

DOI: <https://doi.org/10.55505/sa.2022.1.07>

УДК: 632.937.14

СКРИНИНГ ШТАММОВ ГРИБОВ *TRICHODERMA* PERS. ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ *ALBIFIMBRIA VERRUCARIA*, РАНЕЕ ИЗВЕСТНОГО КАК *MYROTHECIUM VERRUCARIA*

Татьяна ЩЕРБАКОВА

Abstract. The phytopathogen *Albifimbria verrucaria* (*Myrothecium*) produces macrocyclic trichothecene mycotoxins. When developed on animal feed, it can cause poisoning. The research aims to select strains of *Trichoderma* fungi that are promising for plant protection against the pathogen *Alb. verrucaria*. The antagonistic activity of 21 *Trichoderma* cultures against *Alb. verrucaria* was studied using the double-culture method. On day 10, three isolates of *Trichoderma* sp. 3K, 7T and 12T inhibited the pathogen by 67-71%. Furthermore, in seven variants of the double cultures, inhibition of *Trichoderma* fungi by the pathogen with the formation of sterile zones with a radius of 2-10 mm was observed. By day 15 of double-culture incubation, pathogen accretion was noted on some *Trichoderma* cultures, including 3K and 12T. As a result of the microscopy of crop connection zones and growth zones, three isolates, namely 1K, 4T and 13N, were noted as promising for plant protection against *Alb. verrucaria*.

Key words: Pathogenic fungi; Growth inhibition; Fungal antagonists; Double-culture; Strain.

Реферат. Фитопатоген *Albifimbria verrucaria* (*Myrothecium*) продуцирует макроциклические трихотеценовые микотоксины. При развитии на корме животных может вызывать отравления. Цель исследований – отобрать штаммы грибов *Trichoderma*, перспективные для защиты растений от патогена *Alb. verrucaria*. Антагонистическую активность 21 культуры *Trichoderma* по отношению к *Alb. verrucaria* изучали методом двойных культур. На 10-е сутки 3 штамма *Trichoderma* sp. 3K, 7T и 12T ингибировали патоген на 67-71%. В семи вариантах двойных культур отмечено ингибирование грибов *Trichoderma* патогеном с образованием стерильных зон радиусом 2-10 мм. К 15-м суткам инкубации двойных культур отмечено нарастание патогена на некоторые культуры *Trichoderma*, в том числе на 3K и 12T. В результате микроскопирования зон соединения культур и зон нарастания отмечены 3 изолята – 1K, 4T и 13N, перспективные для защиты растений от *Alb. verrucaria*.

Ключевые слова: Патогенные грибы; Ингибирование роста; Грибы-антагонисты; Двойная культура; Штамм.

ВВЕДЕНИЕ

Гриб *Albifimbria verrucaria* (Alb. et Schwein.) L. Lombard et Crous (2016), известен исследователям как *Myrothecium verrucaria* (Alb. et Schwein.) Ditmar (1813). Совсем недавно род *Myrothecium* отнесен к семейству Stachybotriaceae отдела Аскомицетов и назван *Albifimbria* (Lombard, L. et al. 2016).

Несмотря на нечастое упоминание грибов рода *Albifimbria* (*Myrothecium*) Tode ex Fries как возбудителей болезней растений, способных вызывать эпифитотии, они широко распространены в природе как фитопатогены и могут поражать все части растений. На листьях патогенность проявляется в виде пятнистостей, некротичные участки могут выпадать, образуя дырчатость, снижение урожая может составлять 13% (Saira, M. et al. 2017; Мартынюк, Т.Д., Егорова, Л.Н. 2009). При поражении стеблей на черенках и верхушках могут образовываться водяные язвы, которые позднее становятся вдавленными сухими и ломкими 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. На корнях однолетних (соя, огурец) и многолетних культур (люцерна, саженцы плодовых) могут развиваться гнили. Семенная инфекция вызывает довсходовую и послевсходовую гибель проростков, стеблевую гниль, гибель точки роста, язвы на корнях (Николаев, А., Николаева, С. 2010).

Грибы рода *Albifimbria* (*Myrothecium*) являются продуцентами наиболее вредоносных макроциклических трихотеценовых микотоксинов веррукаринового ряда. Они вызывают у животных миротецитоксикоз, а также обладают высоким токсигенным потенциалом (Зайченко, А.М. и др. 2001). Патогены *Albifimbria* при благоприятных погодных условиях (высокая влажность и температура) контаминируют жнивье зерновых культур и травянистые пастбища, после выпаса животных на зараженных субстратах может происходить развитие токсикоза, болеют кони, крупный рогатый скот, овцы (Зайченко, А.М. и др. 2008).

