ISSN pr. 2412-608X, ISSN on. 2412-6098 Масличные культуры. Вып. 2 (182), 2020

## Защита растений и иммунология

УДК 633.854.78:632.937

DOI: 10.25230/2412-608X-2020-2-182-C-C

## Первичный скрининг грибных штаммов антагонистов из коллекции лаборатории биометода ВНИИМК к возбудителю фомоза подсолнечника (часть 1)

Л.В. Маслиенко<sup>1</sup>,

доктор биологических наук

А.Х. Воронкова<sup>1</sup>,

младший научный сотрудник  $\mathbf{J.A.}$  Даценко<sup>1,2</sup>,

лаборант-исследователь, магистрант

Е.А. Ефимцева<sup>1,2</sup>,

лаборант-исследователь, магистрант

Д.А. Пуногина<sup>2</sup>,

студент

С.А. Гайдукова<sup>3</sup>,

**ученик** 

В.В. Казакова<sup>3</sup>,

**ученик** 

С.Р. Ковалева<sup>3</sup>,

**ученик** 

<sup>1</sup>ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

350038, Россия, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17

Тел.: (861) 275-85-19

E-mail: biometod@yandex.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

**Для цитирования:** Маслиенко Л.В., Воронкова А.Х., Даценко Л.А., Ефимцева Е.А., Пуногина Д.А., Гайдукова С.А., Казакова В.В., Ковалева С.Р. Первичный скрининг грибных штаммов антагонистов из коллекции лаборатории биометода ВНИИМК к возбудителю фомоза подсолнечника (часть 1) // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 2 (182). – C.

Ключевые слова: подсолнечник, фомоз, Phoma macdonaldii Boerema, штаммы антагонисты, скрининг, антагонистическая активность, конкуренция, гиперпаразитизм, антибиоз.

Приводятся данные по первичному скринингу грибных штаммов антагонистов из коллекции лаборатории биометода ВНИИМК к агрессивному

возбудителя фомоза подсолнечника изопяту Phoma macdonaldii Boerema методом двойных или встречных культур. В результате оценки 29 коллекционных грибных штаммов на трех питательных средах (картофельно-сахарозной (КСА), Рудакова и овсяной (ОА) установлено, что 23 из них обладали антагонистической активностью с одним или несколькими типами механизма действия против возбудителя фомоза подсолнечника. Двойным механизмом действия (конкуренцией за площадь питания и гиперпаразитизмом) обладал 21 штамм. Из них пять штаммов (SM-1 Sordaria sp., T-1, T-2, T-3 Trichoderma sp. и Pbc-1 Penicillium brevi-compactum) проявили активность на трех средах. Площадь зарастания среды у этих штаммов антагонистов составила 80,0-100 %, при размерах гиперпаразитической зоны 1,0-5,0 см<sup>2</sup>. Максимальная гиперпаразитическая зона отмечена у штаммов: A-1 Basidiomycetes (43,4 cm<sup>2</sup>) на КСА; Pk-1 P. vermiculatum (15,0 см<sup>2</sup>) на среде Рудакова; Tr-1 Trichothecium roseum (14,2 см²) на KCA; Pbc-1 P. brevi-compactum (12,0 см²) на ОА. Максимальная стерильная зона к возбудителю фомоза отмечена у штаммов: Xk-3 Chaetomium sp. (12,5 мм) на КСА и An-1 Aspergillus niger (10,0 мм) на ОА.

UDC 633.854.78:632.937

The primary screening of fungal strains antagonists from a collection of the biological methods laboratory in VNIIMK to a Phoma rot on sunflower. Part I.

**L.V. Maslienko<sup>1</sup>**, doctor of biology

A.Kh. Voronkova<sup>1</sup>, junior researcher

**L.A. Datsenko**<sup>1,2</sup>, lab. assistant, Master's degree student **E.A. Efimtseva**<sup>1,2</sup>, lab. assistant, Master's degree student

**D.A. Punogina<sup>2</sup>**, student

S.A. Gaydukova<sup>3</sup>, pupil

V.V. Kazakova<sup>3</sup>, pupil

S.R. Kovalyova<sup>3</sup>, pupil

<sup>1</sup>V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops (VNIIMK)

17, Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia

Tel.: (861) 275-85-19

E-mail: biometod@yandex.ru

<sup>2</sup>Kuban State University

<sup>3</sup>School No 100, Krasnodar

Key words: sunflower, Phoma rot, Phoma macdonaldii Boerema, strains antagonists, screening, antagonistic activity, competition, hyperparasitism, antibiosis.

There are presented data of the primary screening of fungal strains antagonists from a collection of the biological methods lab of the V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops (VNIIMK) to an aggressive isolate of the Phoma rot pathogen (Phoma macdonaldii Boerema) affecting sunflower

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> МБОУ СОШ № 100, г. Краснодар

by a method of double or opposite crops in vitro. We estimated 29 fungal strains from the collection on the three nutrient mediums (potato-sucrose agar (PSA), Rudakov's and oat agar (OA). We stated 23 of them possessing antagonistic activity with one or some types of action mode against Phoma pathogen on sunflower. 21 strains of fungi-antagonists possessed double mode of action (competition for nutrient area and hyperparasitism), five of them (SM-1 Sordaria sp., T-1, T-2, T-3 Trichoderma sp. and Pbc-1 Penicillium brevi-compactum) were active on three nutrient mediums. Colonizing activity of these strains was 80.0-100% of nutrient medium surface, at hyperparasitic zone size of 1.0-5.0 cm<sup>2</sup>. Maximal hyperparasitic zone were marked for the strains: A-1 Basidiomycetes (43.4 cm<sup>2</sup>) on PSA; Pk-1 *P. vermiculatum* (15.0 cm<sup>2</sup>) on Rudakov's nutrient medium; Tr-1 Trichothecium roseum (14.2 cm<sup>2</sup>) on PSA; Pbc-1 P. brevicompactum (12.0 cm<sup>2</sup>) on OA. Maximal sterile zone to a Phoma pathogen was marked for starins: Xk-3 Chaetomium sp. (12.5 mm) on PSA and An-1 Aspergillus niger (10.0 mm) on OA.

Введение. Одной из серьёзных причин, препятствующих получению стабильно высоких урожаев подсолнечника - основной масличной культуры в Российской Федерации, является ущерб, наболезнями. носимый Bce большую вредоносность на подсолнечнике показывает фомоз или черная пятнистость (Phoma macdonaldii Boerema) [1; 2]. До середины прошлого столетия фомоз не наносил существенного вреда подсолнечнику в России. Так, в условиях Краснодарского края, несмотря на высокое распространение, фомоз не оказывал существенного влияния на урожай и посевсемян подсолнечника. качества Погодные условия в крае способствовали позднему заражению растений болезнью, обычно в фазе цветения, созревания, что связано со значительной гибелью заразного начала при отрицательных температурах зимний период [3]. Белгородской области к концу вегетации подсолнечника распространение болезни составляло 100 %, а развитие - до 10 % [4]. Однако в последние 10–15 лет фомоз перешел в разряд экономически значимых болезней культуры, а по распростразанимает лидирующее ненности положение среди других болезней [5].

Решение проблемы защиты подсолнечника от болезней, в том числе и от фомоза, связано с разработкой комплекса эффективных мероприятий, включающих создание устойчивых сортов и гибридов, разработку элементов технологии возделывания культуры, приемов и методов биологической и химической защиты, снижающих вредоносность болезней.

Основным способом борьбы с болезнями на подсолнечнике является селекционный. Во ВНИИМК исследования по созданию устойчивых сортов и гибридов подсолнечника к возбудителю фомоза уже проводятся. Изучаются биологические особенности возбудителя болезни, разрабатываются методы определения агрессивности изолятов и вредоносности патогена [6; 7].

