

Агрехимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

Научная статья

УДК 633.854.78:632.937

DOI: 10.25230/2412-608X-2024-1-197-101-107

Физиологические свойства перспективного грибного штамма антагониста возбудителя сухой гнили подсолнечника T-5 *Trichoderma* sp.

Любовь Анатольевна Дейнега
Любовь Васильевна Маслиенко
Евгения Алексеевна Ефимцева

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17
biometod@vniimk.ru

Аннотация. Сухая гниль – одна из наиболее распространенных и вредоносных болезней подсолнечника в последние годы. Ввиду нарастающей востребованности экологически безопасного производства сельскохозяйственной продукции, повышается спрос на конкурентоспособные микробиопрепараты. В лаборатории биометода агро-технологического отдела ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК с 2020 г. проводятся исследования по разработке экологически безопасных микробиопрепаратов полифункционального типа действия против возбудителя сухой гнили подсолнечника *Rhizopus oryzae* Went & Prins. Geerl. С целью разработки элементов технологического регламента производства микробиопрепарата в препаративной форме смачивающийся порошок на основе выделенного в результате ступенчатого скрининга перспективного штамма антагониста возбудителя сухой гнили T-5 *Trichoderma* sp. были изучены его физиологические свойства при стационарном культивировании на жидких питательных средах. Оптимальными условиями для поверхностного выращивания гриба T-5 *Trichoderma* sp. на жидкой питательной среде определены: температура +25 °С; реакция среды кислая (рН 3); источник углерода – глюкоза и крахмал; источник азотного питания – кукурузный экстракт. Лучшими сложными жидкими питательными средами установлены Рудакова и № 1.

Ключевые слова: сухая гниль подсолнечника, антагонист, T-5 *Trichoderma* sp., стационарное культивирование, физиологические признаки, сложные жидкие питательные среды, микробиопрепарат

Для цитирования: Дейнега Л.А., Маслиенко Л.В., Ефимцева Е.А. Физиологические свойства перспективного грибного штамма антагониста возбудителя сухой гнили подсолнечника T-5 *Trichoderma* sp. // Масличные культуры. 2024. Вып. 1 (197). С. 101–107.

UDC 633.854.78:632.937

Physiological qualities of a promising fungal strain T-5 *Trichoderma* sp. – an antagonist of a dry rot pathogen on sunflower

Deynega L.A., junior researcher, post-graduate student
Maslienko L.V., head of the lab., chief researcher, doctor of biology
Efimtseva E.A., junior researcher, post-graduate student

V.S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil Crops
17 Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia
biometod@vniimk.ru

Abstract. Dry rot is one of the most dangerous and wide spreading disease on sunflower in last years. Due to the growing demand for environmentally friendly production of agricultural products, the demand for competitive microbiological products is increasing. Since 2020, there are studied and developed environmentally friendly microbiological preparations of a multifunctional type of action against the dry rot pathogen on sunflower *Rhizopus oryzae* Went & Prins. Geerl. at the V.S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil Crops. The physiological qualities of a promising antagonist strain of the dry rot pathogen T-5 *Trichoderma* sp. isolated as a result of stepwise screening were studied during stationary cultivation on liquid nutrient media in order to develop elements of a technological regimen for the production of a microbiological preparation in a preparative form wettable powder. Optimal conditions for surface cultivation of the fungus T-5 *Trichoderma* sp. on a liquid nutrient medium were determined as following: temperature +25 °C; acidic reaction of the medium (pH 3); glucose and starch as carbon source; source of nitrogen nutrition is corn extract. The media by Rudakova and No. 1 were identified as the best complicated liquid nutrient media.