В связи с этим целесообразно вести поиск перспективных штаммов грибов-антагонистов, как альтернатива химическим фунгицидам, для снижения развития и распространения гриба *Alb. verrucaria*, уменьшения его вредоносности и токсино-образования. Цель настоящих исследований – отобрать штаммы грибов *Trichoderma*, перспективные для защиты растений от токсинообразующего патогена *Albifimbria verrucaria*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в Институте Генетики, Физиологии и Защиты растений Республики Молдова в лабораторных условиях. Объектами исследований являлись 21 экземпляр грибов *Trichoderma* из рабочей коллекции лаборатории, часть из них выделены из природных субстратов в 2020-2021 гг, часть выделены ранее, а также штаммы *Trichoderma virens* CNMN-FD-13, *T. lignorum* CNMN-FD-14 и *T. harzianum* CNMN-FD-16 – продуценты биопрепаратов *Gliocladiină-SC*, *Trichodermină-SC*, *Trichodermină-BL* и *Trichodermină Th-7F-BL*, внесенных в Государственный регистр средств фитосанитарного назначения Молдовы (2021). Патоген *Alb. verrucaria*, используемый в экспериментах, находится в рабочей коллекции лаборатории, выделен из растений огурца (Николаева, С. И. и др. 2010).

Для выявления наиболее активных штаммов (изолятов) *Trichoderma* по отношению к токсинообразующему грибу *Alb. verrucaria*, изучали их антагонистическую активность методом встречных (двойных) культур на сусло-агаровой питательной среде, посев блоками, повторность трехкратная (Егоров, Н.С. 2004). Культивировали при температуре 25°C, оптимальной для исследуемых грибов. Радиус колоний измеряли ежедневно линейным методом (мм) от края посеянного блока к центру чашки, на 5-е и 10-е сутки вычисляли показатель ингибирования грибов друг другом (%), оценивали в баллах степень нарастания антагониста на колонию *Alb. verrucaria*: 0 баллов – нарастания нет, 1 балл – антагонист занимает 25% площади колонии патогена, 2 балла – антагонист занимает 25-50% колонии патогена, 3 балла – антагонист занимает 51-75% колонии патогена, 4 балла – антагонист занимает 76-100% площади колонии патогена (Поликсенова, В.Д. и др., 2004). Проводили микроскопирование грибов в зонах соединения колоний и зонах нарастания.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Несмотря на повторяющиеся засухи в Молдове с периодичностью 2-3 года в последние два десятилетия, начало вегетационного периода 2020 и все лето 2021 гг являлись благоприятными для развития возбудителей болезней на культурных и дикорастущих растениях из-за повышенной влагообеспеченности. Количество выпавших осадков в мае-июле 2020 года составило 263 мм при норме 181 мм (145% от нормы), сумма осадков в январе-августе 2021 года составила 575 мм при норме 376 мм (153% от нормы), что вызвало повсеместное развитие плесневых грибов на растениях (Погода и климат).

Однако, избыточное количество осадков способствовало развитию не только патогенов растений, но и их антагонистов. К группе микроорганизмов с антагонистическими свойствами по отношению к многим фитопатогенам относятся грибы рода *Trichoderma*. При выделении возбудителей болезней плесневых грибов из природных субстратов в окрестностях города Кишинева, они были отмечены, практически, во всех пробах и поселялись на других грибах, как гиперпаразиты (Стратулат, Т. и др. 2021). В 2020-2021 гг нами были выделены 12 аборигенных изолятов *Trichoderma* (Табл. 1).

Грибы *Trichoderma* являются быстрорастущими, в чистой культуре через 5-7 суток после посева блоком заселяется вся агаровая пластинка чашки Петри, спорообразование начинается на третий день, конидии имеют шаровидную или овальную форму (Рудаков, О.Л. 1981).