В лаборатории биометода ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК многие годы ведутся исследования по разработке микробиологисредств ческих зашиты масличных культур от болезней. В основе разработанной нами концепции целенаправленного создания микробиопрепаратов для защиты подсолнечника и других сельскохозяйственных культур от болезней, лештаммов поиск антагонистов, безопасных для человека, нефитотоксичных, проявляющих высокую активность в широко варьируемых условиях против комплекса патогенов, обладающих полифункциональным типом действия. В результате многолетних исследований создана коллекция перспективных штаммов грибов и бактерий антагонистов широкого круга патогенов, поражающих масличные и другие сельскохозяйственные культуры. Нами установлено, что наиболее приемлемым путём решения проблемы защиты подсолнечника, рапса, сои от возбудителей болезней, инфекционное начало которых сохраняется в почве, является целенаправленное обогащение почвы и растительных остатков пораженных растений антагонистами, обладающими кроме фунгицидных свойств еще и целлюлозоразрушающей активностью. Не менее эффективным способом снижения вредоносности болезней является предпосевная обработка семян полифункциональными

микробиопрепаратами на основе перспективных штаммов-продуцентов с широким спектром действия против комплекса патогенов [8; 9; 10; 11].

В России зарегистрированных микробиопрепаратов против фомоза на подсолнет. Против фомоза корнеплодах зарегистрированы два бактериальных биопрепарата: на сахарной свекле БФТИМ КС-2, Ж на основе бактерии Bacillus amyloliquefaciens и на морко-Фитоспорин-М, Ж, штаммпродуцент Bacillus subtilis [12]. Мы не обнаружили в литературе сведений о разработке биологических мер борьбы с возбудителем фомоза на подсолнечнике. Поэтому целью наших исследований было проведение ступенчатого скрининга штаммов-антагонистов из коллекции лаборатории биометода ВНИИМК к возбудителю фомоза на подсолнечнике.

На первом этапе скрининга тестировали грибные штаммы, представленные родами Trichoderma, Penicillium, Chaetomium, Trichothecium, Sordaria, Talaromyces, Aspergillus, Metarhizium и классом Basidiomycetes, а также бактерии из родов Bacillus и Pseudomonas.

Материалы и методы. Агрессивный возбудителя фомоза Phoma macdonaldii выделен нами из стеблей пораженного подсолнечника на посевах ВНИИМК. Агрессивность изолятов возбудителя фомоза определяли методом «агаровых блоков» разработанным В.Ф. Зайчук (1983 г.) [13]. Для этого семена подсолнечника раскладывали в растильни по 25 штук на увлажненную фильтровальную бумагу с прослойкой ваты, сверху прикладывали агаровый блок с мицелием патогена, размером 3,0 × 4,0 мм и создавали влажную камеру. Повторность опыта 3-кратная. Учет проводили через семь суток после заражения.

Первичный скрининг штаммовантагонистов из коллекции лаборатории

биометода к возбудителю фомоза на подсолнечнике проводили к наиболее агрессивному изоляту методом двойных или встречных культур *in vitro* [14]. Культуры антагонистов и возбудителя болезни выращивали отдельно в течение пяти дней на агаризированной питательной среде. Стерильным сверлом вырезали блоки с мицелием антагониста и патогена и помещали в одну чашку Петри на расстоянии 6 см. Контролем служили культуры антагонистов и патогена, посеянные порознь. Контроль роста культур производили ежедневно, учеты - на 20-е сутки культивирования. Отмечали рост патогена и антагониста в процентах от площади чашки Петри (конкуренцию за площадь питания). Для этого измеряли площадь зарастания поверхности питательной среды в см<sup>2</sup>, а затем проводили перерасчет на процент по пропорции, имея ввиду площадь чашки Петри 81,0 cm<sup>2</sup>. Кроме того, отмечали наличие или отсутствие зон задержки роста патогена в результате синтеза гидролитических ферментов или веществ антибиотической природы (диаметр стерильной зоны, мм), а также нарастания антагониста на колонию патогена (площадь гиперпаразитической зоны, см<sup>2</sup>). Повторность опыта 3-кратная. Антагонистов и патоген выращивали на агаризированных средах: картофельносахарозной (КСА) [16], овсяной (ОА) [17], а также на специализированной среде для грибов – Рудакова [18].

Результаты и обсуждение. Результаты оценки антагонистической активности коллекционных грибных штаммов к возбудителю фомоза подсолнечника на трех питательных средах (КСА, Рудакова и ОА) показали, что механизм действия грибов представлен тремя типами:

- антагонист занимает значительную поверхность питательной среды более 50,0 % (конкуренция за площадь питания);
- антагонист образует зону нарастания на колонию патогена (гиперпаразитизм);
- антагонист образует стерильную зону задержки роста мицелия патогена (антибиоз).

На картофельно-сахарозном агаре изолят возбудителя фомоза подсолнечника

Phoma macdonaldii за 20 суток культивирования занял 100 % поверхности питательной среды.

Из 29 испытанных коллекционных грибных штаммов антагонистическую активность к возбудителю фомоза через 20 суток совместного культивирования на КСА проявили 22 штамма. Из них 15 штаммов обладали двойным механизмом действия — конкуренцией за площадь питания и гиперпаразитизмом (табл. 1).

Таблица 1

Антагонистическая активность грибных итаммов к возбудителю фомоза подсолнечника Phoma macdonaldii при температуре 25 °C на 20-е сутки совместного культивирования на картофельно-сахарозном агаре

г. Краснодар, ВНИИМК, 2019 г.

