**Первичный скрининг
штаммов-антагонистов
из коллекции лаборатории
биометода ВНИИМК
к возбудителю фузариоза
льна масличного**

Л.В. Маслиенко¹,

доктор биологических наук

А.Х. Воронкова¹,

младший научный сотрудник

Л.А. Даценко^{1,2},

лаборант-исследователь, магистрант КубГУ

Е.А. Ефимцева^{1,2},

лаборант-исследователь, магистрант КубГУ

¹ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

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

Тел.: (861) 275-85-19

E-mail: biometod@yandex.ru

²ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

Для цитирования: Маслиенко Л.В., Воронкова А.Х., Даценко Л.А., Ефимцева Е.А. Первичный скрининг штаммов-антагонистов из коллекции лаборатории биометода ВНИИМК к возбудителю фузариоза льна масличного // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 3 (179). – С. 92–99.

Ключевые слова: лен масличный, фузариоз, скрининг, антагонисты, *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras*.

Приводятся данные по первичному скринингу штаммов-антагонистов из коллекции лаборатории биометода ВНИИМК к возбудителю фузариоза льна масличного *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Shyd. et Hans. var. *orthoceras* (App. et Wr.) Bilai методом двойных культур. Из 24 штаммов грибов-антагонистов наибольшую активность по отношению к *F. oxysporum* var. *orthoceras* на двух питательных средах (КСА и Рудакова) проявили 10 штаммов. Высокую активность показали четыре штамма из рода *Trichoderma*, обладающие двойным механизмом действия – конкуренцией за питательную среду и гиперпаразитизмом. Пло-

щадь зарастания среды у этих штаммов составила 67,2–77,7 %, а размер гиперпаразитической зоны – 19,1–26,6 см². Максимальную конкурентную способность за площадь питания проявили штаммы SM-1 *Sordaria* sp., Pv-3 *Penicillium verrucosum* и Tk-1 *Trichoderma koningii*, у которых площадь зарастания питательной среды составила 72,6–90,3 %. Максимальную гиперпаразитическую зону образовали штаммы А-1 и И-3 *Basidiomycetes* (32,0–36,0 см²). Из 27 штаммов бактерий рода *Bacillus* выделены 11, проявившие наибольшую антагонистическую активность к возбудителю фузариоза льна масличного. Высокую конкурентную способность за площадь питания проявили штаммы Fa 4-1 *Bacillus subtilis* и 11-3 *Bacillus* sp. (площадь зарастания питательной среды составила 97,5–98,8 %). У восьми штаммов отмечена только антибиотическая активность (D 1-1, Fz 9, 01 corf и 3-2 *Bacillus* sp., D 7-1, D 7-3 и 5Б-1 *B. subtilis*, Б-2 *B. circulans*). Максимальная стерильная зона (10 мм) отмечена у штамма Fz 9 *Bacillus* sp. Из девяти штаммов бактерий рода *Pseudomonas* у шести установлена только антибиотическая активность, при этом у пяти – на обеих питательных средах. Более высокая активность псевдомонад установлена на среде картофельно-сахарозный агар, размер стерильных зон составил 6–14 мм.

UDC 633.854.54:632.937

First screening of the strains-antagonists from the collection of the biological methods laboratory in VNIIMK to fusarirose pathogen on oil flax.

L.V. Maslienko¹, doctor of biology

A.Kh. Voronkova¹, junior researcher

L.A. Datsenko^{1,2}, laboratory assistant

E.A. Efimtseva^{1,2}, laboratory assistant

¹V.S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil Crops

17, Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia

Tel.: (861) 275-85-19

E-mail: biometod@yandex.ru

²Kuban State University

Key words: oil flax, fusarirose, screening, antagonists, *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras*.

There are stated data of the first screening of the strains- from the collection of the biological methods laboratory in VNIIMK antagonists to fusarirose pathogen on oil flax *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend.

