Защита растений и иммунология

УДК 633.854.78: 632.937

DOI: 10.25230/2412–608X–2020–3–183–107–113

Первичный скрининг бактериальных штаммов антагонистов из коллекции лаборатории биометода ВНИИМК к возбудителю фомоза подсолнечника (часть 2)

Л.В. Маслиенко¹,
зав. лабораторией, д-р биол. наук

А.Х. Воронкова¹,
млад. науч. сотрудник

Л.А. Даценко^{1,2},
лаборант-исследователь,
магистрант КубГУ

Е.А. Ефимцева^{1,2},
лаборант-исследователь,
магистрант КубГУ

Д.А. Пуногина²,
студент КубГУ

С.А. Гайдукова³,
ученик СОШ № 100

В.В. Казакова³,
ученик СОШ № 100

С.Р. Ковалева³,
ученик СОШ № 100

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», г. Краснодар

³МБОУ СОШ № 100, г. Краснодар

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 бактериальных штаммов антагонистов из коллекции лаборатории биометода ВНИИМК к возбудителю фомоза подсолнечника (часть 2) // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 3 (183). – С. 107–113.

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

Приводятся данные по первичному скринингу бактериальных штаммов антагонистов из коллекции лаборатории биометода ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК к агрессивному изоляту возбудителя фомоза подсолнечника *Phoma macdonaldii* Boerema методом двойных культур. Результаты оценки 27 коллекционных штаммов бактерий из рода *Bacillus* на трех питательных средах: картофельно-сахарозной (КСА), Тайлона-3 и овсяной (ОА), показали, что 21 из них обладали антагонистической активностью с типом механизма действия против возбудителя фомоза подсолнечника – антибиозом. У трех штаммов установлена конкуренция за площадь питания без образования стерильной зоны с патогеном. Максимальная стерильная зона к возбудителю фомоза установлена у штаммов: 11-3 *Bacillus* sp. (21,0 мм) на КСА; Б-4 *B. circulans* (19,0 мм) на среде Тайлона-3 и D 1-1 *Bacillus* sp. (17,0 мм) на ОА. Из девяти коллекционных штаммов бактерий рода *Pseudomonas* антагонистическую активность к возбудителю фомоза на средах КСА и Кинга В проявили восемь, а на ОА – семь штаммов с одним типом механизма действия – антибиозом. Максимальную стерильную зону сформировали штаммы: Oif 2-1, 16-2 и 12-2 *Pseudomonas* sp. (12,0–12,5 мм) – на КСА; 16-2 *Pseudomonas* sp. (16,5 мм) – на Кинга В; Oif 2-1 *Pseudomonas* sp. (18,0 мм) – на ОА.

UDC 633.854.78: 632.937

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

L.V. Maslienko¹, doctor of biology, head of the lab.

A.Kh. Voronkova¹, junior researcher

L.A. Datsenko^{1,2}, lab. assistant, Master's degree student

E.A. Efimtseva^{1,2}, lab. assistant, Master's degree student

D.A. Punogina², student

S.A. Gaydukova³, pupil

V.V. Kazakova³, pupil

S.R. Kovalyova³, pupil

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

17, Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia

Tel.: (861) 275-85-19

E-mail: biometod@yandex.ru

²Kuban State University

³School No 100, Krasnodar

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

There are presented data of the primary screening of bacterial strains antagonists from a collection of the biological methods lab of the V.S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil Crops (VNIIMK) to