Key words: dry rot on sunflower, antagonist, T-5 *Trichoderma* sp., stationary cultivation, physiological traits, complicated liquid nutrient media, microbiopreparation

Введение. В последние несколько десятилетий на юге нашей страны в связи с жаркой и сухой погодой летом наблюдается всё большее распространение экономически значимой вредоносной болезни – сухой гнили подсолнечника, возбудителем которой являются грибы рода *Rhizopus* Ehrenb. Заражение происходит спорами в фазе цветения через трубчатые цветки или механические повреждения насекомыми-вредителями на корзинке. Поражая корзинку, возбудитель проникает в семена, из-за чего их ядра приобретают горький вкус. Таким образом, болезнь не только снижает урожай подсолнечника, но и наносит вред посевным и товарным качествам семян [1; 2; 3; 4; 5].

В нашей стране основным методом, который используют для снижения вредоносности сухой гнили подсолнечника, химический [6; 7]. Однако резкое возрастание загрязнения окружающей среды и снижение качества сельскохозяйственной продукции послужили мощным стимулом внедрения биологических средств защиты растений во всех странах мира [8]. В России нет микробиологических препаратов, зарегистрированных для защиты подсолнечника от сухой гнили. Однако за рубежом известны микроорганизмы-антагонисты, используемые в качестве биологического контроля возбудителя мягкой гнили плодово-овощных культур *Rhizopus stolonifer* [9; 10; 11; 12].

В лаборатории биометода агротехнологического отдела ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК в последние годы (2020–2023 гг.) проводятся исследования по разработке экологически безопасных микробиопрепаратов полифункционального типа действия против возбудителя сухой гнили подсолнечника [13; 14; 15]. Для поиска перспективных штаммов-продуцентов микробиопрепаратов нами ранее был проведен ступенчатый скрининг коллекционных грибных и бактериальных штаммов антагонистов к агрессивному изоляту возбудителя сухой гнили подсолнечника *Rhizopus oryzae* Went & Prins. Geerl. В результате чего

были выделены перспективные грибной (Т-5 *Trichoderma* sp.) и бактериальный (5Б-1 *Bacillus subtilis*) штаммы, обладающие антифунгальным действием *in vitro*, защитным и колонизирующим эффектом на фоне искусственного заражения патогеном, а также ростостимулирующей активностью к культуре подсолнечника.

Основной стадией любого микробиологического производства является производственное культивирование соответствующего микроорганизма, проводимое либо с целью увеличения микробной биомассы, либо для получения продуктов метаболизма микроорганизмов [16]. Для разработки элементов технологического регламента производства микробиопрепарата в препаративной форме смачивающийся порошок (СП) необходимо оптимизировать условия поверхностного выращивания грибного штамма-продуцента на жидких питательных средах.

Целью настоящей работы было изучение физиологических свойств перспективного грибного штамма антагониста возбудителя сухой гнили подсолнечника Т-5 *Trichoderma* sp. при стационарном культивировании на жидкой питательной среде и подбор сложных жидких питательных сред для его выращивания.

Материалы и методы. Научные исследования проводили в лаборатории биометода агротехнологического отдела ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК в 2023 г. Объектом исследований служил выделенный в результате ступенчатого скрининга грибной штамм Т-5 *Trichoderma* sp. – антагонист возбудителя сухой гнили подсолнечника *Rhizopus oryzae*.

Изучали физиологические признаки перспективного штамма-продуцента микробиопрепарата при поверхностном выращивании на жидких питательных средах: оптимальная температура (°С), рН среды, источники азотного и углеродного питания и сложные жидкие питательные среды. Стационарное культивирование штамма осуществляли при температуре +25 °С в течение 10 суток в колбах Эр-

ленмейера (250 мл) с объемом питательной среды 100 мл, при этом в каждую колбу высевали одинаковый агаровый блок со штаммом антагонистом.

Определение оптимальных температуры и рН для стационарного выращивания штаммов проводили на жидкой среде Рудакова [17]. Штаммы культивировали при температуре +20, +25, +30 и +35 °С, рН – 3, 6, 8 и 10. При этом необходимую кислотность получали путем добавления в среду лимонной кислоты или щёлочи (NaOH).