Shyd. et Hans. var. *orthoceras* (App. et Wr.) Bilai by the method of double cultures. We studied 24 strains of the fungus-antagonists, ten of them demonstrated the highest activity to *F. oxysporum* var. *orthoceras* on two nutrient medium (potato-sucrose agar and Rudakov's). Four strains of *Trichoderma* genus were highly active, displaying competitiveness for a nutrient medium and hyperparasitism. Colonization area of the medium with these strains accounted 67.2–77.7%, and a size of hyperparasitic zone – 19.1–26.6 sq. cm. The strains SM-1 *Sordaria* sp., Pv-3 *Penicillium verrucosum* and Tk-1 *Trichoderma koningii* possessed the greatest competitive ability for feeding area; the colonization area was 72.6–90.3%. The maximal hyperparasitic zone was developed by the strains A-1 and I-3 *Basidiomycetes* (32.0–36.0 sq. cm). We selected 11 strains of bacteria from the 27 ones of *Bacillus* genus, which demonstrated the highest antagonistic activity to fusariose pathogen on oil flax. The strains Fa 4-1 *Bacillus subtilis* and 11-3 *Bacillus* sp. demonstrated high competitive ability for feeding area (colonization of the nutrient medium surface was equal to 97.5–98.8%). Eight strains had only antibiotic activity (D 1-1, Fz 9, 01 copf and 3-2 *Bacillus* sp., D 7-1, D 7-3 and 5B-1 *B. subtilis*, B-2 *B. circulans*). The greatest sterile zone (10 mm) was noted in the strain Fz 9 *Bacillus* sp. six strains from nine ones of the *Pseudomonas* genus had only antibiotic activity, and five of them displayed it on the both nutrient mediums. The higher activity of *Pseudomonadaceae* was noted on the potato-sucrose agar, size of the sterile spots were 6–14 mm.

Введение. Наиболее вредоносной болезнью льна масличного, которая поражает культуру во всех регионах выращивания на протяжении всего периода вегетации, является фузариоз. Решение проблемы защиты льна масличного от болезней, в том числе и от фузариоза, связано с разработкой комплекса эффективных мероприятий, включающих создание устойчивых сортов, разработку элементов технологии возделывания культуры, снижающих вредоносность болезней, приемов и методов химической и биологической защиты.

Успешность микробиологического метода во многом определяется выбором микроорганизмов-антагонистов. Поэтому

поиск таких штаммов продолжает оставаться актуальной задачей.

Учёные ВНИИМК занимались разработкой микробиологической защиты масличных культур от фузариоза. В лаборатории биометода установлен видовой состав возбудителей фузариоза на подсолнечнике. Создана коллекция перспективных штаммов-продуцентов микробиопрепаратов – бактерий из родов *Bacillus* и *Pseudomonas*. На основе четырёх перспективных штаммов бактерий разработаны эффективные, полифункциональные микробиопрепараты [1; 2; 3]. В лаборатории также проведены исследования по разработке микробиологических мер борьбы с фузариозом на сое. Выделены штаммы-продуценты микробиопрепаратов из рода *Chaetomium*, *Bacillus* и *Pseudomonas*, снижающие вредоносность фузариоза сои [4].

Несмотря на наличие в нашей стране зарегистрированных микробиопрепаратов в отношении фузариоза на других культурах, на льне таких препаратов нет. В литературе имеются публикации по испытанию микробиопрепаратов на льне. Так, в условиях Курганской области на льне-долгунце против фузариоза испытывали два биопрепарата: Интеграл (штамм-продуцент *Bacillus amyloliquefaciens* ВКПМ И-11008 и гуматы) и Ризоплан (штамм-продуцент *Pseudomonas fluorescens* AP-33) [5]. Также на льне-долгунце испытывали незарегистрированный биопрепарат ВТН10 (штамм-продуцент *Bacillus thuringiensis* Н10) против возбудителей фузариоза [6]. В Белоруссии для защиты от фузариоза льна масличного испытывали биопрепараты: Триходермин БЛ, на основе штамма *Trichoderma viride* Т13-82 и Фунгилекс, Ж, на основе штамма *Trichoderma* sp. [7].

Настоящая работа посвящена первичному скринингу штаммов-антагонистов из коллекции лаборатории биометода ВНИИМК к одному из наиболее распространенных и агрессивных видов возбудителя фузариоза льна масличного *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Shyd. et Hans. var. *orthoceras* (App. et Wr.) Bilai.

Материалы и методы. Исследования проведены в 2018–2019 гг. Объектом исследований служили антагонисты возбудителей болезней масличных культур из коллекции лаборатории биометода ВНИИМК: 24 грибных и 36 бактериальных, а также возбудитель фузариоза льна масличного *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Shyd. et Hans. var. *orthoceras* (App. et Wr.) Bilai. Определение возбудителя фузариоза проводили по определителю Билай [8].