an aggressive isolate of the *Phoma* rot pathogen (*Phoma macdonaldii* Boerema) affecting sunflower by a method of double or crops. We estimated 27 bacterial strains of *Bacillus* genus on the three nutrient mediums (potato-sucrose agar (PSA), Taylon-3 and oat agar (OA)). We stated 21 of them possessing antagonistic activity with a type of action mode against *Phoma* pathogen on sunflower named antibiosis. We determined for three strains presence of a competition for nutrient area without formation of a sterile zone with pathogen. Maximal sterile zone to *Phoma* rot pathogen was formed by strains: 11-3 *Bacillus* sp. (21.0 mm) on PSA; B-4 *B. circulans* (19.0 mm) on a Taylon-3 medium and D 1-1 *Bacillus* sp. (17.0 mm) on OA. Eight from the nine collection bacterial strains of *Pseudomonas* genus demonstrated antagonistic activity to *Phoma* rot on PSA and King's B, and seven strains – on OA with one type of action mode – antibiosis. Maximal sterile zone to *Phoma* rot pathogen was formed by strains: Oif 2-1 *Pseudomonas* sp., 16-2 *Pseudomonas* sp. and 12-2 *Pseudomonas* sp. (12.5–12.0 mm) – on PSA; 16-2 *Pseudomonas* sp. (16.5 mm) – on King's B; Oif 2-1 *Pseudomonas* sp. (18.0 mm) – on OA.

Введение. Подсолнечнику, основной масличной культуре нашей страны, значительный ущерб наносит комплекс болезней. Все большую вредоносность на культуре в России показывает фомоз, или черная пятнистость (*Phoma macdonaldii* Boerema) [1; 2].

В последние годы большое внимание уделяется разработке экологически безопасных мер борьбы с вредителями и болезнями. В связи с этим разработка биотехнологий получения и применения современных конкурентоспособных микробиологических препаратов для сельского хозяйства приобретает первостепенное значение. Одним из немногих в России разработчиков микробиопрепаратов для защиты растений от болезней является лаборатория биометода ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. В результате многолетних исследований создана коллекция перспективных штаммов грибов и бактерий антагонистов широкого круга патогенов, поражающих масличные и другие сельскохозяйственные культуры. Разработан ряд экологически безопасных микробиопрепаратов, полифункционального типа действия (Вермикулен, Хетомин, Бациллин, Веррукозин, Фуникулозум и др.),

технологии производства разных препаративных форм и их применения против комплекса патогенов на подсолнечнике, сое, рапсе, а также яблоне, землянике, винограде и других сельскохозяйственных культурах [3; 4; 5; 6; 7; 8; 9]. В настоящее время проводятся исследования по разработке микробиологических средств снижения вредоносности фомоза подсолнечника.

В нашей стране зарегистрированных микробиопрепаратов против фомоза на подсолнечнике нет. Мы не обнаружили в литературе сведений о разработке биологических мер борьбы с *Phoma macdonaldii*, кроме испытаний биопрепаратов против фомоза на чае [10]. Поэтому целью наших исследований было проведение ступенчатого скрининга штаммов-антагонистов из коллекции лаборатории биометода ВНИИМК к возбудителю фомоза подсолнечника.

В настоящей статье представлены результаты первичного скрининга коллекционных штаммов бактерий из родов *Bacillus* и *Pseudomonas* к *Phoma macdonaldii* на трех питательных средах.

Материалы и методы. Агрессивный изолят 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.) [11].

Первичный скрининг бактериальных штаммов антагонистов из коллекции лаборатории биометода к возбудителю фомоза на подсолнечнике проводили к наиболее агрессивному изоляту методом двойных или встречных культур *in vitro* [12]. Культуры антагонистов и возбудителя болезни выращивали отдельно в течение пяти суток 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 пато-

гена, посеянные порознь. Контроль роста культур проводили ежедневно, учеты – на двадцатые 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 см², а затем проводили перерасчет на процент по пропорции, имея ввиду площадь чашки Петри 81,0 см². 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 нарастание антагониста на колонию патогена (площадь гиперпаразитической зоны, см²). Антагонистов и патоген выращивали на агаризированных средах: картофельно-сахарозной (КСА) [13], овсяной (ОА) [14], а также на специализированных средах: для бактерий из рода *Bacillus* – Тайлона-3 [13], из рода *Pseudomonas* – Кинга В [15].

