УДК 633.854.78: 632.937

DOI: 10.25230/2412–608X–2020–3–183–121–128

**Биологические особенности
и условия поверхностного
культивирования штамма-
продуцента микробиопрепарата
Т-1 *Trichoderma* sp. против
возбудителей фузариоза
льна масличного**

Л.В. Маслиенко,
зав. лабораторией, д-р биол. наук
А.Х. Воронкова,
млад. науч. сотрудник

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК
350038, Россия, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17
Тел.: (861) 275-85-19
E-mail: biometod@yandex.ru

Для цитирования: Маслиенко Л.В., Воронкова А.Х. Биологические особенности и условия поверхностного культивирования штамма-продуцента микробиопрепарата Т-1 *Trichoderma* sp. против возбудителей фузариоза льна масличного // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 3 (183). – С. 121–128.

Ключевые слова: лен масличный, фузариоз, микробиопрепарат, штамм-продуцент Т-1 *Trichoderma* sp.

Для разработки технологического регламента производства микробиопрепарата в препаративной форме «смачивающийся порошок» изучены биологические особенности и условия поверхностного культивирования штамма-продуцента Т-1 *Trichoderma* sp. антагониста возбудителей фузариоза льна масличного *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Shyd. et Hans. var. *orthoceras* (App. et Wr.) Bilai и *Fusarium poae* (Peck) Wollenw., Lewis. Изучены культуральные и физиологические свойства штамма-продуцента на агаризованных и жидких средах. Наиболее благоприятным для роста мицелия и спороношения является поверхностное выращивание гриба на агаризованной и жидкой среде Рудакова при температуре 25–30 °С. Максимальный рост мицелия со спороношением и наибольшую сухую массу обеспечило стационарное выращивание гриба на жидкой сре-

де в диапазоне pH от 3 до 6. Из источников углерода максимальный рост мицелия гриба и увеличение его сухой массы обеспечило введение в питательную среду Чапека крахмала. Из источников азота штамм гриба лучше всего ассимилировал кукурузный экстракт. Оптимальные сложные жидкие питательные среды для поверхностного культивирования штамма-продуцента – Рудакова и № 1. Оптимальный срок поверхностного культивирования грибного штамма Т-1 *Trichoderma* sp. на жидкой питательной среде Рудакова составил 10 суток, а объём посевной культуры к питательной среде – 2,0 %.

UDC 633.854.78: 632.937

Biological features and conditions of surface cultivating of a strain-producer of microbiopreparation Т-1 *Trichoderma* sp. against pathogen causing fusarium on oil flax.

L.V. Maslienko, doctor of biology, head of the lab.
A.Kh. Voronkova, junior researcher

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

Key words: oil flax, fusarium, microbiopreparation, strain-producer Т-1 *Trichoderma* sp.

To develop technological regimen for production of microbiopreparations in a preparation form ‘wetting powder’ we studied biological features and conditions of surface cultivating of a strain-producer Т-1 *Trichoderma* sp. – an antagonist of pathogen *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Shyd. et Hans. var. *orthoceras* (App. et Wr.) Bilai and *Fusarium poae* (Peck) Wollenw., Lewis on oil flax. To study cultural and physiological qualities of the strain-producer we used agar and liquid mediums. Surface cultivation of a fungus on agar and liquid Rudakov’s medium at a temperature 25–30 °C was the most favorable for mycelium growth and spore formation. Stationary fungus cultivation on liquid medium with pH from 3 to 6 provided maximal mycelium growth with spore formation and the highest dry mass. Addition of starch into the Chapek’s nutrient medium caused maximal growth of fungus mycelium and increase of its dry mass. The best source of nitrogen for a fungus strain was corn extract. Rudakov’s and No1 mediums are optimal compound liquid nutrient mediums for a surface cultivation of the strain-producer. Optimal period of the surface cultivation of the fungal strain Т-1 *Trichoderma* sp. on liquid Rudakov’s nutri-

ent medium was 10 days, and a volume of sowing culture to a nutrient medium – 2.0%.