Согласно методике ступенчатого скрининга, разработанной в лаборатории биометода [9], первичную оценку антагонистической активности *in vitro* проводили к наиболее распространенным и вредоносным возбудителям болезней методом двойных или встречных культур [10]. 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. Учёты проводили на десятые сутки культивирования. Отмечали рост патогена и антагониста в процентах (%) от площади чашки Петри (конкуренцию за площадь питания), наличие или отсутствие зон задержки роста патогена, в результате синтеза гидролитических ферментов или веществ антибиотической природы (стерильная зона, мм), нарастания антагониста на колонию патогена (гиперпаразитическая зона, см²).

Антагонистов и патоген выращивали на картофельно-сахарозном агаре (КСА) [11] и на специализированных средах: для грибов – Рудакова [12], бактерий из рода *Bacillus* – Тайлона-3 [10], из рода *Pseudomonas* – Кинга В [13].

Результаты и обсуждение. Из 24 испытанных штаммов грибов-антагонистов наибольшую антагонистическую активность по отношению к патогенному возбудителю фузариоза *F. oxysporum* var. *orthoceras* на двух питательных средах

(КСА и Рудакова) показали четыре штамма рода *Trichoderma* (Т-1, Т-2, Т-3 и Т-4 *Trichoderma* sp.), обладающие двойным механизмом действия – конкуренцией за питательную среду и гиперпаразитизмом (табл. 1, рис. 1). Площадь зарастания среды у этих штаммов составила 67,2–77,7 %, а размер гиперпаразитической зоны – 19,1–26,6 см².

Таблица 1

Антагонистическая активность грибных штаммов к возбудителю фузариоза льна масличного *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras* при температуре 25 °С на 10-е сутки совместного культивирования на картофельно-сахарозном агаре и среде Рудакова

г. Краснодар, ВНИИМК, 2019 г.

Штамм-антагонист	Площадь зарастания поверхности питательной среды, %		Размер гиперпаразитической зоны, см ²	Размер стерильной зоны, мм
	антагонистом	патогеном		
Картофельно-сахарозный агар				
<i>Fusarium oxysporum</i> var. <i>orthoceras</i> (контроль)	-	100	-	-
SM-1 <i>Sordaria</i> sp.	87,0	13,0	2,1	0
T-3 <i>Trichoderma</i> sp.	77,7	22,3	19,3	0
T-2 <i>Trichoderma</i> sp.	74,8	25,2	20,4	0
Tk-1 <i>Trichoderma koningii</i>	72,6	27,4	3,3	0
Av-1 <i>Aspergillus versicolor</i>	72,2	27,8	20,0	0
T-1 <i>Trichoderma</i> sp.	70,4	29,6	24,0	0
T-4 <i>Trichoderma</i> sp.	67,2	32,8	26,6	0
A-1 <i>Basidiomycetes</i>	60,5	39,5	32,0	0
Xk-1 <i>Chaetomium olivaceum</i>	55,0	45,0	12,0	3,0
Xk-1 <i>Chaetomium olivaceum</i>	45,0	55,0	18,0	0
Pv-3 <i>Penicillium verrucosum</i>	24,2	55,6	0	5,0
Среда Рудакова				
<i>Fusarium oxysporum</i> var. <i>orthoceras</i> (контроль)	-	100	-	-
SM-1 <i>Sordaria</i> sp.	90,3	9,7	1,2	0
Pv-3 <i>Penicillium verrucosum</i>	88,8	14,8	3,5	0
A-1 <i>Basidiomycetes</i> sp.	85,2	14,8	12,0	0
T-3 <i>Trichoderma</i> sp.	85,2	14,8	12,0	0
T-2 <i>Trichoderma</i> sp.	80,5	19,4	15,8	0
T-1 <i>Trichoderma</i> sp.	77,5	22,5	18,2	0
T-4 <i>Trichoderma</i> sp.	76,2	23,8	19,3	0
Tk-1 <i>Trichoderma koningii</i>	68,0	32,0	0	3,0
И-3 <i>Basidiomycetes</i>	55,6	44,4	36,0	0
Pr-1 <i>Penicillium rugulosum</i>	23,8	61,1	0	10,0