Результаты и обсуждение. Результаты оценки антагонистической активности штаммов бактерий из рода *Bacillus* к возбудителю фомоза подсолнечника *Phoma macdonaldii* на трех питательных средах (КСА, Тайлона-3 и ОА) показали, что механизм действия представлен двумя типами:

- антагонист образует стерильную зону задержки роста мицелия патогена (антибиоз);

- антагонист занимает значительную поверхность питательной среды (до 50,0 %) и не образует стерильную зону задержки роста патогена (конкуренция за площадь питания).

На картофельно-сахарозном агаре в контроле за 20 суток культивирования изолят *Phoma macdonaldii* занял 100 % поверхности питательной среды. Из 27 коллекционных штаммов бактерий рода *Bacillus* антагонистическую активность к патогену через 20 суток совместного культивирования на КСА проявили 22 штамма. Из них только два штамма

(Б (2-1) *B. licheniformis* и 11-2 *Bacillus* sp.) показали зарастание поверхности питательной среды до 50 %, без образования стерильной зоны (табл. 1).

Таблица 1

Антагонистическая активность штаммов бактерий из рода *Bacillus* к возбудителю фомоза подсолнечника *Phoma macdonaldii* при температуре 25 °С на 20-е сутки культивирования на картофельно-сахарозном агаре

г. Краснодар, ВНИИМК, 2020 г.

Штамм-антагонист	Площадь зарастания поверхности питательной среды, %		Размер стерильной зоны, мм
	антагонистом	патогеном	
<i>Phoma macdonaldii</i>	-	100,0	-
Б (2-1) <i>B. licheniformis</i>	50,0	29,6	0
11-2 <i>Bacillus</i> sp.	37,0	4,0	0
Far 8 <i>Bacillus</i> sp.	37,9	30,0	4,0
Fa 4-2 <i>Bacillus</i> sp.	36,1	55,3	4,0
D 7-3 <i>Bacillus</i> sp.	32,9	56,3	5,0
D 7-1 <i>B. subtilis</i>	30,9	38,2	5,0
D-10 <i>Bacillus</i> sp.	16,9	46,3	4,5
5-3 <i>Bacillus</i> sp.	14,9	52,9	3,5
01 кор f <i>Bacillus</i> sp.	14,4	56,1	4,5
Fa 4-1 <i>B. subtilis</i>	14,3	46,3	5,0
Б-12 <i>B. licheniformis</i>	14,1	65,7	4,5
К 1-1 <i>B. subtilis</i>	13,6	58,4	6,5
Fz 9 <i>Bacillus</i> sp.	12,2	65,5	4,0
D 1-3 <i>Bacillus</i> sp.	11,6	55,6	1,0
5Б-1 <i>B. subtilis</i>	8,3	56,7	6,0
D 1-1 <i>Bacillus</i> sp.	6,1	44,6	6,0
11-1 <i>Bacillus</i> sp.	8,2	47,1	13,5
Б-5 <i>B. licheniformis</i>	5,6	47,4	9,0
К 1-2 <i>Bacillus</i> sp.	5,3	52,8	13,0
11-3 <i>Bacillus</i> sp.	2,7	64,2	21,0
3-3 <i>Bacillus</i> sp.	2,7	63,6	11,5
3-2 <i>Bacillus</i> sp.	1,2	78,9	9,5

Остальные 20 штаммов бактерий при зарастании поверхности среды 1,2–37,9 % образовали стерильную зону 1,0–21,0 мм. Следует подчеркнуть, что с уменьшением площади зарастания поверхности питательной среды бактериальные штаммы образовывали большую стерильную зону. Максимальную антибиотическую активность к *Phoma macdonaldii* на КСА проявил штамм 11-3 *Bacillus* sp., у которого стерильная зона составила 21,0 мм (рис 1.1).

На специализированной для бактерий среде Тайлона-3 в контроле возбудитель фомоза за 20 суток культивирования занял 100 % поверхности питательной среды. Из 27 коллекционных бактерий рода *Bacillus* антагонистическую активность к возбудителю фомоза

через 20 суток совместного культивирования на среде Тайлона-3 проявили 20 штаммов (табл. 2).

