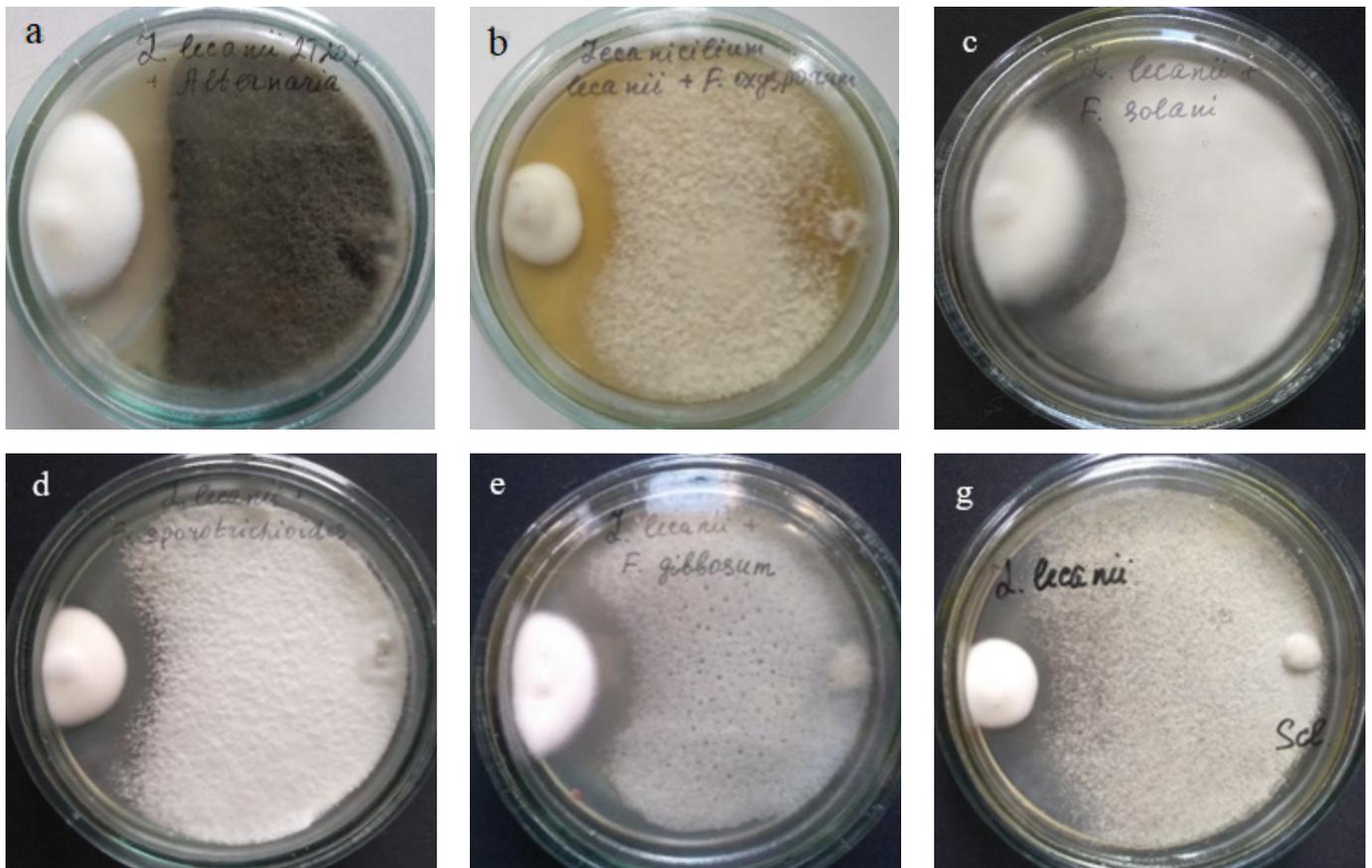
огурцов пятна могут покрывать половину листовой пластины, нарушается процесс фотосинтеза, замедляется формирование завязей и плодов. На листьях капусты образуются пятна коричневых цветов, середина пятен сохнет и крошится, в результате образуются сквозные отверстия. После уборки на хранение кочаны капусты начинают гнить [12]. Исследования антифунгальной активности *L. lecanii* по отношению к изоляту *Alternaria sp.*, выделенному из листьев томата, показали чувствительность патогена к антагонисту, диаметр стерильной зоны в двойной культуре составил 16 мм (табл. 3, рис. 2, а).