Введение. В связи с возрастанием роли льна масличного как ценной технической культуры многостороннего использования, и учитывая пищевую и биологическую ценность льняного масла, которое применяют и в медицинских целях для получения экологически безопасной продукции, целесообразно применять биологические методы защиты культуры от патогенов. Наиболее вредоносной болезнью льна масличного, которая поражает культуру во всех регионах выращивания, на протяжении всего периода вегетации, является фузариоз. В Краснодарском крае наибольшее поражение растений льна масличного фузариозом отмечено в форме трахеомикозного увядания [1; 2; 3].

В лаборатории биометода ВНИИМК в течение многих лет проводятся исследования по разработке биологических мер борьбы с болезнями масличных культур. В последние годы разрабатывается микробиологический метод снижения вредоносности фузариоза на льне масличном. Зарегистрированных биологических препаратов, защищающих лен масличный от возбудителей фузариоза, нет.

Проведена работа по поиску перспективных штаммов для создания микробиопрепаратов против двух возбудителей фузариоза льна масличного *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Shyd. et Hans. var. *orthoceras* (App. et Wr.) Bilai и *Fusarium poae* (Peck) Wollenw., Lewis. В результате ступенчатого скрининга грибов и бактерий из коллекции лаборатории биометода выделено 10 перспективных штаммов антагонистов возбудителей фузариоза льна масличного [4; 5; 6]. Одним из перспективных штаммов-продуцентов микробиопрепарата против фузариоза является штамм Т-1 *Trichoderma* sp. Наряду с фунгицидной активностью против фузариоза установлено отсутствие угнетающего влияния штамма на культуру льна масличного и выявлено его ростостимулирующее действие.

122

В последние годы в лаборатории биометода ведутся исследования по разработке препаративной формы микробиопрепаратов «смачивающийся порошок» (СП) при поверхностном выращивании штаммов-продуцентов на жидких питательных средах. Особенно эта технология перспективна для грибных штаммов-продуцентов. Производимые повсеместно жидкие формы микробиопрепаратов на основе грибов-продуцентов, а также концентраты и паста хранятся недолго даже в холодильнике, что не позволяет перевозить их на дальние расстояния и набирать в период межсезонья. Производимые по технологии поверхностного культивирования на жидких питательных средах СП микробиопрепаратов тонкодисперсные, имеют высокий титр (10^{9-10} КОЕ/г), сохраняющийся как минимум год и низкую норму расхода (50–150 г/га/т) [7; 8].

Для разработки технологического регламента производства микробиопрепарата в препаративной форме СП изучали культуральные и физиологические признаки гриба Т-1 *Trichoderma* sp., проводили подбор оптимальных сложных жидких питательных сред и условий поверхностного культивирования перспективного штамма-продуцента.

Материалы и методы. Культуральные признаки и физиологические свойства перспективного штамма антагониста Т-1 *Trichoderma* sp. изучали по общепринятым методикам [9; 10; 11; 12].

Культуральные признаки изучали на трёх агаризированных питательных средах: картофельно-сахарозном агаре (КСА), Чапека и Рудакова [13]. Одновременно в центр чашки Петри (ЧП) на каждую питательную среду высевали одинаковый агаровый блок с мицелием и спороношением штамма антагониста и помещали в термостат при температуре 25,0 °С. Описывали форму и диаметр колоний, их структуру, рост, цвет с лицевой и обратной стороны, характер спороношения.

Физиологические признаки активного штамма изучали на жидких питательных средах. Поверхностное культивирование осуществляли в колбах Эрленмейера

(250 мл) с объемом питательной среды 100 мл, высевая одинаковый агаровый блок со штаммом-антагонистом.

Для определения оптимальной температуры штамм культивировали на жидкой среде Рудакова при температурах 20, 25, 30 и 35 °С.

Подбор оптимальной кислотности среды проводили, выращивая штамм на жидкой среде Рудакова при оптимальной температуре с добавлением лимонной кислоты или щёлочи. pH среды устанавливали в пределах 3,0; 6,0; 8,0 и 10,0.