Таблица 2

Антагонистическая активность штаммов бактерий из рода *Bacillus* к возбудителю фомоза подсолнечника *Phoma macdonaldii* при температуре 25 °С на 20-е сутки культивирования на среде Тайлона-3

г. Краснодар, ВНИИМК, 2020 г.

Штамм-антагонист	Площадь зарастания поверхности питательной среды, %		Размер стерильной зоны, мм
	антагонистом	патогеном	
<i>Phoma macdonaldii</i>	-	100,0	-
Б-4 <i>B. circulans</i>	3,3	38,2	17,0
1а <i>B. polymyxa</i>	1,5	48,4	17,0
D 7-3 <i>Bacillus</i> sp.	10,3	42,9	15,5
3-2 <i>Bacillus</i> sp.	1,2	55,6	13,0
D-10 <i>Bacillus</i> sp.	20,5	34,5	12,0
11-1 <i>Bacillus</i> sp.	23,7	32,1	11,0
11-3 <i>Bacillus</i> sp.	2,6	57,8	10,0
Б-12 <i>B. licheniformis</i>	13,2	25,0	10,0
D 1-3 <i>Bacillus</i> sp.	9,4	50,0	10,0
5-3 <i>Bacillus</i> sp.	17,5	28,9	8,0
Б-5 <i>B. licheniformis</i>	15,4	52,2	8,0
3-3 <i>Bacillus</i> sp.	10,5	38,9	8,0
D 7-1 <i>B. subtilis</i>	8,3	58,3	6,5
Б (2-1) <i>B. licheniformis</i>	13,0	29,6	5,0
11-2 <i>Bacillus</i> sp.	28,1	39,5	5,0
К 1-1 <i>B. subtilis</i>	33,1	34,6	5,0
5Б-1 <i>B. subtilis</i>	29,2	34,5	5,0
Fa 4-1 <i>B. subtilis</i>	28,1	29,4	4,5
Fa 4-2 <i>Bacillus</i> sp.	6,2	56,1	3,0
D 1-1 <i>Bacillus</i> sp.	10,9	59,8	3,0

На среде Тайлона-3 прослеживается та же тенденция, что и на КСА, с уменьшением поверхности зарастания питательной среды бактериальные штаммы образовывали больший размер стерильной зоны. Максимальную стерильную зону (13,0–17,0 мм) образовали штаммы бактерий (3-2 и D 7-3 *Bacillus* sp., 1а *B. polymyxa* и Б-4 *B. circulans*), занимавших в двойных культурах с возбудителем фомоза небольшую поверхность питательной среды (1,2–10,3 %). Тогда как группа штаммов бактерий (Fa 4-1, 5Б-1, К 1-1 *B. subtilis* и 11-2 *Bacillus* sp.), занимавшая более значительную поверхность зарастания среды (28,1–33,1 %), образовывала меньшую стерильную зону (4,5–5,0 мм). Максимальная антибиотическая активность к *Phoma macdonaldii* на среде Тайлона-3 установлена у штаммов Б-4 *B.*

circulans и 1а *B. polymyxa*, у которых стерильная зона составила 17,0 мм (рис. 1.2).

11-3 *Bacillus* sp.

1

1а *B. polymyxa*

2

D 1-1 *Bacillus* sp.

3

а – антагонист; б – патоген

Рисунок 1 – Антибиотическая активность бактериальных штаммов из рода *Bacillus* к возбудителю фомоза подсолнечника *Phoma macdonaldii* через 20 суток культивирования, 2020 г. (ориг.) на питательных средах: 1 – КСА; 2 – Тайлона-3; 3 – ОА

На овсяном агаре в контроле возбудитель фомоза за 20 суток культивирования занял 83,0 % поверхности питательной среды.