Fusarium oxysporum Schltdl. – возбудитель фузариозов, гнилей, трахеомикозного увядания многих культур. В условиях теплицы на огурце распространена специализированная форма *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* Gerlagh & W. J. Blok – возбудитель трахеомикоза огурца. Фузариозное увядание томатов вызывает *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* W. C. Snyder et H. N. Hansen, фузариоз лука - *F. oxysporum* f. sp. *cepae* (Schlecht.) Snyder et Hans. [13]. Патоген выделен из растения огурца, проявил чувствительность к *L. lecanii*, зона подавления роста составила 13 мм (табл. 3, рис. 2, b).

Fusarium solani (Mart.) Appel et Wr. – распространен повсеместно, возбудитель фузариозов многих культур: корневой гнили рассады огурца, корневой и прикорневой гнили стеблей огурца, фузариозного увядания томатов, перца, баклажан, картофеля. В двойной культуре с гифомицетом *L. lecanii* образует стерильную зону 12 мм (табл. 3, рис. 2, c).

Fusarium sporotrichioides Sherb. – многоядный вид, поражает различные растения, в число которых входят овощные, технические, плодовые культуры, зерновые злаки, картофель, продуцирует микотоксины. Изолят выделен из плода сладкого перца, зона отсутствия роста с *L. lecanii* составила 12 мм (табл. 3, рис. 2, d).

Рис. 2. Антифунгальная активность гифомицета *L. lecanii* по отношению к фитопатогенам тепличных культур: а) - *Alternaria sp.*, б) - *Fusarium oxysporum*, с) - *Fusarium solani*, д) - *Fusarium sporotrichioides*, е) - *Fusarium gibbosum*, г) - *Sclerotinia sclerotiorum*



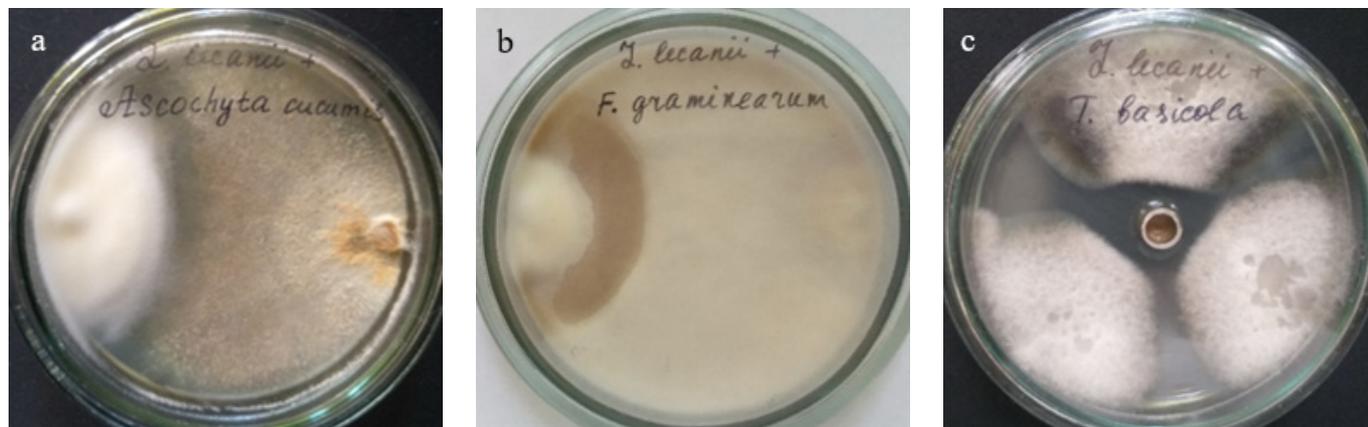
Fusarium gibbosum Appel et Wr. является возбудителем фузариозов различных культур – составляет комплекс гнилей корневой и прикорневой частей растений огурца, гороха, сои, довсходовой гнили лука, сухой гнили клубней картофеля [12]. Выделен из прикорневой части растения огурца, зона отсутствия роста с *L. lecanii* составила 14 мм (табл. 3, рис. 2, е).

Возбудитель *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary вызывает заболевание белая гниль многих культур в закрытом и открытом грунте, оно входит в категорию наиболее опасных патологий растений. Инфекция развивается на любой части растения, значительно снижает урожайность. Патоген выделен из пораженной завязи огурца, зона отсутствия роста с *L. lecanii* составила 6 мм (табл. 3, рис. 2, g).

Ascochyta cucumis Fautr. et Roum. – возбудитель аскохитоза огурца, заболевание характерно для теплиц, симптомы проявляются на всех органах растения в период плодоношения: на стеблях и листьях образуются округлые, быстро разрастающиеся пятна, стебли растрескиваются и выделяют экссудат коричневого цвета, ткани мацерируются. Листья могут приобретать хлоротичную окраску, становятся желтыми или красными, теряют тургор и увядают. У пораженных плодов верхушка становится мягкой, в мякоти образуется пятно ржавого цвета в котором развивается бактериальная гниль, на больных органах образуется множество пикнид. Заболевание приводит к гибели растений, ухудшению качества плодов, доля нестандартной продукции увеличивается до 50% [13, 14]. Патоген выделен из растения огурца, зона отсутствия роста с *L. lecanii* составила 6 мм (табл. 3, рис. 3, а).