Определение оптимальных элементов питания для выращивания перспективных штаммов-продуцентов микробиопрепаратов проводили на жидкой питательной среде Чапека [18]. Источниками азотного питания служили азотнокислый натрий, мочевины, тиомочевина, кукурузный экстракт, азотнокислый и хлористый аммоний, с неизменным источником углеродного питания – глюкозой. Источниками углеродного питания служили крахмал, глюкоза, маннит и сахароза, при этом неизменным компонентом азотного питания был азотнокислый натрий.

Определение оптимальных сложных жидких питательных сред проводили при стационарном культивировании грибного штамма. Испытывали среды: Рудакова, Сабуро, Чапека, Викархема и № 1, содержащие углеводы и в разном соотношении соединения азота, фосфора, калия и магния, а также микроэлементы [19].

По окончании культивирования штамма определяли сухую массу путем высушивания выращенной мицелиальной пленки при температуре +105 °С до постоянного веса. Повторность в каждом опыте трехкратная.

Результаты и обсуждение. Для учета роста грибного штамма-продуцента микробиопрепарата Т-5 *Trichoderma* sp. при стационарном культивировании на жидких питательных средах в процессе выполнения исследований нами была разработана шкала (рис. 1), где:

0 баллов – отсутствие роста или только обрастание посевного блока;

1 балл – рост гриба поверхностный отдельными колониями или обрастание по краю в колбе;

2 балла – тонкая и сплошная мицелиальная плёнка;

3 балла – толстая, сплошная и складчатая мицелиальная плёнка, с частичным оседанием вглубь среды.



Рисунок 1 – Шкала оценки роста грибного штамма Т-5 *Trichoderma* sp. на жидких питательных средах при стационарном культивировании, 2023 г. (ориг.)

При определении оптимальной температуры для стационарного культивирования штамма Т-5 *Trichoderma* sp. было установлено, что наибольший рост (3 балла) и сухая мицелиальная масса (1,13–1,22 г/100 мл среды) определены при +25–30 °С. Менее благоприятной оказалась температура +20 и +35 °С, где рост гриба был менее обильным (2 балла), а сухая мицелиальная масса составила 0,95–0,98 г/100 мл среды (табл. 1).

Таблица 1

Влияние температуры на рост перспективного грибного штамма T-5 *Trichoderma* sp. в условиях стационарного культивирования на жидкой питательной среде Рудакова

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2023 г.

Штамм	Рост гриба, балл/сухая мицелиальная масса, г/100 мл среды			
	температура, °С			
	+20	+25	+30	+35
T-5 <i>Trichoderma</i> sp.	2/0,95 ± 0,06	3/1,13 ± 0,03	3/1,22 ± 0,03	2/0,98 ± 0,03

Следует отметить, что при +30 и +35 °С наблюдалось образование преимущественно белого воздушного мицелия грибного штамма со слабовыраженным конидиальным спороношением по краю в колбе, тогда как при +20 и +25 °С к тому времени на мицелии сформировались типичные многочисленные подушечки спороношения зеленого цвета (рис. 2). Поэтому, несмотря на обильный рост и максимальную сухую мицелиальную массу при температуре +30 °С, оптимальной установлена температура +25 °С.