Площадь зарастания поверхности питательной среды, % пато-гони-стом патато геном стой зоны, смой	1. Красподар, БППППК, 2017 1.								
IIIтамм-антагонист	Штамм-антагонист	Площадь за-		Раз-	D				
ПІТамм-антагонист									
ШТамм-антагонист     среды, % гической зоны, стом     тической зоны, см²     рильной зоны, см²       Рома тасиона (контроль)     - 100				-	-				
анта-гони-стом     кой зоны, см²     ной зоны, см²       Рнота тассовотовые конкуренция за площадь питания + гиперпаразитизм       Конкуренция за площадь питания + гиперпаразитизм       SM-1 Sordaria sp.     96,2     3,9     2,5     0       Т-1 Trichoderma sp.     100     1,7     1,3     0       Т-2 Trichoderma sp.     100     2,1     1,7     0       Т-3 Trichoderma sp.     100     1,2     1,0     0       Ап-1 Aspergillus niger     98,9     2,0     1,4     0       Pbc-1 P. brevi-compactum     90,0     7,7     1,4     0       Xk-1 Chaetomium olivaceum     73,3     26,2     1,7     0       TT-1 Trichothecium roseum     82,1     17,9     14,2     0       Xk-2 Chaetomium olivaceum     69,4     30,1     9,8     0       PF-1 Penicillium funiculosum     65,0     35,0     8,8     0       Pr-1 Penicillium verucosum     89,7     10,1     8,7     0       Kohk									
аНТа-гони-стом     пато-геном     зоны, см²     зоны, мм       Рома тассования (контроль)     -     100     -     -       Конкуренция за площадь питания + гиперпаразитизм       SM-1 Sordaria sp.     96,2     3,9     2,5     0       T-1 Trichoderma sp.     100     1,7     1,3     0       T-2 Trichoderma sp.     100     2,1     1,7     0       T-3 Trichoderma sp.     100     1,2     1,0     0       An-1 Aspergillus niger     98,9     2,0     1,4     0       Pbc-1 P. brevi-compactum     90,0     7,7     1,4     0       Xk-1 Chaetomium olivaceum     73,3     26,2     1,7     0       Tr-1 Trichothecium roseum     82,1     17,9     14,2     0       Xk-2 Chaetomium olivaceum     69,4     30,1     9,8     0       Pf-1 Penicillium funiculosum     65,0     35,0     8,8     0       Pr-1 Penicillium rugulosum     89,7     10,1     8,7     0       Pk-1 Penicillium verucosum		среды, %		1					
Гонн- стом     геном     см²     мм       Раном пассопавды питания и конкуренция за площадь питания + гиперпаразитизм       SM-1 Sordaria sp.     96,2     3,9     2,5     0       Т-1 Trichoderma sp.     100     1,7     1,3     0       Т-2 Trichoderma sp.     100     2,1     1,7     0       Т-3 Trichoderma sp.     100     0,9     1,0     0       Т-4 Trichoderma sp.     100     1,2     1,0     0       Ап-1 Aspergillus niger     98,9     2,0     1,4     0       Pbc-1 P. brevi-compactum     90,0     7,7     1,4     0       Xk-1 Chaetomium olivaceum     73,3     26,2     1,7     0       Tr-1 Trichothecium roseum     82,1     17,9     14,2     0       Xk-2 Chaetomium olivaceum     69,4     30,1     9,8     0       Pf-1 Penicillium funiculosum     65,0     35,0     8,8     0       Pr-1 Penicillium rugulosum     89,7     10		анта-							
Рhoma macdonaldii (контроль)     -     100     -     -       Конкуренция за площадь питания + гиперпаразитизм     SM-1 Sordaria sp.     96,2     3,9     2,5     0       T-1 Trichoderma sp.     100     1,7     1,3     0       T-2 Trichoderma sp.     100     2,1     1,7     0       T-3 Trichoderma sp.     100     0,9     1,0     0       T-4 Trichoderma sp.     100     1,2     1,0     0       An-1 Aspergillus niger     98,9     2,0     1,4     0       Pbc-1 P. brevi-compactum     90,0     7,7     1,4     0       Xk-1 Chaetomium olivaceum     73,3     26,2     1,7     0       Tr-1 Trichothecium roseum     82,1     17,9     14,2     0       Xk-2 Chaetomium olivaceum     69,4     30,1     9,8     0       Pf-1 Penicillium funiculosum     65,0     35,0     8,8     0       Pr-1 Penicillium rugulosum     89,7     10,1     8,7     0       Pk-1 Penicillium     65,8     34,1     8,0     0 <td>гони-</td> <td></td> <td></td> <td>,</td>		гони-			,				
Конкуренция за площадь питания + гиперпаразитизм       SM-1 Sordaria sp.     96,2     3,9     2,5     0       T-1 Trichoderma sp.     100     1,7     1,3     0       T-2 Trichoderma sp.     100     2,1     1,7     0       T-3 Trichoderma sp.     100     0,9     1,0     0       T-4 Trichoderma sp.     100     1,2     1,0     0       An-1 Aspergillus niger     98,9     2,0     1,4     0       Pbc-1 P. brevi-compactum     90,0     7,7     1,4     0       Xk-1 Chaetomium olivaceum     73,3     26,2     1,7     0       Tr-1 Trichothecium roseum     82,1     17,9     14,2     0       Xk-2 Chaetomium olivaceum     69,4     30,1     9,8     0       Pf-1 Penicillium funiculosum     65,0     35,0     8,8     0       Pr-1 Penicillium rugulosum     89,7     10,1     8,7     0       Pk-1 Penicillium verucosum     65,8     34,1     8,0     0       M-3 Basidiomycetes     73,1     30,8		стом	геном	СМ	MM				
Конкуренция за площадь питания + гиперпаразитизм       SM-1 Sordaria sp.     96,2     3,9     2,5     0       T-1 Trichoderma sp.     100     1,7     1,3     0       T-2 Trichoderma sp.     100     2,1     1,7     0       T-3 Trichoderma sp.     100     0,9     1,0     0       T-4 Trichoderma sp.     100     1,2     1,0     0       An-1 Aspergillus niger     98,9     2,0     1,4     0       Pbc-1 P. brevi-compactum     90,0     7,7     1,4     0       Xk-1 Chaetomium olivaceum     73,3     26,2     1,7     0       Tr-1 Trichothecium roseum     82,1     17,9     14,2     0       Xk-2 Chaetomium olivaceum     69,4     30,1     9,8     0       Pf-1 Penicillium funiculosum     65,0     35,0     8,8     0       Pr-1 Penicillium rugulosum     89,7     10,1     8,7     0       Pk-1 Penicillium verulosum     65,8     34,1     8,0     0       M-3 Basidiomycetes     73,1     30,8	Phoma macdonaldii		100						
SM-1 Sordaria sp.     96,2     3,9     2,5     0       T-1 Trichoderma sp.     100     1,7     1,3     0       T-2 Trichoderma sp.     100     2,1     1,7     0       T-3 Trichoderma sp.     100     0,9     1,0     0       T-4 Trichoderma sp.     100     1,2     1,0     0       An-1 Aspergillus niger     98,9     2,0     1,4     0       Pbc-1 P. brevi-compactum     90,0     7,7     1,4     0       Xk-1 Chaetomium olivaceum     73,3     26,2     1,7     0       Tr-1 Trichothecium roseum     82,1     17,9     14,2     0       Xk-2 Chaetomium olivaceum     69,4     30,1     9,8     0       Pf-1 Penicillium funiculosum     65,0     35,0     8,8     0       Pr-1 Penicillium rugulosum     89,7     10,1     8,7     0       Pk-1 Penicillium verulosum     65,8     34,1     8,0     0       M-3 Basidiomycetes     73,1     30,8     3,1     0       Kohkypehtun sa Inouagab In	(контроль)	-	100	-	-				