В двойной культуре на пятые сутки колонии пяти штаммов: *T. lignorum*, 3К, 7Т, 13N и 2F достигли радиуса 80 мм. Радиусы колоний патогена различались: изоляты 3К и 7Т (вар. 7 и 11) не позволили патогену вырасти более, чем на 6 мм, показатель ингибирования на пятые сутки составил 63%, на десятые – 71%. Остальные грибы *Trichoderma* проявили меньшую антагонистическую активность, показатели ингибирования на 5-е сутки составили от 19% до 50%, гриб *T. asperellum* (вар. 4) антагонизма не проявил. (Рис. 1, Табл. 2).

Таблица 1. Грибы *Trichoderma*, выделенные из природных субстратов в 2020-2021 гг

№	Изолят	Субстрат, год изолирования
1	<i>Trichoderma</i> sp. 1К	Почвенный субстрат №1, плодовый сад, 2020
2	<i>Trichoderma</i> sp. 2К	Почвенный субстрат №2, плодовый сад, 2020
3	<i>Trichoderma</i> sp. 3К	Почвенный субстрат №3, плодовый сад, 2020
4	<i>Trichoderma</i> sp. 4Т	Почва произрастания грецкого ореха, Ботанический сад, 2020
5	<i>Trichoderma</i> sp. 5Т	Грецкий орех <i>Juglans regia</i> L., лист, 2020
6	<i>Trichoderma</i> sp. 6Т	Грецкий орех, кора дерева, 2020
7	<i>Trichoderma</i> sp. 7Т	Туя <i>Thuja</i> L., хвоя, 2021
8	<i>Trichoderma</i> sp. 8Т	Клен <i>Acer</i> L., лист, 2021
9	<i>Trichoderma</i> sp. 9Т	Липа <i>Tilia</i> L., лист, 2021
10	<i>Trichoderma</i> sp. 10Т	Сосна <i>Pinus sylvestris</i> L, хвоя, 2021
11	<i>Trichoderma</i> sp. 11Т	Каштан конский <i>Aesculus hippocastanum</i> L., лист, 2021
12	<i>Trichoderma</i> sp. 12Т	Лесная почва, 2021

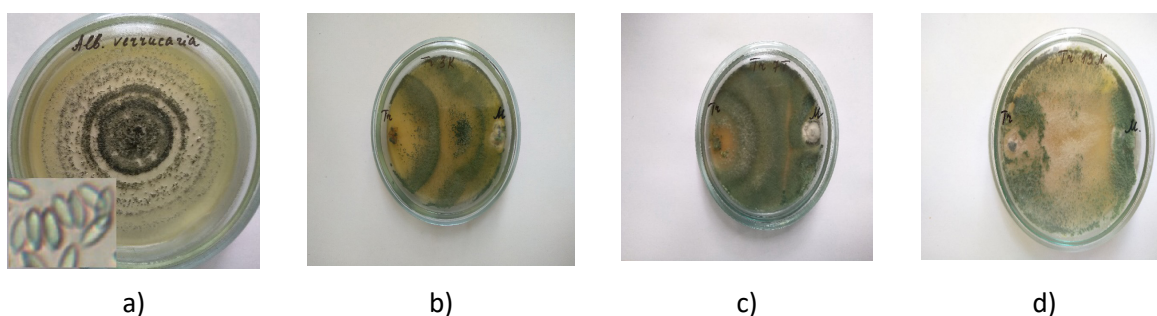


Рисунок 1. Сдерживание роста патогена *Alb. verrucaria* грибами *Trichoderma* на десятые сутки
 а) - *Alb. verrucaria*, колония на сусло-агаровой среде, конидии, б)- *Trichoderma* sp. 3К, с)- *Trichoderma* sp. 7Т, д)- *Trichoderma* sp. 13N

К десятому дню эксперимента в семи вариантах двойных культур отмечено ингибирование грибов *Trichoderma* патогеном, между агентами антагонист-патоген появились стерильные зоны отсутствия роста радиусом 2-10 мм. Максимальная стерильная зона 10 мм отмечена в культуре с грибом *T. asperellum*, ингибирование антагониста патогеном *Alb. verrucaria* составило 38%, тогда как антагонист ингибировал патоген только на 17%. В остальных шести вариантах ингибирование изолятов *Trichoderma* 2К, 4Т, 6Т, 8Т, 10Т и 11Т патогеном составило от 14% до 30%, а ингибирование патогена грибами *Trichoderma* составило от 25% до 67% (Табл. 2, Рис. 2).