Рис. 1

Максимальную конкурентную способность за площадь питания проявили штаммы SM-1 *Sordaria* sp. на обеих питательных средах и Pv-3 *Penicillium verrucosum* на среде Рудакова (площадь зарастания среды – 87,0–90,3 % и 88,8 % соответственно). Также высокую конкурентную способность проявил на обеих средах штамм Tk-1 *Trichoderma koningii*, площадь зарастания среды – 72,6–68,0 %. Максимальную гиперпаразитическую зону образовали штаммы A-1 *Basidiomycetes* (32,0 см²) на среде КСА и И-3 *Basidiomycetes* (36,0 см²) на среде Рудакова. Антибиотическую активность проявили отдельные грибные штаммы, при этом максимальная стерильная зона (10,0 мм) отмечена у Pr-1 *P. rugulosum* на среде Рудакова и Pv-3 *P. verrucosum* (5,0 мм) на среде КСА.

Из 27 коллекционных штаммов бактерий рода *Bacillus* выделены 11, проявивших высокую антагонистическую активность к *F. oxysporum* var. *orthoceras* (табл. 2, рис. 2).

Таблица 2

Антагонистическая активность штаммов бактерий рода *Bacillus* к возбудителю фузариоза льна масличного *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras* при температуре 25 °C на 10-е сутки совместного культивирования на картофельно-сахарозном агаре и среде Тайлона

г. Краснодар, ВНИИМК, 2019 г.

Штамм-антагонист	Площадь зарастания поверхности питатель- ной среды, %		Размер стерильной зоны, мм
	антагони- стом	патогеном	
Картофельно-сахарозный агар			
<i>Fusarium oxysporum</i> var. <i>orthoceras</i> (контроль)	-	100	-
Fa 4-1 <i>Bacillus subtilis</i>	98,8	1,2	0
11-3 <i>Bacillus sp.</i>	97,5	2,5	6,0
D 1-1 <i>Bacillus sp.</i>	36,5	18,5	20,0
3-2 <i>Bacillus sp.</i>	1,2	32,1	20,0
D 7-1 <i>B. subtilis</i>	7,1	33,3	12,0
D 7-3 <i>B. subtilis</i>	2,5	68,0	10,0
Б-2 <i>B. circulans</i>	4,0	30,9	7,0
Среда Тайлона			
<i>Fusarium oxysporum</i> var. <i>orthoceras</i> (контроль)	-	100	-
11-3 <i>Bacillus sp.</i>	84,9	15,1	0
Fz 9 <i>Bacillus sp.</i>	5,4	16,0	10,0
5Б-1 <i>B. subtilis</i>	6,5	57,4	5,0
01kopf <i>Bacillus sp.</i>	3,2	68,2	5,0

На среде КСА два штамма бактерий (Fa 4-1 *Bacillus subtilis* и 11-3 *Bacillus sp.*) проявили высокую конкуренцию за площадь питания (площадь зарастания среды – 97,5–98,8 %). При этом у штамма 11-3 установлена и антибиотическая активность (размер стерильной зоны 6,0 мм). У пяти штаммов бактерий из рода *Bacillus* (D 1-1 и 3-2 *Bacillus sp.*, D 7-1 и D 7-3 *B. subtilis*, Б-2 *B. circulans*) установлена только антибиотическая активность (размер стерильных зон составил 7,0–20,0 мм). Максимальная стерильная зона (20,0 мм) установлена у штаммов D 1-1 и 3-2 *Bacillus sp.*

На специализированной для бактерий рода *Bacillus* среде Тайлона высокую конкуренцию за площадь питания проявил штамм 11-3 *Bacillus sp.*, у которого площадь зарастания среды составила 84,9 %. У трех штаммов отмечена только антибиотическая активность (Fz 9 и 01 корф *Bacillus sp.*, 5Б-1 *B. subtilis*), размер стерильных зон составил 5,0–10,0 мм. Максимальная стерильная зона (10 мм) отмечена у штамма Fz 9 *Bacillus sp.*

Из девяти коллекционных штаммов бактерий рода *Pseudomonas* в двойных культурах с возбудителем фузариоза у шести установлена антибиотическая активность, размер стерильных зон составил 5,0–14,0 мм. При этом у пяти штаммов антибиотическая активность отмечена на обеих питательных средах (табл. 3, рис. 3).