Из 27 коллекционных бактерий рода *Bacillus* антагонистическую активность к *Phoma macdonaldii* через 20 суток совместного культивирования на ОА проявили 10 штаммов. Из них только один штамм 11-2 *Bacillus* sp. показал зарастание поверхности питательной среды до 50 % без образования стерильной зоны (табл. 3).

Таблица 3

Антагонистическая активность штаммов бактерий из рода *Bacillus* к возбудителю фомоза подсолнечника *Phoma macdonaldii* при температуре 25 °С на 20-е сутки культивирования на овсяном агаре

г. Краснодар, ВНИИМК, 2020 г.

Штамм-антагонист	Площадь зарастания поверхности питательной среды, %		Размер стерильной зоны, мм
	антагонистом	патогеном	
<i>Phoma macdonaldii</i>	-	83,0	-
11-2 <i>Bacillus</i> sp.	33,0	1,2	0
D 1-1 <i>Bacillus</i> sp.	0,6	54,3	17,0
3-3 <i>Bacillus</i> sp.	2,4	58,0	17,0
K 1-1 <i>B. subtilis</i>	1,2	57,7	15,0
D 1-3 <i>Bacillus</i> sp.	2,5	57,8	14,0
D-10 <i>Bacillus</i> sp.	1,2	55,6	10,0
D 7-1 <i>B. subtilis</i>	2,3	52,5	10,0
Fa 4-2 <i>Bacillus</i> sp.	27,0	46,3	10,0
11-1 <i>Bacillus</i> sp.	1,2	43,2	1,8
Б (2-1) <i>B. licheniformis</i>	3,7	58,8	1,0

У остальных штаммов, проявивших антагонистическую активность к *Phoma macdonaldii* на ОА, отмечена стерильная зона 1,0–17,0 мм. Максимальная антибиотическая активность на этой среде установлена у штаммов D 1-1 *Bacillus* sp. и 3-3 *Bacillus* sp., у которых стерильная зона составила 17,0 мм (рис. 1.3).

Результаты оценки антагонистической активности штаммов бактерий из рода *Pseudomonas* к *Phoma macdonaldii* на трех питательных средах КСА, Кинга В и ОА показали, что механизм действия представлен одним типом – антагонист образует стерильную зону задержки роста мицелия патогена (антибиоз).

Из девяти коллекционных штаммов бактерий рода *Pseudomonas* антагонистическую активность к возбудителю фомоза через 20 суток совместного культивирования на двух средах КСА и Кинга В проявили восемь, а на ОА – семь штаммов (табл. 4).

Таблица 4

Антагонистическая активность штаммов бактерий-антагонистов рода *Pseudomonas* к возбудителю фомоза *Phoma macdonaldii* при температуре 25 °С на 20-е сутки культивирования на агаризованных питательных средах

г. Краснодар, ВНИИМК, 2020 г.