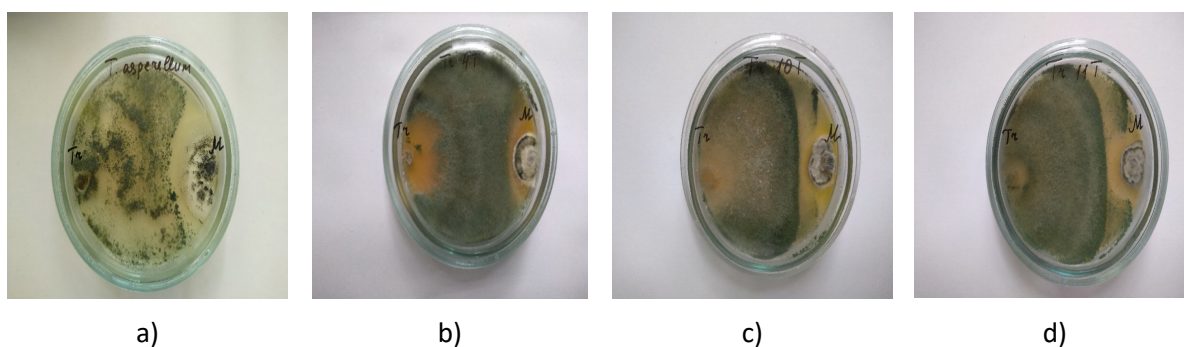


Рисунок 2. Образование стерильных зон между грибами *Trichoderma* и патогеном *Alb. verrucaria* в двойной культуре. а) - *T. asperellum*, б) - *Trichoderma* sp. 4Т, с) - *Trichoderma* sp. 10Т, д) - *Trichoderma* sp. 11Т

К 15-м суткам инкубации двойных культур было замечено, что грибы *Trichoderma* 3К, 9Т, 12Т, 1F, 2F уже не оказывали сдерживающего эффекта на *Alb. verrucaria* и патоген стал заселять поверхность этих колоний. Штаммы *T. lignorum*, *T. asperellum*, 2К, 6Т, 11Т, не проявившие высокой антагонистической активности, тоже заселялись патогеном. В культуре со штаммом *T. virens* наблюдался рост патогена под мицелием антагониста. Несмотря на то, что в первые 10 дней изоляты 3К, 12Т и

Таблица 2. Характеристика антагонистических взаимоотношений грибов *Trichoderma* и патогена *Albifimbria verrucaria* в двойной культуре