Оптимальные элементы питания для штамма определяли на жидкой питательной среде Чапека, заменяя источники углеродного и азотного питания, в тех же дозировках. Источниками углеродного питания служили крахмал, глюкоза, маннит, сахароза; азотного питания – тиомочевина, хлористый аммоний, азотнокислый аммоний, кукурузный экстракт.

Определение оптимальных жидких питательных сред для выращивания перспективного штамма антагониста проводили при стационарном культивировании. Испытывали сложные питательные среды: Чапека, Рудакова, Викерхема и среду № 1 [13].

Оптимальные элементы питания для штамма антагониста, температуру, pH среды и сложные питательные среды определяли культивированием гриба поверхностным способом в течение 10 суток. Рост мицелия оценивали по баллам по разработанной нами шкале:

0 – нет роста или только обрастание посевного блока;

1 – рост мицелия отдельными колониями;

2 – мицелиальная плёнка сплошная тонкая;

3 – мицелиальная плёнка сплошная толстая.

По окончании культивирования определяли сухую массу мицелиальной пленки. Влажный мицелий высушивали при температуре 105 °С до постоянного веса.

Для установления оптимальных сроков поверхностного культивирования штамм продуцент выращивали на жидкой питательной среде Рудакова в 3-литровых

стеклянных баллонах, с объемом питательной среды 500 мл в течение 10, 15 и 20 суток при оптимальной температуре. Выраченную биомассу гриба отделяли сливом культуральной жидкости. Затем к биомассе добавляли прилипатель, растекатель и наполнитель. Всё перемешивали, распределяли тонким слоем на гладкой поверхности, высушивали под вытяжкой при температуре 28–30 °С и размалывали на мельнице с охлаждением. Определяли массу порошка и титр.

Для определения оптимального объёма посевной культуры к 500 мл питательной среды добавляли 2,0 и 4,0 % глубинной культуры антагониста, которую предварительно выращивали на жидкой среде, на качалке (195 об./мин) в течение 3-х суток. Определяли влажность сырой биомассы и СП методом высушивания до постоянного веса [14]. Титр СП определяли микробиологическим способом [15]. Во всех опытах повторность 3-кратная.

Результаты и обсуждение. Культуральные признаки штамма T-1 *Trichoderma* sp.

Культуральные признаки штамма гриба-антагониста изучены через 10 суток культивирования на трех агаризированных средах при температуре 25 °С.

Колонии быстрорастущие, занимали всю поверхность питательной среды за 3–4 суток (рис. 1).

На КСА рост гриба средний, через 10 суток колонии занимали всю поверхность ЧП, мицелий стелющийся, подушечки расположены редкими концентрическими зонами, между которыми видна среда. Цвет колоний с лицевой стороны темно-зелёный, с обратной – светло-зелёный. Диаметр колоний через 3 суток 5,6 × 5,7 см, через 10 суток – 9,0 × 9,0 см. Спороношение массовое.

На среде Чапека рост гриба средний, через 10 суток колонии занимали всю поверхность ЧП, подушечки расположены прерывистыми концентрическими зонами: по краю среды – менее прерывисты-

ми, в центре – более прерывистыми. Цвет колоний с лицевой стороны темно-зелёный, в центре – светло-зелено-желтый, с обратной – светло-зелёный. Диаметр колоний через 3 суток $7,0 \times 7,8$ см, через 10 суток – $9,0 \times 9,0$ см. Спороношение массовое.

КСА

Чапека

Рудакова

Рисунок 1 – Рост штамма Т-1 *Trichoderma* sp. на агаризированных питательных средах через 10 суток при температуре 25 °С (ориг.)

На среде Рудакова рост гриба сильный, через 10 суток колонии занимали всю поверхность ЧП, мицелий волокнистый высокий, подушечки расположены плотными радиальными зонами. Цвет колоний с лицевой стороны тёмно-зелёный, с се-

рым напылением между радиусами, с обратной – коричнево-зелёный. Диаметр колоний через 3 и 10 суток – $9,0 \times 9,0$ см. Спороношение массовое.