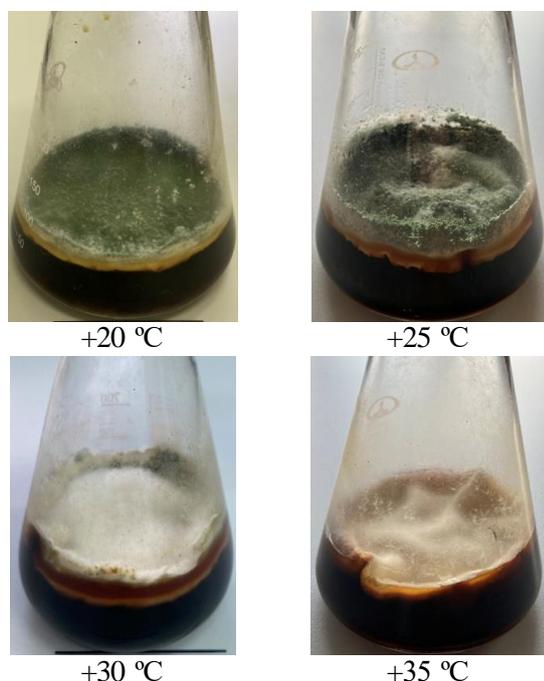


Рисунок 2 – Влияние температуры на рост грибного штамма T-5 *Trichoderma* sp. при стационарном культивировании на жидкой питательной среде Рудакова, 2023 г. (ориг.)

При определении оптимальной кислотности среды при стационарном культивировании штамма T-5 *Trichoderma* sp. лучшей оказалась среда с высокой кислотностью – pH 3, при которой наблюдался поверхностный рост с обильным спороношением гриба (3 балла) и максимальной сухой мицелиальной массой (1,3 г/100 мл среды) (табл. 2).

Таблица 2

Влияние pH среды на рост перспективного грибного штамма T-5 *Trichoderma* sp. в условиях стационарного культивирования на жидкой питательной среде Рудакова

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2023 г.

Штамм	Рост гриба, балл/сухая мицелиальная масса, г/100 мл среды			
	pH среды			
	3	6	8	10
T-5 <i>Trichoderma</i> sp.	3/1,3 ± 0,11	2/0,50 ± 0,05	0/0,06 ± 0,03	0/0,05 ± 0

При понижении кислотности до 6 формировалась тонкая мицелиальная пленка (2 балла), а сухая мицелиальная масса снижалась в 2,6 раз – 0,5 г/100 мл среды. В щелочной среде при pH в диапазоне от 8 до 10 поверхностный рост гриба полностью отсутствовал, а сухая масса соответствовала весу посевного блока. Поэтому оптимальной установлена кислотность среды pH 3.

Для определения оптимальных источников азотного и углеродного питания грибной штамм стационарно выращивали на жидкой синтетической питательной среде Чапека при температуре +25 °С (табл. 3).

Установлено, что лучшими источниками углерода были глюкоза и крахмал, при добавлении которых на среде Чапека штамм T-5 *Trichoderma* sp. формировал соответственно сплошную тонкую поверхностную пленку (2 балла) и рос отдельными колониями (1 балл) при сухой мицелиальной массе 0,34–0,33 г/100 мл среды. В вариантах с добавлением маннита и сахарозы поверхностный рост гриба отсутствовал, а сухая мицелиальная масса в сравнении с глюкозой и крахмалом

снижалась в 2,4–3,7 раза (0,14–0,09 г/100 мл среды).

Таблица 3

Влияние источников углеродного и азотного питания на рост перспективного грибного штамма T-5 *Trichoderma* sp. в условиях стационарного культивирования на жидкой питательной среде Чапека при температуре +25 °С

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2023 г.

Штамм	Рост гриба, балл/сухая мицелиальная масса, г/100 мл среды					
	Источник углеродного питания					
	крахмал	глюкоза	сахароза	маннит		
T-5 <i>Trichoderma</i> sp.	1/0,34 ± 0,02	2/0,33 ± 0,01	0/0,09 ± 0,02	0/0,14 ± 0,06		
	Источник азотного питания					
	хлористый аммоний	мочевина	тиомочевина	кукурузный экстракт	азотнокислый аммоний	азотнокислый натрий
	1/0,20 ± 0	1/0,20 ± 0,01	0/0,07 ± 0	2/0,43 ± 0,03	1/0,20 ± 0,01	2/0,33 ± 0,01