№	Вариант Двойная культура Штамм (изолят)	Радиус колоний, мм Время измерения, сутки			% ингибирования на 5-е сутки	% ингибирования на 10-е сутки	Балл нарастания штамма на патоген
		3	5	10			
1	<i>Trichoderma virens</i> CNMNF-13 <i>A. verrucaria</i>	28±0,6 8±0,3	51±0,3 13±0,9	80±0 17±0,3	19 0	29 0	1
2	<i>T. lignorum</i> CNMNF-14 <i>A. verrucaria</i>	54±0,9 7±0,3	80±0 9±0,6	80±0 18±1,2	44 0	25 0	0
3	<i>T. harzianum</i> CNMNF-16 <i>A. verrucaria</i>	37±0,6 6±0,3	62±0,3 10±0,6	80±0 10±0,6	38 0	58 0	2
4	<i>T. asperellum</i> <i>A. verrucaria</i>	31±1,0 9±0,7	50±0,6 16±0,9	50±0,3 20±1,2	0 0	17 38	0 (зона 10 мм)
5	<i>Trichoderma</i> sp. 1K <i>A. verrucaria</i>	42±1,1 6±0	69±0,9 9±0,6	80±0 10±0,6	44 0	58 0	3
6	<i>Trichoderma</i> sp. 2K <i>A. verrucaria</i>	29±0,6 6±0,3	50±1,0 9±0,6	56±0,3 18±1,0	44 0	25 30	0 (зона 6 мм)
7	<i>Trichoderma</i> sp. 3K <i>A. verrucaria</i>	65±0,6 6±0,3	80±0 6±0,3	80±0 7±0,6	63 0	71 0	3
8	<i>Trichoderma</i> sp. 4T <i>A. verrucaria</i>	52±0,6 7±0,3	67±0,3 9±0,9	68±0,3 10±0,9	44 0	58 15	0 (зона 2 мм)
9	<i>Trichoderma</i> sp. 5T <i>A. verrucaria</i>	43±0,6 8±0,6	52±1,0 10±0,9	80±0 13±0,9	38 0	46 0	0
10	<i>Trichoderma</i> sp. 6T <i>A. verrucaria</i>	46±1,2 6±0,3	65±0,3 8±0,9	66±0,3 11±0,9	50 0	54 18	0 (зона 3 мм)
11	<i>Trichoderma</i> sp. 7T <i>A. verrucaria</i>	50±0,9 6±0,3	80±0 6±0,3	80±0 7±0,9	63 0	71 0	2
12	<i>Trichoderma</i> sp. 8T <i>A. verrucaria</i>	61±1,0 6±0,3	62±0,6 8±0,9	69±0,3 8±0,9	50 0	67 14	0 (зона 3 мм)
13	<i>Trichoderma</i> sp. 9T <i>A. verrucaria</i>	52±1,2 7±0,3	67±0,9 10±0,6	80±0 14±0,6	38 0	42 0	0
14	<i>Trichoderma</i> sp. 10T <i>A. verrucaria</i>	58±0,9 10±0,6	60±0,3 11±0,9	63±0,3 12±0,9	31 0	50 21	0 (зона 5 мм)
15	<i>Trichoderma</i> sp. 11T <i>A. verrucaria</i>	58±0,6 6±0,3	60±0,3 8±0,6	63±0,3 8±0,6	50 0	67 21	0 (зона 9 мм)
16	<i>Trichoderma</i> sp. 12T <i>A. verrucaria</i>	62±0,6 8±0,3	75±0,3 8±0,3	80±0 8±0,3	50 0	67 0	0
17	<i>Trichoderma</i> sp. 2N <i>A. verrucaria</i>	46±0,6 8±0,3	67±0,6 12±0,6	80±0 12±0,6	25 0	50 0	3
18	<i>Trichoderma</i> sp. 13N <i>A. verrucaria</i>	61±0,6 6±0,3	80±0 10±0,6	80±0 10±0,6	38 0	58 0	4
19	<i>Trichoderma</i> sp. 14N <i>A. verrucaria</i>	53±0,9 7±0,3	70±0,6 9±0,6	80±0 9±0,6	44 0	63 0	3
20	<i>Trichoderma</i> sp. 1F <i>A. verrucaria</i>	42±1,0 6±0,3	65±0,6 9±0,6	80±0 10±0,6	44 0	58 0	1
21	<i>Trichoderma</i> sp. 2F <i>A. verrucaria</i>	46±0,9 7±0,6	80±0 9±0,6	80±0 9±0,6	44 0	63 0	2
22	<i>A. verrucaria</i> Контроль	8±0,6	16±0,9	24±1,0	-	-	-

2F проявили высокую антагонистическую активность к *Alb. verrucaria* с показателем ингибирования 63-71%, они не сдерживали рост патогена в последующий период опыта и не могут быть использованы для защиты растений от *Alb. verrucaria* (рис. 3 а, б). Изоляты 8Т и 10Т сохраняли стерильную зону отсутствия роста, нарастания на них патогена отмечено не было.

Таблица 2. Характеристика антагонистических взаимоотношений грибов *Trichoderma* и патогена *Albifimbria verrucaria* в двойной культуре