T-1 Trichoderma sp.     100     1,7     1,3     0       T-2 Trichoderma sp.     100     2,1     1,7     0       T-3 Trichoderma sp.     100     0,9     1,0     0       T-4 Trichoderma sp.     100     1,2     1,0     0       An-1 Aspergillus niger     98,9     2,0     1,4     0       Pbc-1 P. brevi-compactum     90,0     7,7     1,4     0       Xk-1 Chaetomium olivaceum     73,3     26,2     1,7     0       Tr-1 Trichothecium roseum     82,1     17,9     14,2     0       Xk-2 Chaetomium olivaceum     69,4     30,1     9,8     0       Pf-1 Penicillium funiculosum     65,0     35,0     8,8     0       Pr-1 Penicillium rugulosum     89,7     10,1     8,7     0       Pk-1 Penicillium verulosum     65,8     34,1     8,0     0       M-3 Basidiomycetes     73,1     30,8     3,1     0       Kohkypehlus за площадь питания     Pv-3 Penicillium verrucosum     85,0     4,7     0     0			+ гипер	паразити	IЗМ				
T-2 Trichoderma sp.     100     2,1     1,7     0       T-3 Trichoderma sp.     100     0,9     1,0     0       T-4 Trichoderma sp.     100     1,2     1,0     0       An-1 Aspergillus niger     98,9     2,0     1,4     0       Pbc-1 P. brevi-compactum     90,0     7,7     1,4     0       Xk-1 Chaetomium olivaceum     73,3     26,2     1,7     0       Tr-1 Trichothecium roseum     82,1     17,9     14,2     0       Xk-2 Chaetomium olivaceum     69,4     30,1     9,8     0       Pf-1 Penicillium funiculosum     65,0     35,0     8,8     0       Pr-1 Penicillium rugulosum     89,7     10,1     8,7     0       Pk-1 Penicillium vergulosum     65,8     34,1     8,0     0       W-3 Basidiomycetes     73,1     30,8     3,1     0       Kohkypehtus за площадь питания     Pv-3 Penicillium verrucosum     85,0     4,7     0     0       Гиперпаразитизм       A-1 Basidiomycetes     46,5     <	•	_	3,9						
T-3 Trichoderma sp.     100     0,9     1,0     0       T-4 Trichoderma sp.     100     1,2     1,0     0       An-1 Aspergillus niger     98,9     2,0     1,4     0       Pbc-1 P. brevi-compactum     90,0     7,7     1,4     0       Xk-1 Chaetomium olivaceum     73,3     26,2     1,7     0       Tr-1 Trichothecium roseum     82,1     17,9     14,2     0       Xk-2 Chaetomium olivaceum     69,4     30,1     9,8     0       Pf-1 Penicillium funiculosum     65,0     35,0     8,8     0       Pr-1 Penicillium rugulosum     89,7     10,1     8,7     0       Pk-1 Penicillium rugulosum     65,8     34,1     8,0     0       Pr-1 Penicillium     65,8     34,1     8,0     0       W-3 Basidiomycetes     73,1     30,8     3,1     0       KOHKYPEHUM 3a ПЛОЩАДЬ ПИТАНИЯ     10     0       Гиперпаразитизм     4-1     0     0       Типерпаразитизм     46,5     53,6     43,4									
T-4 Trichoderma sp.     100     1,2     1,0     0       An-1 Aspergillus niger     98,9     2,0     1,4     0       Pbc-1 P. brevi-compactum     90,0     7,7     1,4     0       Xk-1 Chaetomium olivaceum     73,3     26,2     1,7     0       Tr-1 Trichothecium roseum     82,1     17,9     14,2     0       Xk-2 Chaetomium olivaceum     69,4     30,1     9,8     0       Pf-1 Penicillium funiculosum     65,0     35,0     8,8     0       Pr-1 Penicillium rugulosum     89,7     10,1     8,7     0       Pk-1 Penicillium veruculatum     65,8     34,1     8,0     0       W-3 Basidiomycetes     73,1     30,8     3,1     0       Kohkypehtus за площадь питания     Pv-3 Penicillium verrucosum     85,0     4,7     0     0       Гиперпаразитизм       A-1 Basidiomycetes     46,5     53,6     43,4     0       Tt-1 Talaromyces trachispermus     48,5     51,7     4,5     0       AHTибиз     Als,5	T-2 Trichoderma sp.		2,1	1,7	0				
An-1 Aspergillus niger     98,9     2,0     1,4     0       Pbc-1 P. brevi-compactum     90,0     7,7     1,4     0       Xk-1 Chaetomium olivaceum     73,3     26,2     1,7     0       Tr-1 Trichothecium roseum     82,1     17,9     14,2     0       Xk-2 Chaetomium olivaceum     69,4     30,1     9,8     0       Pf-1 Penicillium funiculosum     65,0     35,0     8,8     0       Pr-1 Penicillium rugulosum     89,7     10,1     8,7     0       Pk-1 Penicillium vergulosum     65,8     34,1     8,0     0       W-3 Basidiomycetes     73,1     30,8     3,1     0       Af-1 Aspergillus flavus     65,0     37,2     3,3     0       Конкуренция за площадь питания       Pv-3 Penicillium verrucosum     85,0     4,7     0     0       Гиперпаразитизм       A-1 Вазіdiomycetes     46,5     53,6     43,4     0       Тt-1 Таlaromyces trachispermus     48,5     51,7     4,5     0       Антибиоз				1,0	0				
Рbc-1 P. brevi-compactum     90,0     7,7     1,4     0       Xk-1 Chaetomium olivaceum     73,3     26,2     1,7     0       Tr-1 Trichothecium roseum     82,1     17,9     14,2     0       Xk-2 Chaetomium olivaceum     69,4     30,1     9,8     0       Pf-1 Penicillium funiculosum     65,0     35,0     8,8     0       Pr-1 Penicillium rugulosum     89,7     10,1     8,7     0       Pk-1 Penicillium vugulosum     65,8     34,1     8,0     0       Pk-1 Penicillium vugulosum     65,8     34,1     8,0     0       Vermiculatum     65,8     34,1     8,0     0       M-3 Basidiomycetes     73,1     30,8     3,1     0       Конкуренция за площадь питания     Pv-3 Penicillium verrucosum     85,0     4,7     0     0       Гиперпаразитизм       A-1 Вазіdіотусеtes     46,5     53,6     43,4     0       Tt-1 Таlaromyces trachispermus     48,5     51,7     4,5     0       AHТИбиоз     Xk-			,	1,0	0				
Xk-1 Chaetomium olivaceum     73,3     26,2     1,7     0       Tr-1 Trichothecium roseum     82,1     17,9     14,2     0       Xk-2 Chaetomium olivaceum     69,4     30,1     9,8     0       Pf-1 Penicillium funiculosum     65,0     35,0     8,8     0       Pr-1 Penicillium rugulosum     89,7     10,1     8,7     0       Pk-1 Penicillium rugulosum     65,8     34,1     8,0     0       Pk-1 Penicillium vericulatum     65,8     34,1     8,0     0       M-3 Basidiomycetes     73,1     30,8     3,1     0       Kонкуренция за площадь питания     Pv-3 Penicillium verrucosum     85,0     4,7     0     0       Гиперпаразитизм       A-1 Вазідіотусеtes     46,5     53,6     43,4     0       Тt-1 Таlaromyces trachispermus     48,5     51,7     4,5     0       Антибиоз       Xk-3 Chaetomium sp.     53,5     26,4     0     12,5       Ma-1 Metarhizium sp.     47,8     41,0     0     8,0	1 0	98,9	2,0	1,4	0				
Tr-1 Trichothecium roseum     82,1     17,9     14,2     0       Xk-2 Chaetomium olivaceum     69,4     30,1     9,8     0       Pf-1 Penicillium funiculosum     65,0     35,0     8,8     0       Pr-1 Penicillium rugulosum     89,7     10,1     8,7     0       Pk-1 Penicillium rugulosum     65,8     34,1     8,0     0       vermiculatum     65,8     34,1     8,0     0       M-3 Basidiomycetes     73,1     30,8     3,1     0       Kohkypehtun 3a площадь питания     Pv-3 Penicillium verrucosum     85,0     4,7     0     0       Гиперпаразитизм       A-1 Basidiomycetes     46,5     53,6     43,4     0       Tt-1 Talaromyces trachispermus     48,5     51,7     4,5     0       Aнтибиоз       Xk-3 Chaetomium sp.     53,5     26,4     0     12,5       Ma-1 Metarhizium sp.     47,8     41,0     0     8,0	Pbc-1 P. brevi-compactum	90,0	,		0				