Таким образом, максимальный рост колоний штамма Т-1 *Trichoderma* sp. с массовым спороношением через 10 суток культивирования при температуре 25 °С отмечен на агаризированной питательной среде Рудакова.

Физиологические признаки штамма Т-1 *Trichoderma* sp.

Рост мицелия гриба Т-1 *Trichoderma* sp. на жидких питательных средах оценивали по разработанной нами шкале (рис. 2):

0 баллов

1 балл

2 балла

3 балла

Рисунок 2 – Рост штамма Т-1 *Trichoderma* sp. на жидких питательных средах в соответствии с разработанной шкалой по баллам (ориг.):

- 0 – нет роста;
- 1 – рост мицелия отдельными колониями;
- 2 – мицелиальная плёнка сплошная тонкая;
- 3 – мицелиальная плёнка сплошная толстая

Определена оптимальная температура и реакция среды для культивирования

штамма Т-1 *Trichoderma* sp. на жидкой среде Рудакова.

Установлено, что наиболее благоприятным для роста мицелия и спороношения является выращивание гриба при температурах 25–30 °С, при которых отмечена максимальная мицелиальная пленка и вес сухого мицелия (табл. 1).

Таблица 1

Влияние температуры на рост штамма-продуцента микробиопрепарата Т-1 *Trichoderma* sp. в условиях стационарного культивирования на жидкой среде Рудакова

г. Краснодар, ВНИИМК, 2019 г.

Штамм	Рост мицелия, балл*/Вес сухого мицелия, г**			
	температура, °С			
	20	25	30	35
T-1 <i>Trichoderma</i> sp.	2/0,68 ± 0,04	3/0,96 ± 0,06	3/0,83 ± 0,10	2/0,67 ± 0,11

* – рост мицелия, балл;

** – вес сухого мицелия в расчете на 100 мл питательной среды

Штамм Т-1 *Trichoderma* sp. оказался требовательным к реакции среды. Максимальный рост мицелия со спороношением и наибольшую сухую массу обеспечило стационарное выращивание гриба на жидкой среде Рудакова в диапазоне рН среды от 3 до 6 (табл. 2).

Таблица 2

Влияние реакции среды на рост штамма-продуцента микробиопрепарата Т-1 *Trichoderma* sp. в условиях стационарного культивирования на жидкой среде Рудакова при температуре 25°С

г. Краснодар, ВНИИМК, 2019 г.

Штамм	Рост мицелия, балл*/вес сухого мицелия, г**			
	рН среды			
	3,0	6,0	8,0	10,0
T-1 <i>Trichoderma</i> sp.	3/1,21 ± 0	3/1,16 ± 0	2/0,77 ± 0	2/0,71 ± 0

* – рост мицелия, балл;

** – вес сухого мицелия в расчете на 100 мл питательной среды

Определение оптимальных элементов питания для культивирования штамма Т-1 *Trichoderma* sp.

При стационарном культивировании гриба Т-1 *Trichoderma* sp. на жидкой пи-

тательной среде Чапека при температуре 25 °С с добавлением различных источников углерода максимальный рост мицелия и увеличение его сухой массы обеспечило наличие в питательной среде крахмала и глюкозы (табл. 3).

Таблица 3

Влияние источников углерода на рост штамма-продуцента микробиопрепарата Т-1 *Trichoderma* sp. в условиях стационарного культивирования на жидкой среде Чапека при температуре 25°С

г. Краснодар, ВНИИМК, 2019 г.

Штамм	Рост мицелия, балл*/вес сухого мицелия, г**			
	источник углерода			
	крахмал	глюкоза	сахароза	маннит
T-1 <i>Trichoderma</i> sp.	2/0,24 ± 0,03	2/0,12 ± 0,02	1/0,02 ± 0,01	1/0,02 ± 0,01

* – рост мицелия, балл;

** – вес сухого мицелия в расчете на 100 мл питательной среды

Среди источников азота выявлено, что кукурузный экстракт способствовал наибольшему росту мицелия гриба (3 балла) и максимальной сухой массе (0,31 г) по сравнению с другими вариантами (табл. 4).