№	Вариант Двойная культура Штамм (изолят)	Радиус колоний, мм Время измерения, сутки			% ингибирования на 5-е сутки	% ингибирования на 10-е сутки	Балл нарастания штамма на патоген
		3	5	10			
1	<i>Trichoderma virens</i> CNMNF-13 <i>A. verrucaria</i>	28±0,6 8±0,3	51±0,3 13±0,9	80±0 17±0,3	19 0	29 0	1
2	<i>T. lignorum</i> CNMNF-14 <i>A. verrucaria</i>	54±0,9 7±0,3	80±0 9±0,6	80±0 18±1,2	44 0	25 0	0
3	<i>T. harzianum</i> CNMNF-16 <i>A. verrucaria</i>	37±0,6 6±0,3	62±0,3 10±0,6	80±0 10±0,6	38 0	58 0	2
4	<i>T. asperellum</i> <i>A. verrucaria</i>	31±1,0 9±0,7	50±0,6 16±0,9	50±0,3 20±1,2	0 0	17 38	0 (зона 10 мм)
5	<i>Trichoderma</i> sp. 1K <i>A. verrucaria</i>	42±1,1 6±0	69±0,9 9±0,6	80±0 10±0,6	44 0	58 0	3
6	<i>Trichoderma</i> sp. 2K <i>A. verrucaria</i>	29±0,6 6±0,3	50±1,0 9±0,6	56±0,3 18±1,0	44 0	25 30	0 (зона 6 мм)
7	<i>Trichoderma</i> sp. 3K <i>A. verrucaria</i>	65±0,6 6±0,3	80±0 6±0,3	80±0 7±0,6	63 0	71 0	3
8	<i>Trichoderma</i> sp. 4T <i>A. verrucaria</i>	52±0,6 7±0,3	67±0,3 9±0,9	68±0,3 10±0,9	44 0	58 15	0 (зона 2 мм)
9	<i>Trichoderma</i> sp. 5T <i>A. verrucaria</i>	43±0,6 8±0,6	52±1,0 10±0,9	80±0 13±0,9	38 0	46 0	0
10	<i>Trichoderma</i> sp. 6T <i>A. verrucaria</i>	46±1,2 6±0,3	65±0,3 8±0,9	66±0,3 11±0,9	50 0	54 18	0 (зона 3 мм)
11	<i>Trichoderma</i> sp. 7T <i>A. verrucaria</i>	50±0,9 6±0,3	80±0 6±0,3	80±0 7±0,9	63 0	71 0	2
12	<i>Trichoderma</i> sp. 8T <i>A. verrucaria</i>	61±1,0 6±0,3	62±0,6 8±0,9	69±0,3 8±0,9	50 0	67 14	0 (зона 3 мм)
13	<i>Trichoderma</i> sp. 9T <i>A. verrucaria</i>	52±1,2 7±0,3	67±0,9 10±0,6	80±0 14±0,6	38 0	42 0	0
14	<i>Trichoderma</i> sp. 10T <i>A. verrucaria</i>	58±0,9 10±0,6	60±0,3 11±0,9	63±0,3 12±0,9	31 0	50 21	0 (зона 5 мм)
15	<i>Trichoderma</i> sp. 11T <i>A. verrucaria</i>	58±0,6 6±0,3	60±0,3 8±0,6	63±0,3 8±0,6	50 0	67 21	0 (зона 9 мм)
16	<i>Trichoderma</i> sp. 12T <i>A. verrucaria</i>	62±0,6 8±0,3	75±0,3 8±0,3	80±0 8±0,3	50 0	67 0	0
17	<i>Trichoderma</i> sp. 2N <i>A. verrucaria</i>	46±0,6 8±0,3	67±0,6 12±0,6	80±0 12±0,6	25 0	50 0	3
18	<i>Trichoderma</i> sp. 13N <i>A. verrucaria</i>	61±0,6 6±0,3	80±0 10±0,6	80±0 10±0,6	38 0	58 0	4
19	<i>Trichoderma</i> sp. 14N <i>A. verrucaria</i>	53±0,9 7±0,3	70±0,6 9±0,6	80±0 9±0,6	44 0	63 0	3
20	<i>Trichoderma</i> sp. 1F <i>A. verrucaria</i>	42±1,0 6±0,3	65±0,6 9±0,6	80±0 10±0,6	44 0	58 0	1
21	<i>Trichoderma</i> sp. 2F <i>A. verrucaria</i>	46±0,9 7±0,6	80±0 9±0,6	80±0 9±0,6	44 0	63 0	2
22	<i>A. verrucaria</i> Контроль	8±0,6	16±0,9	24±1,0	-	-	-

Изолят 4Т, образовавший в первые 10 суток в двойной культуре с патогеном стерильную зону 2 мм, к 20-м суткам заселил колонию *Alb. verrucaria* на 90% (4 балла), роста патогена по поверхности колонии *Trichoderma* sp. 4Т не наблюдалось. Штамм *T. harzianum* и изоляты 1К, 7Т, 2Н, 13Н и 14Н к 20-му дню опыта сдерживали патоген и нарастания на них *Alb. verrucaria* не отмечено.