Штамм-антагонист	Площадь зарастания поверхности питатель- ной среды, %		Размер стер- ильной зоны, мм
	антагони- стом	патогеном	
Картофельно-сахарозный агар			
<i>Phoma macdonaldii</i>	-	100,0	-
Oif 2-1 <i>Pseudomonas</i> sp.	11,5	50,2	12,5
16-2 <i>Pseudomonas</i> sp.	7,1	61,1	12,0
12-2 <i>Pseudomonas</i> sp.	7,4	59,6	12,0
15-1 <i>Pseudomonas</i> sp.	8,5	50,6	9,5
13-2 <i>Pseudomonas</i> sp.	9,3	58,3	9,0
14-3 <i>P. chlororaphis</i>	4,9	56,8	9,0
Sgc-1 <i>Pseudomonas</i> sp.	14,0	61,1	5,5
14-4 <i>Pseudomonas</i> sp.	37,7	33,9	5,0
Кинга В			
<i>Phoma macdonaldii</i>	-	68,4	-
16-2 <i>Pseudomonas</i> sp.	23,4	40,7	16,5
Sgc-1 <i>Pseudomonas</i> sp.	38,8	22,2	15,0
15-1 <i>Pseudomonas</i> sp.	17,8	36,0	15,0
14-4 <i>Pseudomonas</i> sp.	15,0	44,8	14,0
14-3 <i>P. chlororaphis</i>	16,3	41,6	13,0
12-2 <i>Pseudomonas</i> sp.	15,6	50,0	11,0
Oif 2-1 <i>Pseudomonas</i> sp.	15,7	40,5	10,0
13-2 <i>Pseudomonas</i> sp.	28,0	32,4	9,0
Овсяной агар			
<i>Phoma macdonaldii</i>	-	83,0	-
Oif 2-1 <i>Pseudomonas</i> sp.	1,5	43,2	18,0
12-2 <i>Pseudomonas</i> sp.	1,0	57,7	17,0
16-2 <i>Pseudomonas</i> sp.	3,3	49,3	16,0
14-3 <i>P. chlororaphis</i>	1,9	55,5	16,0
Sgc-1 <i>Pseudomonas</i> sp.	3,0	59,2	15,0
14-4 <i>Pseudomonas</i> sp.	2,4	57,7	15,0
13-2 <i>Pseudomonas</i> sp.	2,2	61,1	11,0

На КСА в контроле за 20 суток культивирования *Phoma macdonaldii* занял 100 % поверхности питательной среды. Максимальную антибиотическую активность показали три штамма Oif 2-1 *Pseudomonas* sp., 16-2 *Pseudomonas* sp. и 12-2 *Pseudomonas* sp., стерильная зона у которых составила 12,0–12,5 мм (рис. 2.1).

На специализированной для бактерий рода *Pseudomonas* среде Кинга В в контроле возбудитель фомоза подсолнечника за 20 суток культивирования занял 68,4 % поверхности питательной среды. На этой среде у большинства коллекционных штаммов псевдомонад зона ингибирования патогена была выше, чем на КСА. Максимальную антибиотическую активность показал штамм 16-2 *Pseudomonas* sp.,

стерильная зона у которого составила 16,5 мм (рис. 2.2).

12-2 *Pseudomonas* sp.
1

16-2 *Pseudomonas* sp.
2

Oif 2-1 *Pseudomonas* sp.
3

а – антагонист; б – патоген

Рисунок 2 – Антибиотическая активность бактериальных штаммов из рода *Pseudomonas* к возбудителю фомоза подсолнечника *Phoma macdonaldii* через 20 суток культивирования, 2020 г. (ориг.), на питательных средах: 1 – КСА; 2 – Кинга В; 3 – ОА

На специализированной для фомоза среде ОА патоген за 20 суток культивирования занял 83,0 % поверхности пита-

тельной среды. На этой среде большинство штаммов псевдомонад показали зону ингибирования патогена еще выше, чем на Кинга В. Максимальную антибиотическую активность к *Phoma macdonaldii* показал штамм Oif 2-1 *Pseudomonas* sp., у которого стерильная зона составила 18,0 мм (рис. 2.3).

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

Выводы. В результате оценки 27 коллекционных штаммов бактерий рода *Bacillus* на трех питательных средах (КСА, Тайлона-3 и ОА) установлена антагонистическая активность у 24 штаммов. При этом у 21 штамма установлен один тип механизма действия против возбудителя фомоза подсолнечника – антибиоз. У трех штаммов (Б (2-1) *B. licheniformis*, 11-2 *Bacillus* sp. – на КСА и 11-2 *Bacillus* sp. – на ОА) установлена конкуренция за площадь питания без образования стерильной зоны с патогеном. Максимальная стерильная зона к *Phoma macdonaldii* установлена у штаммов: 11-3 *Bacillus* sp. (21,0 мм) на КСА; Б-4 *B. circulans* (19,0 мм) на среде Тайлона-3; D 1-1 *Bacillus* sp. (17,0 мм) на ОА.