Xk-2 Chaetomium olivaceum     69,4     30,1     9,8     0       Pf-1 Penicillium funiculosum     65,0     35,0     8,8     0       Pr-1 Penicillium rugulosum     89,7     10,1     8,7     0       Pk-1 Penicillium verniculatum     65,8     34,1     8,0     0       W-3 Basidiomycetes     73,1     30,8     3,1     0       Af-1 Aspergillus flavus     65,0     37,2     3,3     0       Конкуренция за площадь питания       Pv-3 Penicillium verrucosum     85,0     4,7     0     0       Гиперпаразитизм       A-1 Basidiomycetes     46,5     53,6     43,4     0       Tt-1 Talaromyces trachispermus     48,5     51,7     4,5     0       Антибиоз     Xk-3 Chaetomium sp.     53,5     26,4     0     12,5       Ma-1 Metarhizium sp.     47,8     41,0     0     8,0	Xk-1 Chaetomium olivaceum	73,3	26,2	1,7	0				
Pf-1 Penicillium funiculosum     65,0     35,0     8,8     0       Pr-1 Penicillium rugulosum     89,7     10,1     8,7     0       Pk-1 Penicillium vernicillium vernicillium vernicillatum     65,8     34,1     8,0     0       M-3 Basidiomycetes     73,1     30,8     3,1     0       Af-1 Aspergillus flavus     65,0     37,2     3,3     0       Конкуренция за площадь питания     Pv-3 Penicillium verrucosum     85,0     4,7     0     0       Гиперпаразитизм     A-1 Basidiomycetes     46,5     53,6     43,4     0       Тt-1 Talaromyces trachispermus     48,5     51,7     4,5     0       Антибиоз       Xk-3 Chaetomium sp.     53,5     26,4     0     12,5       Ma-1 Metarhizium sp.     47,8     41,0     0     8,0	Tr-1 Trichothecium roseum	82,1	17,9	14,2	0				
Pr-1 Penicillium rugulosum     89,7     10,1     8,7     0       Pk-1 Penicillium vermiculatum     65,8     34,1     8,0     0       И-3 Basidiomycetes     73,1     30,8     3,1     0       Af-1 Aspergillus flavus     65,0     37,2     3,3     0       Конкуренция за площадь питания     Pv-3 Penicillium verrucosum     85,0     4,7     0     0       Гиперпаразитизм       A-1 Basidiomycetes     46,5     53,6     43,4     0       Тt-1 Talaromyces trachispermus     48,5     51,7     4,5     0       Антибиоз       Xk-3 Chaetomium sp.     53,5     26,4     0     12,5       Ma-1 Metarhizium sp.     47,8     41,0     0     8,0	Xk-2 Chaetomium olivaceum	69,4	30,1	9,8	0				
Pk-1 Penicillium vermiculatum     65,8     34,1     8,0     0       И-3 Basidiomycetes     73,1     30,8     3,1     0       Аf-1 Aspergillus flavus     65,0     37,2     3,3     0       Конкуренция за площадь питания     85,0     4,7     0     0       Гиперпаразитизм       A-1 Basidiomycetes     46,5     53,6     43,4     0       Tt-1 Talaromyces trachispermus     48,5     51,7     4,5     0       Антибиоз       Xk-3 Chaetomium sp.     53,5     26,4     0     12,5       Ma-1 Metarhizium sp.     47,8     41,0     0     8,0	Pf-1 Penicillium funiculosum	65,0	35,0	8,8	0				
vermiculatum     65,8     34,1     8,0     0       И-3 Basidiomycetes     73,1     30,8     3,1     0       Af-1 Aspergillus flavus     65,0     37,2     3,3     0       Конкуренция за площадь питания       Pv-3 Penicillium verrucosum     85,0     4,7     0     0       Гиперпаразитизм       A-1 Basidiomycetes     46,5     53,6     43,4     0       Tt-1 Talaromyces trachispermus     48,5     51,7     4,5     0       Антибиоз       Xk-3 Chaetomium sp.     53,5     26,4     0     12,5       Ma-1 Metarhizium sp.     47,8     41,0     0     8,0	Pr-1 Penicillium rugulosum	89,7	10,1	8,7	0				
Vermiculatum     73,1     30,8     3,1     0       Af-1 Aspergillus flavus     65,0     37,2     3,3     0       Конкуренция за площадь питания       Pv-3 Penicillium verrucosum     85,0     4,7     0     0       Гиперпаразитизм       A-1 Basidiomycetes     46,5     53,6     43,4     0       Tt-1 Talaromyces trachispermus     48,5     51,7     4,5     0       Антибиоз       Xk-3 Chaetomium sp.     53,5     26,4     0     12,5       Ma-1 Metarhizium sp.     47,8     41,0     0     8,0	Pk-1 Penicillium	65.8	34.1	8.0	0				
Af-1 Aspergillus flavus     65,0     37,2     3,3     0       Конкуренция за площадь питания       Pv-3 Penicillium verrucosum     85,0     4,7     0     0       Гиперпаразитизм       A-1 Basidiomycetes     46,5     53,6     43,4     0       Tt-1 Talaromyces trachispermus     48,5     51,7     4,5     0       Антибиоз       Xk-3 Chaetomium sp.     53,5     26,4     0     12,5       Ma-1 Metarhizium sp.     47,8     41,0     0     8,0			- ,	,					
Конкуренция за площадь питания     Pv-3 Penicillium verrucosum   85,0   4,7   0   0     Гиперпаразитизм     A-1 Basidiomycetes   46,5   53,6   43,4   0     Tt-1 Talaromyces trachispermus   48,5   51,7   4,5   0     Антибиоз     Xk-3 Chaetomium sp.   53,5   26,4   0   12,5     Ma-1 Metarhizium sp.   47,8   41,0   0   8,0	Ş		_						
Pv-3 Penicillium verrucosum     85,0     4,7     0     0       Гиперпаразитизм       A-1 Basidiomycetes     46,5     53,6     43,4     0       Tt-1 Talaromyces trachispermus     48,5     51,7     4,5     0       Антибиоз       Xk-3 Chaetomium sp.     53,5     26,4     0     12,5       Ma-1 Metarhizium sp.     47,8     41,0     0     8,0					0				
Гиперпаразитизм       A-1 Basidiomycetes     46,5     53,6     43,4     0       Tt-1 Talaromyces trachispermus     48,5     51,7     4,5     0       Антибиоз       Xk-3 Chaetomium sp.     53,5     26,4     0     12,5       Ma-1 Metarhizium sp.     47,8     41,0     0     8,0		а площадь питания							
A-1 Basidiomycetes   46,5   53,6   43,4   0     Tt-1 Talaromyces trachispermus   48,5   51,7   4,5   0     Антибиоз     Xk-3 Chaetomium sp.   53,5   26,4   0   12,5     Ma-1 Metarhizium sp.   47,8   41,0   0   8,0	Pv-3 Penicillium verrucosum	85,0	4,7	0	0				
Tt-1 Talaromyces trachispermus   48,5   51,7   4,5   0     Антибиоз     Xk-3 Chaetomium sp.   53,5   26,4   0   12,5     Ma-1 Metarhizium sp.   47,8   41,0   0   8,0	Гиперпаразитизм								
trachispermus   Aнтибиоз   Xk-3 Chaetomium sp. 53,5 26,4 0 12,5   Ma-1 Metarhizium sp. 47,8 41,0 0 8,0		46,5	53,6	43,4	0				
Таслизреттия   Антибиоз   Xk-3 Chaetomium sp. 53,5 26,4 0 12,5   Ma-1 Metarhizium sp. 47,8 41,0 0 8,0	2	48.5	51.7	4.5	0				
Xk-3 Chaetomium sp.     53,5     26,4     0     12,5       Ma-1 Metarhizium sp.     47,8     41,0     0     8,0			51,7	1,5	Ü				
Ma-1 <i>Metarhizium</i> sp. 47,8 41,0 0 8,0									
	*								
M-24 Penicillium sp. 52,3 44,4 0 3,0		,		-					
				0					
Pp-1 Penicillium pupurescens 50,0 50,0 0 2,0	Pp-1 Penicillium pupurescens	50,0	50,0	0	2,0				