Оптимальным источником азотного питания для грибного штамма определен кукурузный экстракт, при добавлении которого отмечен наилучший поверхностный рост мицелия (2 балла) и наибольшая сухая мицелиальная масса (0,43 г/100 мл среды). Несколько меньшая сухая мицелиальная масса (0,33 г/100 мл среды) при одинаковом поверхностном росте мицелия гриба (2 балла) отмечена в варианте с добавлением в качестве источника азота азотнокислого натрия. При добавлении в среду мочевины, хлористого и азотнокислого аммония наблюдалось слабое развитие поверхностного роста штамма T-5 *Trichoderma* sp. (1 балл), а сухая мицелиальная масса составила 0,20 г/100 мл среды. В варианте с тиомочевинной поверхностный рост мицелия отсутствовал при минимальной сухой мицелиальной массе 0,07 г/100 мл среды.

Подобраны оптимальные сложные жидкие питательные среды для поверхностного выращивания грибного штамма T-5 *Trichoderma* sp. На всех сложных жидких питательных средах (Рудакова, Сабуро, Чапека, Викархема и № 1) гриб формировал хорошо развитый поверхностный мицелий с обильным спороношением (2 и 3 балла) (табл. 4).

Таблица 4

Влияние сложных жидких питательных сред на рост перспективного грибного штамма T-5 *Trichoderma* sp. в условиях стационарного культивирования при температуре +25 °С

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2023 г.

Штамм	Рост гриба, балл/сухая мицелиальная масса, г/100 мл среды				
	сложные жидкие питательные среды				
	Рудакова	Сабуро	№ 1	Чапека	Викархема
T-5 <i>Trichoderma</i> sp.	3/1,29 ± 0,05	2/0,35 ± 0,03	3/1,13 ± 0,01	2/0,33 ± 0,01	3/0,98 ± 0,05

Лучшими средами, на которых гриб сформировал плотный поверхностный мицелий (3 балла) с максимальной сухой мицелиальной массой – 1,29 и 1,13 г/100 мл среды, оказались Рудакова и № 1. Среда Викархема хоть и уступала вышеупомянутым средам, однако превзошла Чапека и Сабуро по развитию поверхностной мицелиальной пленки (3 балла против 2) и сухой мицелиальной массе в 3 раза (0,98 против 0,33 и 0,35 г/100 мл соответственно).

Заключение. Изучены физиологические свойства перспективного грибного штамма антагониста возбудителя сухой гнили подсолнечника T-5 *Trichoderma* sp., а также подобраны оптимальные сложные жидкие питательные среды для стационарного культивирования.

Оптимальной температурой поверхностного культивирования гриба T-5 *Trichoderma* sp. на жидкой питательной среде Рудакова установлена +25 °С; оптимальная реакция среды кислая (рН 3); лучшими источниками углерода установлены глюкоза и крахмал, а источником азотного питания – кукурузный экстракт; лучшими сложными жидкими питательными средами определены Рудакова и № 1.

Список литературы

1. Бородин С.Г., Котлярова И.А., Соснина Ю.М. Грибы рода *Rhizopus* Ehrenb. на подсолнечнике // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2007. – Вып. 2 (137). – С. 55–57.

2. Бородин С.Г., Котлярова И.А., Терещенко Г.А., Соснина Ю.М. Сухая гниль подсолнечника и дополнительные дифференцирующие признаки видов рода *Rhizopus* Erhenb. // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2013. – Вып. 1 (153–154). – С. 124–131.

3. Бородин С.Г., Котлярова И.А. Грибные болезни подсолнечника в Краснодарском крае // Болезни и вредители масличных культур: сб. науч. работ. – Краснодар: ВНИИМК, 2006. – С. 3–10.

4. Иванченко М.Я. Сухая гниль подсолнечника и способы снижения ее вредоносности // Материалы VII Международной конференции. – 1978. – С. 356–358.

5. Котлярова И.А., Хатит А.Б. Влияние возбудителей на качество семян подсолнечника // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2000. – Вып. 123. – С. 32–35.

6. Вошедский Н.Н., Пасько Т.И. Эффективность фунгицидов против сухой гнили подсолнечника // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – № 2. – С. 103–105.