Таблица 4

Влияние источников азота на рост штамма-продуцента микробиопрепарата Т-1 *Trichoderma* sp. в условиях стационарного культивирования на жидкой среде Чапека при температуре 25°С

г. Краснодар, ВНИИМК, 2019 г.

Штамм	Рост мицелия, балл*/вес сухого мицелия, г**			
	источник азота			
	тиомочевина	NH ₄ NO ₃	NH ₄ Cl	кукурузный экстракт
T-1 <i>Trichoderma</i> sp.	1/0,06 ± 0,02	2/0,27 ± 0,09	2/0,18 ± 0,03	3/0,31 ± 0,02

* – рост мицелия, балл;

** – вес сухого мицелия в расчете на 100 мл питательной среды

Определение оптимальных жидких питательных сред для штамма Т-1 *Trichoderma* sp.

Определены оптимальные жидкие питательные среды сложного состава для

стационарного культивирования штамма T-1 *Trichoderma* sp. Испытаны среды Рудакова, Чапека, Викерхема и № 1, содержащие углеводы и соединения азота, фосфора, калия и магния, а также микроэлементы в разном соотношении (табл. 5).

Таблица 5

Влияние жидких питательных сред и срока стационарного культивирования на рост штамма-продуцента микробиопрепарата T-1 *Trichoderma* sp. при температуре 25 °C

г. Краснодар, ВНИИМК, 2020 г.

Штамм	Рост мицелия, балл*, через 3, 5, 10 суток**			
	питательная среда			
T-1 <i>Trichoderma</i> sp.	Чапека	Рудакова	Викерхема	среда № 1
	0/0/1	2/2/3	1/2/2	2/2/3
	Вес сухого мицелия, г**, через 10 суток			
	0,12 ± 0,03	1,01 ± 0,05	0,60 ± 0,06	0,95 ± 0,06

* – рост мицелия, балл;

** – вес сухого мицелия в расчете на 100 мл питательной среды

Установлено, что максимальный рост мицелиальной плёнки со спороношением гриба обеспечивают среды Рудакова и № 1. Уже через трое суток культивирования на этих средах отмечена сплошная тонкая мицелиальная пленка со спороношением, тогда как на среде Чапека мицелий только обрастал посевной блок в глубине среды. Через 10 суток выращивания на средах Рудакова и № 1 образовались сплошные толстые мицелиальные плёнки со спороношением, на среде Викерхема – сплошная тонкая мицелиальная плёнка со спороношением, а на среде Чапека – отдельные колонии, которые не срослись между собой и не образовали сплошную мицелиальную плёнку. Масса сухого мицелия через 10 суток культивирования была максимальной на среде Рудакова.

Определен оптимальный срок поверхностного культивирования и объём посевной суспензии грибного штамма-продуцента микробиопрепарата T-1 *Trichoderma* sp. на жидкой питательной среде Рудакова (табл. 6).

Таблица 6

Влияние срока поверхностного культивирования и объёма посевной суспензии грибного штамма-продуцента T-1 *Trichoderma* sp. на массу и титр лабораторного образца микробиопрепарата в препаративной форме «смачивающийся порошок»

г. Краснодар, ВНИИМК, 2020 г.

Вариант	Объём посевной суспензии, %	Срок поверхностного культивирования, сутки					
		10		15		20	
		Масса СП*, г	Титр, КОЕ**/г	Масса СП, г	Титр, КОЕ/г	Масса СП, г	Титр, КОЕ/г
T-1 <i>Trichoderma</i> sp.	2,0	6,35 ± 0,08	3,8 × 10 ¹⁰	7,41 ± 0,03	3,0 × 10 ¹⁰	8,51 ± 0,03	5,5 × 10 ¹⁰
	4,0	6,43 ± 0,03	2,9 × 10 ¹⁰	7,68 ± 0,07	2,7 × 10 ¹⁰	8,85 ± 0,05	5,3 × 10 ¹⁰

* СП – микробиопрепарат в препаративной форме «смачивающийся порошок»;

** – КОЕ – колониеобразующих единиц

Установлено, что с увеличением срока поверхностного культивирования грибного штамма-продуцента на жидкой питательной среде, с 10 до 20 суток масса СП увеличивалась незначительно и составляла соответственно 6,43; 7,68 и 8,85 г на 500 мл питательной среды, с влажностью 6,0–6,9 %.