Следует подчеркнуть, что среди этих антагонистов установлено подразделение на две группы штаммов.

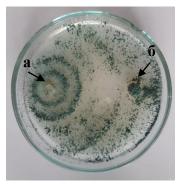
У группы из семи штаммов, относящихся к родам *Trichoderma* (T-1, T-2, T-3, T-4 *Trichoderma* sp.), а также *Aspergillus* (An-1 *Aspergillus niger*), *Sordaria* (SM-1 *Sordaria* sp.) и *Penicillium* (Pbc-1 *Penicillium* brevicompactum), установлена наибольшая конкурентная способность за площадь питания по отношению к возбудителю фомоза с небольшой зоной нарастания антагониста на колонию патогена (рис. 1.1).

Во второй группе из восьми штаммов антагонистов, относящихся К родам Trichothecium, Chaetomium, Penicillium, Aspergillus и классу Basidiomycetes, площадь зарастания питательной среды была значительно меньше, при этом патоген успевал занять 10,0-37,2 %, поэтому зона нарастания антагониста на патоген была выше. Максимальная зона нарастания антагониста на колонию патогена отмечена у штамма Tr-1 Trichothecium roseum –  $14,2 \text{ cm}^2$ .

У одного штамма антагониста Pv-3 Penicillium verrucosum по отношению к возбудителю фомоза подсолнечника установлена только конкуренция за площадь питания. В двойной культуре этот штамм занял 85,0 % площади питательной среды, не образуя зоны задержки роста патогена.

Гиперпаразитизм установлен у двух грибных штаммов антагонистов, при этом максимальная зона зарастания колонии патогена отмечена у штамма A-1 *Basidiomycetes* (43,4 см<sup>2</sup>) (рис. 1.2).

У трех грибных штаммов к возбудителю фомоза определен антибиоз. В двойных культурах с патогеном они образовали стерильную зону задержки роста. Максимальную антибиотическую активность к возбудителю фомоза проявил штамм Хк-3 *Chaetomium* sp. (рис. 1.3).

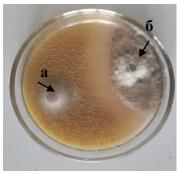


T-1 Trichoderma sp.

1



A-1 Basidiomycetes



Xk-3 *Chaetomium* sp. 3 a- антагонист;  $\delta-$  патоген

Рисунок 1 — Антагонистическая активность грибных штаммов к возбудителю фомоза подсолнечника Phoma macdonaldii, через 20 суток культивирования на среде КСА, 2020 г. (ориг.): 1 — конкуренция за площадь питания; 2 — гиперпаразитизм; 3 — антибиотическая активность

Агаризированная среда Рудакова более благоприятна для выращивания штаммов антагонистов, а патоген за 20 суток занял только 42,8 % площади питательной среды. Так же, как и на среде КСА антагони-

стическую активность к возбудителю фомоза проявили 22 коллекционных штамма грибов, из них 16 штаммов обладали двойным механизмом действия (табл. 2).

Таблица 2

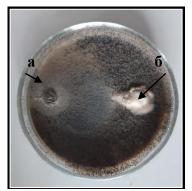
Антагонистическая активность грибных итаммов к возбудителю фомоза подсолнечника Phoma macdonaldii при температуре 25 °C на 20-е сутки совместного культивирования на среде Рудакова

г. Краснодар, ВНИИМК, 2019 г.

т. краснодар, Бпиник, 2019 г.									
	Пло	щадь	Размер						
Штамм-антагонист	зарастания			Размер					
	повер	хности	гипер-	сте-					
	питательной		парази- тичес- кой	риль-					
	среды, %			ной					
	анта-	пато-	кои 30ны, см <sup>2</sup>	зоны,					
	гони-			MM					
	стом		CIVI						
Phoma macdonaldii	-	42,8	-	-					
Конкуренция за площад	ь питані	ия + гипе	рпаразити	ЗМ					
Pk-1 Penicillium vermiculatum	100	29,9	15,0	0					
Pr-1 Penicillium rugulosum	100	14,4	14,4	0					
Тк-1 Trichoderma koningii	100	14,7	11,9	0					
Pf-1 Penicillium funiculosum	80,6	27,3	10,7	0					
Tr-1 Trichothecium roseum	91,9	8,2	8,2	0					
Xk-1 Chaetomium olivaceum	83,3	16,7	5,0	0					
T-4 Trichoderma sp.	100	5,1	4,1	0					
An-1 Aspergillus niger	95,9	5,1	4,4	0					
Xk-2 Chaetomium olivaceum	84,2	15,8	3,3	0					
Ma-1 Metarhizium sp.	100	3,0	3,0	0					
T-2 Trichoderma sp.	100	3,6	2,9	0					
SM-1 Sordaria sp.	90,4	9,6	2,7						
Xk-3 Chaetomium sp.	85,2	14,9	2,3	0					
T-1 Trichoderma sp.	100	2,3	1,9	0					
T-3 Trichoderma sp.	100	1,2	1,0	0					
Конкуренция з	ва площа	адь питан	КИН						
Pp-1 Penicillium purpurescens	100	1,6	0	0					
Pbc-1 P. brevi-compactum	100	1,6	0	0					
И-3 Basidiomycetes	89,5	10,0	0	0					
Tt-1 Talaromyces	79,3	20,8	0	0					
trachispermus	19,3	20,8	U	U					
Гиперпаразитизм									
Af-1 Aspergillus flavus	48,4	36,5	4,8	0					
Антибиоз									
M-24 Penicillium sp.	61,1	27,2	0	5,0					
Pv-3 Penicillium verrucosum	80,0	18,6	0	6,0					

Все штаммы из этой группы показали высокую конкурентную способность за площадь питания по отношению к патогенному изоляту *Phoma macdonaldii*. Площадь зарастания среды у этих штаммов антагонистов составила 80,0–100 % (рис. 2.1). Но, в отличие от среды КСА, зона нарастания антагониста на колонию патогена значительно варьировала. Максимальная гиперпаразитическая зона (8,2–15,0 см²) отмечена у пяти штаммов,

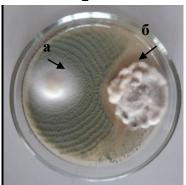
относящихся к родам Penicillium (Pk-1 P. vermiculatum, Pr-1 P. rugulosum, Pf-1 P. funiculosum), а также Trichoderma (Тк-1 Trichoderma koningii) и Trichothecium (Tr-1 Trichothecium roseum) (рис. 2.2).



Sm-1 Sordaria sp.

a

Pr-1 Penicillium rugulosum



M-24 *Penicillium* sp. 3 а – антагонист; б – патоген

Рисунок 2 — Антагонистическая активность грибных штаммов к возбудителю фомоза подсолнечника Phoma macdonaldii, через 20 суток культивирования на среде Рудакова, 2020 г. (ориг.): 1 — конкуренция за площадь питания; 2 — гиперпаразитизм; 3 — антибиоз

У четырех штаммов антагонистов (Pp-1 *P. purpurescens*, Pbc-1 *P. brevi-compactum*, И-3 *Basidiomycetes* и Tt-1 *Talaromyces trachispermus*) на среде Рудакова установлена только конкуренция за площадь питания. В двойных культурах эти штаммы заняли 79,3–100 % площади питания, не образуя зон задержек роста патогена.

Штамм Af-1 Aspergillus flavus проявил по отношению к патогену только гиперпаразитизм, с зоной нарастания  $4.8 \text{ cm}^2$ .

Антибиоз установлен у двух штаммов грибов антагонистов M-24 *Penicillium* sp. и Pv-3 *P. verrucosum*. Стерильная зона у этих штаммов составила 5,0–6,0 мм (рис. 2, 3).

На овсяном агаре в контроле возбудитель фомоза подсолнечника за 20 суток культивирования занял 79,0 % поверхности питательной среды (табл. 3).