7. Гниль сухая корзинок подсолнечника: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.pesticidy.ru/Гниль_сухая_корзинок_подсолнечника.

8. Азизбеян Р.Р. Биологические препараты для защиты сельскохозяйственных растений (обзор) // Биотехнология. – 2018. – Т. 34. – № 5. – С. 37–47.

9. Bonaterra A., Mari M., Casalini L., Montesinos E. Biological control of *Monilinia laxa* and *Rhizopus stolonifer* in postharvest of stone fruit by *Pantoea agglomerans* EPS125 and putative mechanisms of antagonism // Int. J. Food Microbiol. – 2003. – 84 – P. 93–104. DOI: 10.1016/S0168-1605(02)00403-8.

10. Wang X., Wang J., Jin P., Zheng Y. Investigating the efficacy of *Bacillus subtilis* SM21 on controlling *Rhizopus* rot in peach fruit // Int. J. Food Microbiol. – 2013. – 164. – P. 141–147. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2013.04.010.

11. Batta Y.A. Control of postharvest diseases of fruit with an invert emulsion formulation of *Trichoderma harzianum* Rifai // Postharvest Biol. Technol. – 2007. – 43. – P. 143–150. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2006.07.010.

12. Nunes C., Usall J., Teixidó N., Fons E., Viñas I. Post-harvest biological control by *Pantoea agglomerans* (CPA-2) on Golden Delicious apples // J. Appl. Microbiol. – 2002. – 92. – P. 247–255. DOI: 10.1046/j.1365-2672.2002.01524.x

13. Maslienko L., Datsenko L. and Efimtseva E. Primary screening of fungal antagonist strains from the collection of V.S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil Crops against the sunflower dry rot pathogen *Rhizopus oryzae* // AIP Conference Proceedings. – 2023. – 2777. – Art. No 020013. DOI: 10.1063/5.0140254.

14. Maslienko Lyubov, Datsenko Lyubov and Efimtseva Evgeniya. Primary screening of bacterial antagonist strains to the sunflower dry rot pathogen *Rhizopus oryzae* // AIP Conference Proceedings. – 2023. – 2817. – Art. No 020059. DOI: 10.1063/5.0148452.

15. Дейнега Л.А., Маслиенко Л.В., Ефимцева Е.А. Способность перспективных штаммов антагонистов возбудителя сухой гнили *Rhizopus oryzae* колонизировать растущий корень подсолнечника на фоне искусственного заражения проростков в лабораторных условиях // Мат-лы XI междунар. науч.-практ. конф.: «Защита растений от вредных организмов», 19–23 июня 2023 г. – Краснодар, 2023. – Вып. 11. – С. 117–119.

16. Мосичев М.С., Складнев А.А., Котов В.Б. Общая технология микробиологических производств. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 264 с.

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

18. Скворцова И.Н. Идентификация почвенных бактерий рода *Bacillus*. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. – 26 с.

19. Маслиенко Л.В. Обоснование и разработка микробиологического метода борьбы с болезнями подсолнечника: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Любовь Васильевна Маслиенко. – Краснодар, 2005. – 49 с.

References

1. Borodin S.G., Kotlyarova I.A., Sosnina Yu.M. Griby roda *Rhizopus* Ehrenb. na podsolnechnike // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2007. – Vyp. 2 (137). – S. 55–57.

2. Borodin S.G., Kotlyarova I.A., Tereshchenko G.A., Sosnina Yu.M. Sukhaya gnil' podsolnechnika i dopolnitel'nye differentsiruyushchie priznaki vidov roda *Rhizopus* Erhenb. // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2013. – Vyp. 1 (153–154). – S. 124–131.

3. Borodin S.G., Kotlyarova I.A. Gribnye bolezni podsolnechnika v Krasnodarskom krae // Bolezni i vrediteli maslichnykh kul'tur: sb.

nauch. rabot. – Krasnodar: VNIIMK, 2006. – S. 3–10.