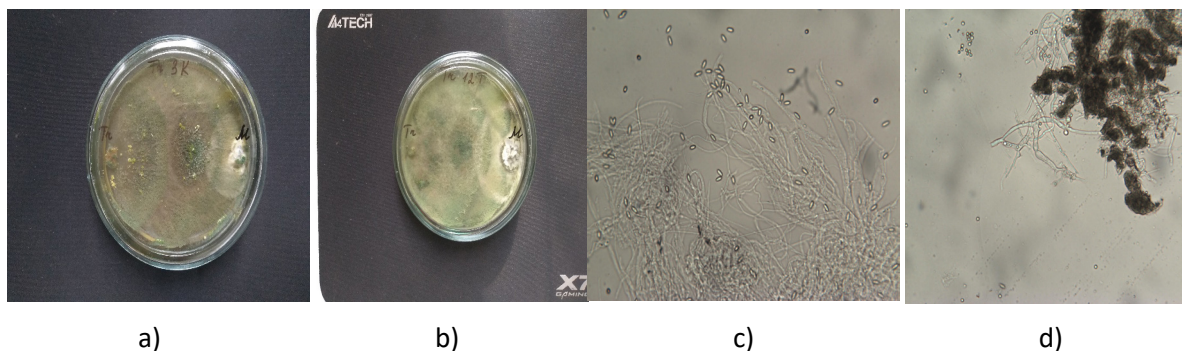


Рисунок 3. а-б) – Рост патогена *Alb. verrucaria* по поверхности колоний *Trichoderma* sp. 3К и 12Т, в) – здоровый мицелий и конидии гриба *Alb. verrucaria*, контроль, $\times 400$, д) - вакуолизация мицелия *Alb. verrucaria* в присутствии микромицета *Trichoderma* sp. 4Т, $\times 400$

Микроскопирование двойных культур в зонах соединения колоний и зонах нарастания проводили на 20-е сутки, просматривали перспективные штаммы. В культуре со штаммом *T. harzianum* в зоне смыкания с патогеном наблюдались спородохии и конидии патогена. В культуре с изолятом 1К на стыке колоний и 2-3 мм в зоне нарастания на колонию патогена спородохий и конидий не отмечено. У изолятов *Trichoderma* sp. 7Т, 2N и 14N в зонах смыкания отмечены спородохии и конидии *Alb. verrucaria*. У изолята 13N в зоне соединения колоний спородохии и конидии не наблюдались, отмечен зернистый, вакуолизированный мицелий. При микроскопировании границ колоний и 5-миллиметровой зоны нарастания изолята 4Т на патоген просматривался вакуолизированный мицелий, спородохии и конидии отмечены не были (Рис. 3 с, д).

В дальнейших исследованиях по определению эффективности грибов *Trichoderma* в защите растений от токсинообразующего фитопатогена *Alb. verrucaria* будут использованы изоляты 1К, 4Т и 13N.

ВЫВОДЫ

В процессе исследований наблюдались интересные антагонистические взаимодействия грибов *Trichoderma* и патогена *Albifimbria verrucaria*:

В первые 10 дней эксперимента определились 5 перспективных изолятов: 3К, 7Т, 12Т, 14N, 2F, ингибирующие рост патогена на 63%-71%.

В семи вариантах двойных культур наблюдалось ингибирование патогеном изолятов *Trichoderma* 2К, 4Т, 6Т, 8Т, 10Т, 11Т, *T. asperellum* от 14% до 38% с образованием стерильных зон отсутствия роста 2-10 мм.

К 15-м суткам опыта отмечено нарастание патогена на колонии *Trichoderma* в 11-ти двойных культурах. Перспективные в первые 10 дней изоляты 3К, 12Т и 2F в последующий период уже не оказывали сдерживающего эффекта на *Alb. verrucaria*.

Изолят *Trichoderma* sp. 4Т и патоген в первые 10 дней в двойной культуре образовали стерильную зону радиусом 2 мм, в последующий период антагонист заселил колонию *Alb. verrucaria* на 90%, в зоне соединения колоний отмечен вакуолизированный мицелий и отсутствие конидий патогена.

К 20-му дню опыта штамм *T. harzianum* и изоляты 1К, 7Т, 2N, 13N и 14N сдерживали рост патогена, нарастания на них *Alb. verrucaria* не происходило, однако вакуолизация мицелия и отсутствие конидий в зонах смыкания колоний отмечены только у изолятов 1К и 13N.

Из 21 гриба *Trichoderma*, находящего в рабочей коллекции, в дальнейших исследованиях по определению эффективности грибов *Trichoderma* в защите растений от токсинообразующего фитопатогена *Alb. verrucaria* будут использованы изоляты 1К, 4Т и 13N.