Табл.2

Таблица 3

Антагонистическая активность штаммов бактерий рода *Pseudomonas* к возбудителю фузариоза льна масличного *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras* при температуре 25 °С на 10-е сутки совместного культивирования на картофельно-сахарозном агаре и среде Кинга В

г. Краснодар, ВНИИМК, 2019 г.

Штамм-антагонист	Площадь зарастания поверхности питательной среды, %		Размер стерильной зоны, мм
	антагонистом	патогеном	
Картофельно-сахарозный агар			
<i>Fusarium oxysporum</i> var. <i>orthoceras</i>	-	100	-
Oif 2-1 <i>Pseudomonas</i> sp.	5,6	63,3	14,0
16-2 <i>Pseudomonas</i> sp.	3,7	61,1	12,0
Sgc-1 <i>Pseudomonas</i> sp.	11,9	52,2	11,0
14-4 <i>Pseudomonas</i> sp.	4,2	61,1	10,0
12-2 <i>Pseudomonas</i> sp.	10,4	55,6	8,0
15-1 <i>Pseudomonas</i> sp.	6,2	55,2	6,0
Среда Кинга В			
<i>Fusarium oxysporum</i> var. <i>orthoceras</i>	-	80,0	-
15-1 <i>Pseudomonas</i> sp.	8,6	55,6	9,0
Sgrc-1 <i>P. fluorescens</i>	5,0	50,0	7,0
16-2 <i>Pseudomonas</i> sp.	3,3	61,1	7,0
14-4 <i>Pseudomonas</i> sp.	9,3	55,6	6,0
Sgc-1 <i>Pseudomonas</i> sp.	4,4	70,0	5,0
12-2 <i>Pseudomonas</i> sp.	2,2	43,2	5,0

Контроль

Fusarium oxysporum var. *orthoceras*

а

б

Oif 2-1 *Pseudomonas* sp.

а

Sgc-1 *P. fluorescens*

б

Рисунок 3 – Антибиотическая активность штаммов бактерий рода *Pseudomonas* к возбудителю фузариоза льна масличного *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras* через 10 суток совместного культивирования, 2019 г. (ориг.): а – на среде КСА; б – на среде Кинга В

Более высокая активность штаммов бактерий рода *Pseudomonas* установлена на среде КСА, размер стерильных зон составил 6,0–14,0 мм. При этом максимальная зона (14,0 мм) установлена у штамма Oif 2-1 *Pseudomonas* sp. На среде Кинга В выявлена антибиотическая активность у шести штаммов псевдомонад (15-1, 14-4, 16-2, 12-2, Sgc-1 *Pseudomonas* sp., Sgc-1 *P. fluorescens*) при этом размер стерильных зон был значительно меньше, чем на среде КСА (5,0–9,0 мм).

Штаммы грибов и бактерий-антагонистов, выделенные на первом этапе, будут оценены во вторичном скрининге, на фоне искусственного заражения семян льна возбудителями фузариоза в лабораторных условиях *in vitro* и в почве.

Выводы. Из 24 коллекционных штаммов грибов-антагонистов наибольшую активность по отношению к патогенному возбудителю фузариоза *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras* на двух питательных средах (КСА и Рудакова) проявили 10. Высокую активность показали четыре штамма из рода *Trichoderma* (Т-1, Т-2, Т-3, Т-4 *Trichoderma* sp.), обладающие двойным механизмом действия – конкуренцией за питательную среду и гиперпаразитизмом. Максимальную конкурентную способность за площадь питания проявили штаммы SM-1 *Sordaria* sp., Pv-3 *Penicillium verrucosum* и Tk-1 *Trichoderma koningii*. Максимальную гиперпаразитическую зону образовали штаммы А-1 и И-3 *Basidiomycetes*. Максимальная антибиотическая активность отмечена у штамма Pr-1 *Penicillium rugulosum*.