Fusarium graminearum Schwabe – на овощных является возбудителем фузариозной гнили плодов тыквенных культур [13]. При совместном росте с *L. lecanii* после смыкания колоний образуется зона лизиса 14 мм (табл. 3, рис. 3, b).

Рис. 3. Антифунгальная активность гифомицета *L. lecanii* по отношению к фитопатогенам тепличных культур: а) - *Ascochyta cucumis*, b) - *Fusarium graminearum*, c) - *Thielaviopsis basicola*



Thielaviopsis basicola (Berk. et Broome) Ferraris – возбудитель черной корневой гнили тыквенных культур, томатов, фасоли, рассады табака и махорки, вызывает массовое выпадение растений в парниках, составляет комплекс патогенов микозного увядания томатов [14]. Выделен из пораженной рассады томатов, в двойной культуре на агаризованной среде чувствительности к *L. lecanii* не проявил, а при определении фунгицидной активности жидкой культуры с титром $1,6 \times 10^9$ спор/мл методом диффузии в агар, образовавшиеся в процессе культивирования метаболиты сдерживали рост патогена с образованием стерильной зоны 8-10 мм (табл. 3, рис. 3, с).

Albifimbria verrucaria (syn. *Myrothecium verrucaria*) – может поражать все части растений: на листьях образуются пятнистости, некротичные участки могут выпадать, образуя дырчатость. При поражении стеблей на черенках и верхушках могут образовываться водяные язвы, которые позднее становятся вдавленными сухими некрозами. При поражении сочных плодов (томаты) образуются вдавленности, кожица плода растрескивается, образуются язвы, плод сгнивает. На твердых плодах (баклажан, огурец) образуются пятна, могут образовываться перетяжки, из-за чего плоды приобретают уродливую форму и выбраковываются. Семенная инфекция вызывает довсходовую и по-

слевсходовую гибель проростков, стеблевую гниль, гибель точки роста, язвы на корнях. Грибы рода *Albifimbria* являются продуцентами макроциклических трихотеценовых микотоксинов [15]. Патоген выделен из семян огурца, зона отсутствия роста с *L. lecanii* составила 5 мм.

При определении фунгицидной активности *L. lecanii* по отношению к особо вредоносным патогенам тепличных культур *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia solani* и *Pythium* sp. образования стерильных зон не происходило, колонизации культур друг другом отмечено не было.

Как следует из полученных данных, гифомицет *L. lecanii* штамм CNMN-FE-03 (2T20) обладает высокой фунгицидной активностью против широкого спектра возбудителей грибных болезней растений: фузариозов, пятнистостей, трахеомикозного увядания, гнилей корней, стеблей и плодов.

Выводы

Гифомицет *Lecanicillium lecanii* CNMN-FE-03 (2T20) проявляет высокую инсектицидную активность по отношению к бахчевой тле и акарицидную активность по отношению к обыкновенному паутинному клещу в условиях теплицы. Смертность бахчевой тли на 12-е сутки при концентрации рабочей суспензии 2×10^6 спор/мл составила 87,1%, при концентрации 1×10^7 спор/мл – 91,1%. Акарицидная активность на 12-е сутки при концентрации рабочей суспензии 2×10^6 спор/мл составила 86,7%, при концентрации 1×10^7 спор/мл – 92,8%.

Гифомицет проявляет фунгицидную активность к широкому спектру возбудителей грибных болезней растений, в двойной культуре с патогенами на агаровой питательной среде образуются стерильные зоны радиусом 5-16 мм. Штамм может быть использован для получения биопрепарата для защиты растений от сосущих вредителей и комплекса фитопатогенов в условиях теплицы.