Таблица 3

Антагонистическая активность грибных штаммов к возбудителю фомоза подсолнечника Phoma macdonaldii при температуре 25 °C на 20-е сутки совместного культивирования на овсяном агаре

г. Краснолар, ВНИИМК, 2019 г.

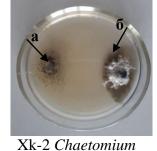
г. Краснодар, ВНИИМК, 2019 г.								
Штамм-антагонист	Площадь зарастания поверхности питательной среды, % анта- пато-гони- гестом ном		Размер гипер- пара- зитиче ской зоны, см <sup>2</sup>	Раз- мер сте- риль- ной зоны, мм				
Phoma macdonaldii	-	79,0	-	-				
Конкуренция за площадь питания + гиперпаразитизм								
Pbc-1 P. brevi-compactum	100	29,0	12,0	0				
SM-1 Sordaria sp.	71,9	28,1	7,2	0				
T-2 Trichoderma sp.	100	6,2	5,0	0				
Xk-3 Chaetomium sp.	66,7	19,8	5,0	0				
Pv-3 Penicillium verrucosum	60,0	50,0	4,0	0				
Ma-1 Metarhizium sp.	59,3	60,4	3,1	0				
T-1 Trichoderma sp.	100	3,0	2,4	0				
Pp-1 Penicillium purpurescens	79,0	31,0	2,3	0				
T-3 Trichoderma sp.	100	1,2	2,3	0				
Конкуренция за площадь питания + гиперпаразитизм + антибиоз								
An-1 Aspergillus niger	81,7	18,3	3,0	10,0				
Tt-1 Talaromyces trachispermus	1,2	50,0	3,2	16,0				
Конкуренция за площадь питания								
Av-1 Aspergillus versicolor	70,0	20,1	0	0				
Антибиоз								
Xk-2 Chaetomium olivaceum	24,3	17,9	0	25,0				
Af-1 Aspergillus flavus	27,1	22,5	0	15,0				
И-3 Basidiomycetes	27,2	28,1	0	12,0				
M-24 Penicillium sp.	24,7	34,6	0	5,0				
Xk-1 Chaetomium olivaceum	66,7	22,9	0	5,0				
Tr-1 Trichothecium roseum	58,9	27,7	0	2,0				

Антагонистическую активность к возбудителю фомоза на ОА проявили 18 коллекционных штаммов грибов. Из них девять штаммов, относящихся к родам Penicillium, Sordaria, Trichoderma, Chaetomium Metarhizium, обладали двойным механизмом действия: конкуренцией за площадь питания и гиперпаразитизмом. Как и на среде Рудакова, большинство штаммов антагонистов обладали высокой конкурентной способностью, площадь зарастания среды составила 59,3-100 % (рис. 3.1). Размер гиперпаразитической зоны во всех вариантах был невысоким  $(2,3-7,2 \text{ cm}^2)$  (рис. 3.2), за исключением варианта со штаммом Pbc-1 P. brevi-compactum, у которого зона нарастания на патоген составила 12,0 см<sup>2</sup>.



Sm-1 Sordaria sp.





T-2 *Trichoderma* sp.

olivaceum 3

а – антагонист; б – патоген

Рисунок 3 — Антагонистическая активность грибных штаммов к возбудителю фомоза подсолнечника *Phoma macdonaldii*, через 20 суток культивирования на ОА, 2020 г. (ориг.): 1 — конкуренция за площадь питания; 2 — гиперпаразитизм; 3 — антибиоз

У штаммов An-1 Aspergillus niger и Tt-1 Talaromyces trachispermus установлен

тройной механизм действия к возбудителю фомоза: конкуренция за площадь питания, гиперпаразитизм и антибиоз.

Только конкуренция за площадь питания к патогену установлена у штамма Av-1 Aspergillus versicolor.

У шести антагонистов из родов Chaetomium, Aspergillus, Penicillium и Trichothecium и класса Basidiomycetes на среде ОА установлен антибиоз, размер стерильной зоны составил 2,0–25,0 мм. Максимальная стерильная зона (25,0 мм) отмечена у штамма Xk-2 Chaetomium olivaceum (рис. 3.3).

**Выводы**. В результате оценки 29 коллекционных грибных штаммов на трех питательных средах КСА, Рудакова и ОА установлено, что 23 штамма обладали антагонистической активностью с одним или несколькими типами механизма действия против возбудителя фомоза подсолнечника.

Двойным механизмом действия (конкуренцией за площадь питания и гиперпаразитизмом) обладал 21 штамм грибов антагонистов. Из них пять штаммов (SM-1 Sordaria sp., T-1, T-2, T-3 Trichoderma sp. и Pbc-1 P. brevi-compactum) проявили активность на трех питательных средах. Площадь зарастания среды у этих штаммов антагонистов составила 80,0-100 %, при размерах гиперпаразитической зоны 1,0-5,0 см<sup>2</sup>. Максимальная гиперпаразитическая зона отмечена у штаммов: А-1 Basidiomycetes (43,4 см<sup>2</sup>) на КСА; Pk-1 P. vermiculatum (15,0 см<sup>2</sup>) на среде Рудакова; Tr-1 Trichothecium roseum (14, 2 cм<sup>2</sup>) на КСА и Pbc-1 P. brevi-compactum (12,0  $cm^2$ ) на OA.

Только конкуренцией за площадь питания на трех средах обладали восемь грибов антагонистов. При этом только штамм Av-1 Aspergillus versicolor обладал одним механизмом действия (конкуренцией за площадь питания) на двух питательных средах КСА и ОА.

Антибиотическая активность установлена у восьми грибных антагонистов. При этом только штамм M-24 *Penicillium* sp.

обладал одним механизмом действия (антибиозом) на двух питательных средах КСА и Рудакова. Максимальная стерильная зона к возбудителю фомоза отмечена у штаммов: Xk-3 *Chaetomium* sp. (12,5 мм) на КСА, An-1 *Aspergillus niger* (10,0 мм) на ОА, Pv-3 *Penicillium verrucosum* (6,0 мм) на среде Рудакова.

Таким образом, в результате первичного скрининга 29 коллекционных грибных антагонистов против возбудителя фомоза подсолнечника антагонистическая активность установлена у 23 штаммов.

Штаммы грибов антагонистов, выделенные на первом этапе, будут оценены во вторичном скрининге, на фоне искусственного заражения возбудителем фомоза в лабораторных условиях во влажной камере и в грунте.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ и администрации Краснодарского края р Наставник № 19-416-235003.

## Список литературы

- 1. Саукова С.Л., Ивебор М.В., Антонова Т.С., Арасланова Н.М. Возбудитель фомоза на вегетирующих растениях подсолнечника в Краснодарском крае // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. 2014. Вып. 2 (159—160). С. 167—172.
- 2. Арасланова Н.М., Саукова С.Л., Ивебор М.В., Антонова Т.С. Идентификация видовой принадлежности возбудителя фомоза подсолнечника в Краснодарском крае // Современная микология в России: материалы Международного микологического форума. Москва, 14–15 апреля 2015 г. М.: Нац. акад. микол., 2015. Т. 5 С. 61–62.
- 3. *Бородин С.Г., Котлярова И.А.* Грибные болезни подсолнечника в Краснодарском крае // Болезни и вредители масличных культур (сборник научных работ). 2006. С. 3–10.
- 4. Якуткин В.И. Прогноз болезней подсолнечника в России в 2005 г. и борьба с ними // Защита и карантин растений. 2005. № 5. С. 41.
- 5. Арасланова Н.М., Саукова С.Л., Антонова Т.С. К вопросу о вредоносности *Phoma macdonaldii* Воегета на подсолнечнике // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. 2018. Вып. 3 (175). С. 117–123.