Увеличение объёма посевной культуры к питательной среде с 2,0 до 4,0 % также значительно не повышало выхода СП, который составил 6,35 и 6,43 г; 7,41 и 7,68 г; 8,51 и 8,85 г соответственно через 10, 15 и 20 суток культивирования. Титр опытных образцов СП микробиопрепарата не зависел от сроков культивирования штамма-продуцента и был одного порядка во всех вариантах выращивания (2,7–5,5 × 10¹⁰ КОЕ/г).

Таким образом, оптимальный срок поверхностного культивирования грибного штамма T-1 *Trichoderma* sp. на жидкой питательной среде Рудакова составил 10 суток, а оптимальный объём посевной культуры к питательной среде – 2,0 %.

Выводы. Максимальный рост колоний штамма T-1 *Trichoderma* sp. с массовым спороношением через 10 суток культивирования при температуре 25 °C отмечен на агаризированной питательной среде Рудакова.

Наиболее благоприятным для роста мицелия и спороношения является стационарное выращивание штамма Т-1 *Trichoderma* sp. на жидкой среде Рудакова в диапазоне температуры 25–30 °С, при рН среды от 3 до 6.

Из источников углеродного питания максимальный рост штамма Т-1 *Trichoderma* sp. и увеличение его сухой массы обеспечило введение в жидкую питательную среду Чапека крахмала и глюкозы.

Из источников азота штамм Т-1 *Trichoderma* sp. лучше всего ассимилировал кукурузный экстракт.

Для стационарного культивирования штамма-продуцента микробиопрепарата Т-1 *Trichoderma* sp. установлены оптимальными питательные среды Рудакова и № 1.

Оптимальный срок поверхностного культивирования грибного штамма Т-1 *Trichoderma* sp. на жидкой питательной среде Рудакова составил 10 суток, а оптимальный объём посевной культуры к питательной среде – 2,0 %.

Список литературы

1. Курилова Д.А., Бушнев А.С., Подлесный С.П. Пораженность масличного льна фузариозом в зависимости от приемов возделывания в условиях центральной зоны Краснодарского края // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2017. – Вып. 2 (174). – С. 112–119.
2. Семеренко С.А., Курилова Д.А. Инкрустация семян льна масличного как способ защиты всходов от вредных организмов в условиях центральной зоны Краснодарского края // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2017. – Вып. 4 (172). – С. 125–133.
3. Курилова Д.А., Семеренко С.А. Защита посевов масличного льна от фузариоза в условиях центральной зоны Краснодарского края // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2018. – Вып. 4 (176). – С. 167–171.
4. Маслиенко Л.В., Воронкова А.Х., Даченко Л.А., Ефимцева Е.А. Первичный скрининг штаммов антагонистов из коллекции лаборатории биометода ВНИИМК к возбудителю фузариоза льна масличного // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2019. – Вып. 3 (179). – С. 92–99.
5. Маслиенко Л.В., Воронкова А.Х., Даченко Л.А., Ефимцева Е.А. Первичный скрининг штаммов антагонистов к возбудителю фузариоза льна масличного // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3 (780). – С. 91–98.
6. Маслиенко Л.В., Воронкова А.Х., Даченко 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.
7. Маслиенко Л.В., Воронкова А.Х., Шипиловская Е.Ю. Биологические особенности штамма-продуцента микробиопрепарата Т-2 *Trichoderma* sp. – антагониста возбудителя ложной мучнистой росы подсолнечника // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2017. – Вып. 2 (170). – С. 81–87.
8. Маслиенко Л.В., Воронкова А.Х., Шипиловская Е.Ю. Элементы лабораторного регламента производства микробиопрепаратов в препаративной форме «смачивающийся порошок» на основе грибов-антагонистов из рода *Trichoderma* при поверхностном культивировании на жидких питательных средах // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2018. – Вып. 1 (173). – С. 82–86.
9. Наумов Н.А. Методы микологических и фитопатологических исследований. – Л.: Сельхозиздат, 1937. – 272 с.
10. Хохряков М.К. Методические указания по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов. – Л.: Изд-во ВАСХНИЛ, 1969. – 65 с.
11. Билай В.И. Фузариозы. – Киев: Наукова думка, 1982. – 441 с.
12. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. – М.: Колос, 1974. – 273 с.