Из девяти коллекционных штаммов бактерий рода *Pseudomonas* антагонистическую активность к возбудителю фомоза на двух средах: КСА и Кинга В, проявили восемь, а на ОА – семь штаммов с одним типом механизма действия – антибиозом. Максимальную стерильную зону с *Phoma macdonaldii* сформировали штаммы: Oif 2-1 *Pseudomonas* sp., 16-2 *Pseudomonas* sp. и 12-2 *Pseudomonas* sp. (12,0–12,5 мм) – на КСА; 16-2 *Pseudomonas* sp. (16,5 мм) – на Кинга В и Oif 2-1 *Pseudomonas* sp. (18,0 мм) – на ОА.

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

Список литературы

1. Саукова С.Л., Ивбор М.В., Антонова Т.С., Арасланова Н.М. Возбудитель фомоза на вегетирующих растениях подсолнечника в Краснодарском крае // Мас-

личные 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. Маслиенко Л.В. Обоснование и разработка микробиологического метода борьбы с болезнями подсолнечника: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Любовь Васильевна Маслиенко. – Краснодар, 2005. – 48 с.

4. Shternshis M., Tomilova O., Shpatova T., Soyton K., Maslienko L. Biological Fungicides Based on *Chaetomium* for Plant Protection // International Conference on Integration of Science and Technology for Sustainable Development, Bangkok, Thailand, 26–27 April, 2007. – P. 304–307.

5. Маслиенко Л.В. Шипиевская Е.Ю., Асатурова А.М. Биологические особенности перспективных штаммов грибов антагонистов возбудителя фомопсиса PV-3 *Penicillium verrucosum* Dierckx var. *cyclopium* Westling, Samson et al. и PF-1 *Penicillium funiculosum* Thom // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2007. – Вып. 2 (137). – С. 42–47.

6. Маслиенко Л.В. Асатурова А.М. Оценка антифунгальной активности бактерий родов *Bacillus* и *Pseudomonas* в процессе периодического культивирования в отношении грибов рода *Fusarium* // Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии: материалы VII межд. науч. конф. (31 мая – 4 июня, 2010). – Минск, 2010. – С. 421–423.

7. 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.

8. Якуба Г.В., Гусин Д.Н., Маслиенко Л.В. Перспективные микробиологические препараты для защиты яблони от парши // Плодоводство и виноградарство юга России [Электронный ресурс]. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2013. № 22 (4). – Режим доступа: <http://www.journal.kubansad.ru/pdf/01.pdf>.

9. Холод Н.А., Маслиенко Л.В. Биологизированный контроль серой гнили земляники садовой в условиях усиления абиотического и антропогенного воздействий // Управление устойчивостью садовых агроценозов, обеспечивающих качество плодовой продукции. Научные труды СКФНЦСВВ. – Краснодар, 2018. – № 14. – С. 179–183.

10. Quiroz F.J., Edwards Molina J.P., Dosio G.A.A. Black stem by *Phoma macdonaldii* affected ecophysiological components that determine grain yield in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // Field Crops Research. – 2014. – 160. – P. 31–40.

11. Зайчук В.Ф. Об устойчивости подсолнечника к гнилям // Маслич. культуры. – 1983. – № 1. – С. 16–17.

12. Егоров Н.С. Выделение микробов-антагонистов и биологические методы учета их антибиотической активности. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1957. – 78 с.

13. Билый В.И. Фузариоз. – Киев: Изд-во: Наукова думка, 1977. – 440 с.

14. Пименова М.Н., Гречушкина Н.Н., Азова Л.Г., Нетрусов А.И. [и др.]. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. – [Для биол. фак. ун-тов.] / Под ред. Н.С. Егорова. – 2-е изд. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – 221 с.

15. King E.O., Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescing // J. Lab. Clin. Med. – 1954. – Vol. 44. – P. 301–307.