Из 27 коллекционных штаммов бактерий рода *Bacillus* выделены 11, проявивших наибольшую антагонистическую активность к патогену. При этом только 11-3 *Bacillus* sp. показал высокую активность сразу на двух питательных средах (КСА и Рудакова). Высокую конкурентную способность за площадь питания проявили два штамма: Fa 4-1 *Bacillus subtilis* и 11-3 *Bacillus* sp. У восьми штаммов отмечена только антибиотическая активность (D 1-1, 3-2, Fz 9, 01 корф *Bacillus* sp., D 7-1, D 7-3, 5Б-1 *B. subtilis*, Б-2 *B. circulans*). Максимальная стерильная зона

(10 мм) отмечена у штамма Fz 9 *Bacillus sp.*

Из девяти коллекционных штаммов бактерий из рода *Pseudomonas* у шести установлена только антибиотическая активность, при этом у пяти она отмечена на обеих питательных средах. Более высокая активность штаммов псевдомонад установлена на среде КСА, размер стерильных зон составил 6,0–14,0 мм. При этом максимальная зона (14,0 мм) установлена у штамма Oif 2-1 *Pseudomonas sp.*

Список литературы

1. Маслиенко Л.В., Мурадасилова Н.В. Изыскание и первичный скрининг штаммов грибов-антагонистов возбудителей фузариоза на подсолнечнике // Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2002. – Вып. 126. – С. 29–35.
2. Маслиенко Л.В., Асатурова А.М. Скрининг штаммов бактерий, проявляющих антагонизм к возбудителям фузариоза подсолнечника // Болезни и вредители масличных культур: сб. науч. работ ВНИИМК. – Краснодар, 2006. – С. 82–89.
3. Маслиенко Л.В., Асатурова А.М. Штаммы бактерий-антагонистов, перспективные для создания биофунгицидов против возбудителей фузариоза подсолнечника // Новые технологии в экспериментальной биологии и медицине: мат.-лы Междунар. науч.-практ. конф. (10–12 октября, 2007 г.). – Ростов-на-Дону, 2007. – С. 148–149.
4. Маслиенко Л.В., Курилова Д.А., Асатурова А.М., Шипиевская Е.Ю. Первичный скрининг штаммов грибов и бактерий-антагонистов к возбудителю фузариоза сои // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2009. – Вып. 1 (140). – С. 114–119.
5. Карпова С.Г. Фузариозное увядание льна-долгунца и биологические меры борьбы с ним в условиях Курганской области: // автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Курган, 2004. – 78 с.
6. Гришечкина С.Д., Лошакова Н.И. Эффективность микробиопрепарата на основе ВТ в борьбе с фузариозным увяданием льна // Агро XXI. – 2013. – № 10–12. – С. 18–19.
7. Нехведович С.И. Защита посевов льна масличного от болезней биологическими препаратами [Электронный ресурс] // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: мат.-лы Междунар. науч.-практ. конф. (06–26 апреля 2015 г., г. Краснодар). – С. 198–199. – URL: http://vniitti.ru/conf/conf2015/sbornik_conf2015.pdf.
8. Билай В.И., Гвоздяк Р.И., Скрипаль И.Г. [и др.]. Микроорганизмы – возбудители болезней растений / Под ред. Билай В.И. – Киев: Наукова думка, 1988. – 552 с.
9. Маслиенко Л.В. Лаборатория биологических средств защиты растений (вчера, сегодня, завтра) // История научных исследований во ВНИИМК за 90 лет. – Краснодар, 2003. – С. 273–281.
10. Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках. – М.: Изд-во «Наука», 2004. – 525 с.
11. Лысак Л.В., Добровольская Т.Г., Скворцова И.Н. Методы оценки бактериологического разнообразия почв и идентификация почвенных бактерий. – М: МАКС Пресс, 2003 – 120 с.
12. Рудаков О.Л. Микрофильные грибы, их биология и практическое значение. – М.: Наука, 1981. – 160 с.

13. King E.O., Ward M.K., Raney D.E. Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescing // J. Lab. Clin. Med. – 1954. – Vol. 44. – P. 301–307.