13. Рудаков О.Л. Микофильные грибы, их биология и практическое значение. – М.: Наука, 1981. – 160 с.

14. ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. – М.: Стандарт информ, 2019.

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

References

1. Kurilova D.A., Bushnev A.S., Podlesnyy S.P. Porazhennost' maslichnogo l'na fuzariozom v zavisimosti ot priemov vozdeystviya v usloviyakh tsentral'noy zony Krasnodarskogo kraya // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2017. – Vyp. 2 (174). – S. 112–119.

2. Semerenko S.A., Kurilova D.A. Inkrustatsiya semyan l'na maslichnogo kak sposob zashchity vskhodov ot vrednykh organizmov v usloviyakh tsentral'noy zony Krasnodarskogo kraya // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2017. – Vyp. 4 (172). – S. 125–133.

3. Kurilova D.A., Semerenko S.A. Zashchita posevov maslichnogo l'na ot fuzarioza v usloviyakh tsentral'noy zony Krasnodarskogo kraya // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2018. – Vyp. 4 (176). – S. 167–171.

4. Masliencko L.V., Voronkova A.Kh., Datsenko L.A., Efimtseva E.A. Pervichnyy skringing shtammov antagonistov iz kolleksii laboratorii biometoda VNIIMK k vozbuditelyu fuzarioza l'na maslichnogo // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2019. – Vyp. 3 (179). – S. 92–99.

5. Masliencko L.V., Voronkova A.Kh., Datsenko L.A., Efimtseva E.A. Pervichnyy skringing shtammov antagonistov k vozbuditelyu fuzarioza l'na maslichnogo // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – No 3 (780). – S. 91–98.

6. Masliencko 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. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2019. – Vyp. 4 (180). – S. 128–132.

7. Masliencko L.V., Voronkova A.Kh., Shipievskaya E.Yu. Biologicheskie osobennosti shtamma-produtsenta mikrobiopreparata T-2 Trichoderma sp. – antagonist vozbuditelya lozhnoy muchnistoy rosy podsolnechnika // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2017. – Vyp. 2 (170). – S. 81–87.

8. Masliencko L.V., Voronkova A.Kh., Shipievskaya E.Yu. Elementy laboratornogo reglamenta proizvodstva mikrobiopreparatov v preparativnoy forme «smachivayushchiysya poroshok» na osnove gribov-antagonistov iz roda Trichoderma pri poverkhnostnom kul'tivirovanii na zhidkikh pitatel'nykh sredakh // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2018. – Vyp. 1 (173). – S. 82–86.

9. Naumov N.A. Metody mikologicheskikh i fitopatologicheskikh issledovaniy. – L.: Sel'khozizdat, 1937. – 272 s.

10. Khokhryakov M.K. Metodicheskie ukazaniya po eksperimental'nomu izucheniyu fitopatogennykh gribov. – L.: Izd-vo VASKhNIL, 1969. – 65 s.

11. Bilay V.I. Fuzarii. – Kiev: Naukova dumka, 1982. – 441 s.

12. Pausheva Z.P. Praktikum po tsitologii rasteniy. – M.: Kolos, 1974. – 273 s.

13. Rudakov O.L. Mikofil'nye griby, ikh biologiya i prakticheskoe znachenie. – M.: Nauka, 1981. – 160 s.

14. GOST 5180-2015 Grunty. Metody laboratornogo opredeleniya fizicheskikh kharakteristik. – M.: Standart inform, 2019.

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

Получено: 11.08.2020 Принято: 05.10.2020

Received: 11.08.2020 Accepted: 05.10.2020