References

1. Saukova S.L., Ivebor M.V., Antonova T.S., Araslanova N.M. Vozбудitel' fomoza na vegetiruyushchikh rasteniyakh podsolnechnika v Krasnodarskom krae // Mas-

lichnye 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 prinaldzhnosti vozбудitelya fomoza podsolnechnika v Krasnodarskom krae // Sovremennaya mikologiya v Rossii: materialy Mezhdunarodnogo mikologicheskogo foruma, Moskva, 14–15 aprelya 2015 g. – M.: Nats. akad. mikol., 2015. – T. 5. – S. 61–62.

3. Maslienko L.V. Obosnovanie i razrabotka mikrobiologicheskogo metoda bor'by s boleznyami podsolnechnika: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk / Lyubov' Vasil'evna Maslienko. – Krasnodar, 2005. – 48 s.

4. Shternshis M., Tomilova O., Shpatova T., Soyton K., Maslienko L. Biological fungicides based on *Chaetomium* for plant protection // International Conference on Integration of Science and Technology for Sustainable Development, Bangkok, Thailand, 26–27 April, 2007. – R. 304–307.

5. Maslienko L.V. Shipievskaya E.Yu., Asaturova A.M. Biologicheskie osobennosti perspektivnykh shtammov gribov antagonistov vozбудitelya fomopsisa RV-3 *Penicillium verrucosum* Dierckx var. *cyclopium* Westling, Samson et al. i RF-1 *Penicillium funiculosum* Thom // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – Krasnodar, 2007. – Vyp. 2 (137). – S. 42–47.

6. Maslienko L.V. Asaturova A.M. Otsenka antifungal'noy aktivnosti bakteriy rodov *Bacillus* i *Pseudomonas* v protsesse periodicheskogo kul'tivirovaniya v otnoshenii gribov roda *Fusarium* // Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya mikrobiologii i biotekhnologii: materialy VII mezhd. nauch. konf., 31 maya–4 iyunya, 2010. – Minsk, 2010. – S. 421–423.

7. Maslienko L.V., Kurilova D.A. Razrabotka mikrobiologicheskogo metoda snizheniya vredonosnosti fuзarioza na soe // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2012. – Vyp. 2 (151–152). – S. 167–175.

8. Yakuba G.V., Gusin D.N., Maslienko L.V. Perspektivnye mikrobiologicheskie preparaty dlya zashchity yablони ot parshi // Plodovodstvo i vinogradarstvo yuga Rossii [Elektronnyy resurs]. – Krasnodar: SKZNIISiV. – 2013. – № 22 (4). – Rezhim dostupa: <http://www.journal.kubansad.ru/pdf/01.pdf>.

9. Kholod N.A., Maslienko L.V. Biologizirovanny kontrol' seroy gnili zemlyaniki sadovoy v usloviyakh usileniya abioticheskogo i antropogennogo vozdeystviy // Upravlenie ustoychivost'yu sadovykh agrotsenozov, obespechivayushchikh kachestvo plodovoy produktsii. Nauchnye trudy SKFNTsSVV. – Krasnodar, 2018. – № 14. – S. 179–183.

10. Quiroz F.J., Edwards Molina J.P., Dosio G.A.A. Black stem by *Phoma macdonaldii* affected ecophysiological components that determine grain yield in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // Field Crops Research. – 2014. – 160. – R. 31–40.

11. Zaychuk V.F. Ob ustoychivosti podsolnechnika k gnilyam // Maslichnye kul'tury. – 1983. – № 1. – S. 16–17.

12. Egorov N.S. Vydelenie mikrob-antagonistov i biologicheskie metody ucheta ikh antibioticheskoy aktivnosti. – M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1957. – 78 s.

13. Bilay V.I. Fuzarii. – Kiev: Izd-vo «Naukova dumka», 1977. – 440 s.

14. 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.

15. King E.O. Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescing // J. Lab. Clin. Med. – 1954. – Vol. 44. – P. 301–307.

Получено: 04.06.2020 Принято: 05.10.2020
Received: 04.06.2020 Accepted: 05.10.2020