- 6. Арасланова Н.М., Саукова С.Л., Антонова Т.С. Реакция различающихся по агрессивности географических изолятов Phoma macdonaldii Воегета на изменение температуры и освещенности в контролируемых условиях среды // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. 2018. Вып. 4 (176). С. 162–168.
- 7. Арасланова Н.М., Антонова Т.С., Саукова С.Л. Сравнение двух методов отбора агрессивных для подсолнечника изолятов *Phoma macdonaldii* Boerema // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. 2019. Вып. 3 (179). С. 85–91.
- 8. *Маслиенко Л.В.* Вермикулен перспективный микробиопрепарат полифункционального типа действия для защиты подсолнечника и других сельскохозяйственных культур от болезней // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. 2009. Вып. 2. С. 40–50.
- 9. Маслиенко Л.В., Курилова Д.А. Разработка микробиологического метода снижения вредоносности фузариоза на сое // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. 2012. Вып. 2(151-152). С. 167-175.
- 10. Маслиенко Л.В., Шипиевская Е.Ю. Элементы технологии применения разных препаративных форм микробиопрепаратов на основе перспективных штаммов антагонистов Xk-1-4 Chaetomium olivaceum и Б-12 Bacillus licheniformis против белой гнили озимого рапса // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. 2015. Вып. 4 (164). С. 66–73.
- 11. Маслиенко Л.В., Воронкова А.Х., Даценко Л.А., Ефимцева Е. А. Биологическая эффективность лабораторных образцов микробиопрепаратов на основе перспективных штаммов антагонистов против возбудителя фузариоза льна масличного на фоне искусственного заражения *in vitro* // Масличные культуры: Науч.тех. бюл. ВНИИМК. 2019. Вып. 4 (180). С. 128–132.
- 12. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации: [Электронный ресурс]. ООО «Издательство Листерра», 2019. Режим доступа: https://www.agroxxi.ru.
- 13. Зайчук В.Ф. Об устойчивости подсолнечника к гнилям // Масличные культуры. − 1983. № 1. С. 16–17.
- 14. *Егоров Н.С.* Выделение микробовантагонистов и биологические методы учета их антибиотической активности. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1957. 78 с.
- 15. *Билай В.И.* Фузарии. Киев: Изд-во «Наукова думка», 1977. 440 с.

- 16. Пименова М.Н., Гречушкина Н.Н., Азова Л.Г., Нетрусов А.И. [и др.]. Руководство к практическим занятиям по микробиологии / Под ред. Н.С. Егорова; 2-е изд. М.: Изд-во МГУ, 1983. 221 с.
- 17. Рудаков О.Л. Микофильные грибы, их биология и практическое значение. М.: Наука, 1981. 160 с.

## References

- 1. Saukova S.L., Ivebor M.V., Antonova T.S., Araslanova N.M. Vozbuditel' fomoza na vegetiruyushchikh rasteniyakh podsolnechnika v Krasnodarskom krae // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. 2014. Vyp. 2 (159–160). S. 167–172.
- 2. Araslanova N.M., Saukova S.L., Ivebor M.V., Antonova T.S. Identifikatsiya vidovoy prinadlezhnosti vozbuditelya fomoza podsolnechnika v Krasnodarskom krae // Sovremennaya mikologiya v Rossii: materialy Mezhdunarod-nogo mikologicheskogo foruma. Moskva, 14–15 aprelya 2015 g. M.: Nats. akad. mikol., 2015. T. 5 S. 61–62.
- 3. Borodin S.G., Kotlyarova I.A. Gribnye bolezni podsolnechnika v Krasnodarskom krae // Bolezni i vrediteli maslichnykh kul'tur (sbornik nauchnykh rabot). 2006. S. 3–10.
- 4. Yakutkin V.I. Prognoz bolezney podsolnechnika v Rossii v 2005 g. i bor'ba s nimi // Zashchita i karantin rasteniy. 2005. № 5. S. 41.
- 5. Araslanova N.M., Saukova S.L., Antonova T.S. K voprosu o vredonosnosti Phoma macdonaldii Boerema na podsolnechnike // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. 2018. Vyp. 3 (175). S. 117–123.
- 6. Araslanova N.M., Saukova S.L., Antonova T.S. Reaktsiya razlichayushchikhsya po agressivnosti geograficheskikh izolyatov Phoma macdonaldii Boerema na izmenenie temperatury i osveshchennosti v kontroliruemykh usloviyakh sredy // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. 2018. Vyp. 4 (176). S. 162–168.
- 7. Araslanova N.M., Antonova T.S., Saukova S.L. Sravnenie dvukh metodov otbora agressivnykh dlya podsolnechnika izolyatov Phoma macdonaldii Boerema // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. 2019. Vyp. 3 (179). S. 85–91.
- 8. Maslienko L.V. Vermikulen perspek-tivnyy mikrobiopreparat polifunktsional'-nogo tipa deystviya dlya zashchity podsolnechnika i drugikh sel'skokhozyaystvennykh kul'tur ot bo-lezney // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. 2009. Vyp. 2. S. 40–50.

- 9. Maslienko L.V., Kurilova D.A. Razrabotka mikrobiologicheskogo metoda snizheniya vredonosnosti fuzarioza na soe // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. 2012. Vyp. 2 (151–152). S. 167–175.
- 10. Maslienko L.V., Shipievskaya E.Yu. Eletekhnologii primeneniya raznykh preparativnykh form mikrobiopreparatov na osnove perspektivnykh shtammov antagonistov Xk-1-4 Chaetomium olivaceum i B-12 **Bacillus** licheniformis protiv beloy gnili ozimogo rapsa // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. VNIIMK. – 2015. – Vyp. 4 (164). – S. 66–73.
- 11. Maslienko L.V., Voronkova A.Kh., Datsenko L.A., Efimtseva E. A. Biologicheskaya effektivnost' laboratornykh obraztsov mikrobiopreparatov na osnove perspektivnykh shtammov antagonistov protiv vozbuditelya fuzarioza l'na maslichnogo na fone iskusstvennogo zarazheniya in vitro // Maslichnye kul'tury: Nauchtekh. byul. VNIIMK. 2019. Vyp. 4 (180). S. 128–132.
- 12. Spravochnik pestitsidov i agrokhimika-tov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossiyskoy Federatsii: [Elektronnyy resurs]. OOO «Izdatel'stvo Listerra», 2019. Rezhim dostupa: https://www.agroxxi.ru.
- 13. Zaychuk V.F. Ob ustoychivosti podsolnechnika k gnilyam // Maslichnye kul'tury. 1983.  $N_2$  1. S. 16–17.
- 14. Egorov N.S. Vydelenie mikrobovantagonistov i biologicheskie metody ucheta ikh antibioticheskoy aktivnosti. M.: Izd-vo Mosk. unta, 1957. 78 s.
- 15. Bilay V.I. Fuzarii. Kiev: Izd-vo «Naukova dumka», 1977. 440 s.
- 16. Pimenova M.N., Grechushkina N.N., Azova L.G., Netrusov A.I. [i dr.]. Rukovodstvo k prakticheskim zanyatiyam po mikrobiologii / Pod red. N.S. Egorova; 2-e izd. M.: Izd-vo MGU, 1983. 221 s.
- 17. Rudakov O.L. Mikofil'nye griby, ikh biologiya i prakticheskoe znachenie. M.: Nauka, 1981. 160 s.

Получено: 13.04.2020 Принято: 27.05.2020 Received: 13.04.2020 Accepted: 27.05.2020