References

1. Maslienko L.V., Muradasilova N.V. Izyskanie i pervichnyy skringing shtammov gribov-antagonistov vozbuditeley fuzarioza na podsolnechnike // Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2002. – Vyp. 126. – S. 29–35.
2. Maslienko L.V., Asaturova A.M. Skringing shtammov bakteriy, proyavlyayushchikh antagonizm k vozbuditelyam fuzarioza podsolnechnika // Bolezni i vrediteli maslichnykh kul'tur: sb. nauch. rabot VNIIMK. – Krasnodar, 2006. – S. 82–89.
3. Maslienko L.V., Asaturova A.M. Shtammy bakteriy-antagonistov, perspektivnye dlya sozdaniya biofungitsidov protiv vozbuditeley fuzarioza podsolnechnika // Novye tekhnologii v eksperimental'noy biologii i meditsine: mat-ly Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (10–12 oktyabrya, 2007 g.). – Rostov-na-Donu, 2007. – S. 148–149.
4. Maslienko L.V., Kurilova D.A., Asaturova A.M., Shipievskaya E.Yu. Pervichnyy skringing shtammov gribov i bakteriy-antagonistov k vozbuditelyu fuzarioza soi // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2009. – Vyp. 1 (140). – S. 114–119.
5. Karpova S.G. Fuzarioznoe uvyadanie l'na-dolguntsa i biologicheskie mery bor'by s nim v usloviyakh Kurganskoj oblasti: // avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. – Kurgan, 2004. – 78 s.
6. Grisechikina S.D., Loshakova N.I. Effektivnost' mikrobiopreparata na osnove VT v bor'be s fuzarioznym uvyadaniem l'na // Agro KhKhI. – 2013. – № 10–12. – S. 18–19.
7. Nekhvedovich S.I. Zashchita posevov l'na maslichnogo ot bolezney biologicheskimi preparatami [Elektronnyy resurs] // Innovatsionnye issledovaniya i razrabotki dlya nauchnogo obespecheniya proizvodstva i khraneniya ekologicheskoy bezopasnoy sel'skokhozyaystvennoy i pishchevoy produktsii: mat-ly Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (06–26 aprelya 2015 g., g. Krasnodar). – S. 198–199. – URL: http://vniitti.ru/conf/conf2015/sbornik_conf2015.pdf.
8. Bilay V.I., Gvozdyak R.I., Skripal' I.G. [i dr.]. Mikroorganizmy – vozbuditeli bolezney rasteniy / Pod red. Bilay V.I. – Kiev: Naukova dumka, 1988. – 552 s.
9. Maslienko L.V. Laboratoriya biologicheskikh sredstv zashchity rasteniy (vchera, segodnya, zavtra) // Istoriya nauchnykh issledovaniy vo VNIIMKe za 90 let. – Krasnodar, 2003. – S. 273–281.
10. Egorov N.S. Osnovy ucheniya ob antibiotikakh. – M.: Izd-vo «Nauka», 2004. – 525 s.
11. Lysak L.V., Dobrovol'skaya T.G., Skvortsova I.N. Metody otsenki bakteriologicheskogo raznoobraziya pochv i identifikatsiya pochvennykh bakteriy. – M: MAKSS Press, 2003 – 120 s.
12. Rudakov O.L. Mikofil'nye griby, ikh biologiya i prakticheskoe znachenie. – M.: Nauka, 1981. – 160 s.
13. King E.O., Ward M.K., Raney D.E. Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescing // J. Lab. Clin. Med. – 1954. – Vol. 44. – P. 301–307.

Получено: 30.08.2019   Принято: 16.09.2019
Received: 30.08.2019   Accepted: 16.09.2019

Контроль – *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras*

среда КСА

среда Рудакова

Среда КСА

SM-1 *Sordaria* sp.
а

A-1 *Basidiomycetes*
б

Pv-3 *P. verrucosum*
в

Среда Рудакова

SM-1 *Sordaria* sp.
а

T-3 *Trichoderma* sp.
б

Pr-1 *P. rugulosum*
в

Рисунок 1 – Антагонистическая активность грибных штаммов к возбудителю фузариоза льна масличного *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras* через 10 суток совместного культивирования на средах КСА и Рудакова, 2019 г. (ориг.):

а – конкуренция за площадь питания;

б – гиперпаразитизм;

в – антибиотическая активность.

Рисунок 2 – Антагонистическая активность штаммов бактерий из рода *Bacillus* к возбудителю фузариоза льна масличного *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras* через 10 суток совместного культивирования на средах КСА и Тайлона, 2019 г. (ориг.)

а – контроль *F. oxysporum* var. *orthoceras*;

б – конкуренция за площадь питания;

в – антибиотическая активность