Литература:

1. ФЕДОРЕНКО В. Ф., КОЛЧИНА Л. М., ГОРЯЧЕВА И.С. *Мировые тенденции технологического развития производства овощей в защищенном грунте*. 2-е изд. М.: Юрайт. 2024, 199 с. ISBN 978-5-534-11464-5.
2. ГОРЯНИКОВ, Ю. В. *Вредители и болезни закрытого грунта*. Учебное пособие. Черкесск, 2022, 180 с.
3. VARATHI S., SABAPATHI N., KANDASAMY S., LEE J. *Present status of insecticide impacts and eco-friendly approaches for remediation-a review*. In: *J. Environmental Research*, 2024, v. 240, part 1, p. 117432. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.117432>.
4. BRAS, A., ROY, A., HECKEL, D. G., ANDERSON, P., KARLSSON GREEN, K. *Pesticide resistance in arthropods: Ecology matters too*. In: *J. Ecology Letters*, 2022, V. 25:8, p. 1746–1759. ISSN 1461-023X. <https://doi.org/10.1111/ele.14030>.
5. MITINA G. M., KOZLOVA E. K., PAZYUK I. P. *Effect of biopreparation Verticillium M based on the extract from entomopathogenic fungus Lecanicillium muscarium and its insecticidal metabolites on the entomophages in greenhouses*. In: *Plant Protection News*, 2018, no. 2(96), p. 28–35. ISSN 2308-6459. [https://doi.org/10.31993/2308-6459-2018-2\(96\)-28-35](https://doi.org/10.31993/2308-6459-2018-2(96)-28-35).
6. GOETTEL M. S., KOIKE M., KIM J. J., AIUCHI D., SHINYA R., BRODEUR J. *Potential of Lecanicillium spp. for management of insects, nematodes and plant diseases*. In: *Journal of Invertebrate Pathology*, 2008, no. 98, p. 256–261. doi: 10.1016/j.jip.2008.01.009.
7. *Îndrumări metodice pentru testarea produselor chimice și biologice de protecție a plantelor de dăunători, boli și buruieni în Republica Moldova*. Sub redacția ION LAZARI. Chișinău, „Tipografia Centrală”, 2002, 286 p. ISBN 9975-9597-3-3.
8. NYSANTH N. S., SIVAPRIYA S. L., NATARAJAN C., ANITH K. N. *Protocols and methods. Novel in vitro methods for simultaneous screening of two antagonistic bacteria against multiple fungal phytopathogens in a single agar plate*. In: *3 Biotech*, 2022, 12(6):140. doi: 10.1007/s13205-022-03205-3
9. ZARE R. and GAMS W. *A revision of Verticillium sect. Prostrata. IV. The genera Lecanicillium and Simplicillium gen. nov.* In: *Nova Hedwigia*, 2001. v. 73(1), p. 1-50. doi: 10.1127/nova.hedwigia/71/2001/1
10. ПАВЛЮШИН В. А., НОВИКОВА И. И., БОЙКОВА И. В. *Микробиологическая защита растений в технологиях фитосанитарной оптимизации агроэкосистем: теория и практика (обзор)*. В: *Сельскохозяйственная биология*, 2020, т. 55, nr.3, с. 421-438. doi: 10.15389/agrobiology.2020.3.421.

11. BALOUIRI M, SADIKI M, IBNSOUDA S. K. *Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review*. In: *J. Pharmaceutical Analysis*, 2016, no. 6(2):71-79. doi: 10.1016/j.jpha.2015.11.005
12. ЛЕВИТИН М. М. *Сельскохозяйственная фитопатология: учебное пособие для вузов*. 3-е изд., испр. М.: Юрайт, 2021, 283 с. ISBN 978-5-534-15188-6.
13. АХАТОВ А. К. *Огурцы и томаты в теплицах. Приложение к журналу «Защита и карантин растений» № 2, 2011, 55 с.*
14. БОГОУТДИНОВ Д. З., ФОМИНЫХ Т. С., КАСТАЛЬЕВА Т. Б., ГИРСОВА Н. В., ПАВЛОВСКАЯ Н. Е., ГАГАРИНА И. Н., МИШУРОВ Н. П., НЕМЕНУЩАЯ Л. А., ПИСКУНОВА Н. А. *Методы диагностики возбудителей заболеваний овощных культур: аналит. обзор*. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020, 116 с. ISBN 978-5-7367-1609-8.
15. НИКОЛАЕВА С., МАРЖИНА Л., НИКОЛАЕВ А. *Патогенные свойства грибов рода *Myrothecium Tode ex Fries**. In: *J. Studia Universitatis*, 2010, no. 1(31), p. 88-93. ISSN 1857-1735.

Примечание: Исследования проведены в рамках проекта Подпрограммы 011103 «Elaborarea mijloacelor ecologic inofensive de reducere a impactului organismelor dăunătoare ale culturilor agricole pe fondalul schimbărilor climatice».

Данные об авторе:

Татьяна ЩЕРБАКОВА, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, Институт Генетики, Физиологии и Защиты Растений, Государственный университет Молдовы.

ORCID: 0000-0002-2632-325X

E-mail: tatiana.scerbacova@sti.usm.md
tscerb@gmail.com

Представлено 06.08.2024