БЛАГОДАРНОСТИ


Исследования проведены в рамках проекта Государственной Программы 20.80009.7007.16 „Sinergismul dintre factorii naturali și mijloacele microbiologice, ecologic inofensive, de reglare

a densității populațiilor de organisme dăunătoare pentru protecția culturilor agricole în agricultura convențională și ecologică”, при финансовой поддержке Национального Агенства по Исследованиям и Развитию Республики Молдова.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ЗАЙЧЕНКО, А.М., РУБЕЖНЯК, И.Г., КОБЗИСТАЯ, О.П. (2001). Макроциклические трихотеценовые микотоксины: продуценты, распространение, определение, физиология токсинообразования, токсигенный потенциал. В: Современные проблемы токсикологии, № 2(14), с. 65-68. ISSN 1609-0470.
2. ЗАЙЧЕНКО, А.М., АНДРИЕНКО, В.Е., ЦИГАНЕНКО, Е.С. (2008). Макроциклические трихотеценовые микотоксины: токсичность для теплокровных. В: Современные проблемы токсикологии, № 4(44), с. 32-37. ISSN 1609-0446.
3. МАРТЫНЮК, Т.Д., ЕГОРОВА, Л.Н. (2009). *Myrothecium verrucaria* – новый патоген кукурузы в Приморском крае. В: Микология и фитопатология, т. 43, вып. 5, с. 457-459. ISSN 0026-3648.
4. НИКОЛАЕВ, А., НИКОЛАЕВА, С. (2010). Симптомы поражения растений грибами рода *Myrothecium Tode ex Fries*. In: *Studia Universitatis Moldaviae. Seria Științe Reale și ale Naturii*, nr.1(31), pp. 81-87. ISSN 1814-3237.
5. НИКОЛАЕВА, С., МАРЖИНА, Л., НИКОЛАЕВ, А. (2010). Патогенные свойства грибов рода *Myrothecium Tode ex Fries*. In: *Studia Universitatis Moldaviae. Seria Științe Reale și ale Naturii*, nr. 1(31), pp. 88-93. ISSN 1814-3237.
6. НИКОЛАЕВА, С., НИКОЛАЕВ, А. (2018). Грибы рода Миротециум в Молдове. Междунар. В: Защита Растений в Традиционном и Экологическом Земледелии: Международная научная конференция. Кишинев, с. 43-47. ISBN 978-9975-108-52-2.
7. ПОГОДА и климат: © 2004-2022, Справочно-информационный портал [дата обращения 15.03.2022]. Доступ: <http://www.pogodaiklimat.ru/archive.php>
8. СТРАГУЛАТ, Т., ЩЕРБАКОВА, Т., КРУЧЕАН, Ш., ЛУНГУ, А. (2021). Пораженность листвы древесных насаждений города Кишинева комплексом гнилей летом 2021 года. In: *Genetica, Fiziologia și Ameliorarea Plantelor: Conferința Științifică Internațională, 4-5 octombrie 2021, Ediția a VII-a*. Chișinău, pp. 342-345. ISBN 978-9975-56-912-5.
9. РУДАКОВ, О.Л. Микофильные грибы, их биология и практическое значение. М.: Наука, 1981, 160 с.
10. LOMBARDO, L., HOUBRAKEN, J., DECOCK, C. et al. (2016). Generic hyper-diversity in Stachybotriaceae. In: *Persoonia - Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, vol. 36, pp. 156-246. DOI: <https://doi.org/10.3767/003158516X691582>
11. CENTRUL de Stat pentru Atestarea și Omologarea Produselor de Uz Fitosanitar și a Fertilizanților. Registrul de Stat al produselor de uz fitosanitar și al fertilizantilor, permise pentru utilizare în RM [online]. [дата обращения 15.03.22]. Доступ: <http://www.pesticide.md/registrul-de-stat/>
12. SAIRA, M., REHMAN, A., GLEASON, M.L., ALAM, M.W., MUHAMMAD, S., IDREES, M. (2017). First report of *Myrothecium verrucaria* causing leaf spot of maize in Pakistan. In: *Plant Disease*, vol. 101, no. 4, p. 633. ISSN 0191-2917.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

ЩЕРБАКОВА Татьяна  <https://orcid.org/0000-0002-2632-325X>
доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, Лаборатория Фитопатологии и Биотехнологии, Институт Генетики, Физиологии и Защиты растений, Республика Молдова
E-mail: tatiana.scerbacova@igfpp.md

Дата презентации статьи: 30.03.2022

Дата принятия статьи: 12.05.2022