4. Ivanchenko M.Ya. Sukhaya gnil' podsolnechnika i sposoby snizheniya ee vredonosti // *Materialy VII Mezhdunarodnoy konferentsii.* – 1978. – S. 356–358.

5. Kotlyarova I.A., Khatit A.B. Vliyaniye vzbuditeley na kachestvo semyan podsolnechnika // *Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK.* – 2000. – Vyp. 123. – S. 32–35.

6. Voshedskiy N.N., Pas'ko T.I. Effektivnost' fungitsidov protiv sukhoy gnili podsolnechnika // *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk.* – 2018. – № 2. – S. 103–105.

7. Gnil' sukhaya korzinok podsolnechnika: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: https://www.pesticydy.ru/Гниль_сухая_корзинок_подсолнечника.

8. Azizbekyan R.R. Biologicheskie preparaty dlya zashchity sel'skokhozyaystvennykh rasteniy (obzor) // *Biotekhnologiya.* – 2018. – Т. 34. – № 5. – S. 37–47.

9. Bonaterra A., Mari M., Casalini L., Montesinos E. Biological control of *Monilinia laxa* and *Rhizopus stolonifer* in postharvest of stone fruit by *Pantoea agglomerans* EPS125 and putative mechanisms of antagonism // *Int. J. Food Microbiol.* – 2003. – 84 – R. 93–104. DOI: 10.1016/S0168-1605(02)00403-8.

10. Wang X., Wang J., Jin P., Zheng Y. Investigating the efficacy of *Bacillus subtilis* SM21 on controlling *Rhizopus* rot in peach fruit // *Int. J. Food Microbiol.* – 2013. – 164. – P. 141–147. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2013.04.010.

11. Batta Y.A. Control of postharvest diseases of fruit with an invert emulsion formulation of *Trichoderma harzianum* Rifai // *Postharvest Biol. Technol.* – 2007. – 43. – P. 143–150. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2006.07.010.

12. Nunes C., Usall J., Teixidó N., Fons E., Viñas I. Post-harvest biological control by *Pantoea agglomerans* (CPA-2) on Golden Delicious apples // *J. Appl. Microbiol.* – 2002. – 92. – P. 247–255. DOI: 10.1046/j.1365-2672.2002.01524.x.

13. Maslienko L., Datsenko L. and Efimtseva E. Primary screening of fungal antagonist strains from the collection of V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops against the sunflower dry rot pathogen *Rhizopus oryzae* // *AIP Conference Proceedings.* – 2023. – 2777. – Art. No 020013. DOI: 10.1063/5.0140254.

14. Maslienko Lyubov, Datsenko Lyubov and Efimtseva Evgeniya. Primary screening of bacterial antagonist strains to the sunflower dry rot pathogen *Rhizopus oryzae* // *AIP Conference*

Proceedings. – 2023. – 2817. – Art. No 020059. DOI: 10.1063/5.0148452.

15. Deynega L.A., Maslienko L.V., Efimtseva E.A. Sposobnost' perspektivnykh shtammov antagonistov vzbuditeleya sukhoy gnili *Rhizopus oryzae* kolonizirovat' rastushchiy koren' podsolnechnika na fone iskusstvennogo zarazheniya prorstkov v laboratornykh usloviyakh // *Mat-ly XI mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: «Zashchita rasteniy ot vrednykh organizmov»*, 19–23 iyunya 2023 g. – Krasnodar, 2023. – Vyp. 11. – S. 117–119.

16. Mosichev M.S., Skladnev A.A., Kotov V.B. *Obshchaya tekhnologiya mikrobiologicheskikh proizvodstv.* – M.: Legkaya i pishchevaya promyshlennost', 1982. – 264 s.

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

18. Skvortsova I.N. *Identifikatsiya pochvennykh bakteriy roda Bacillus.* – M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1984. – 26 s.

19. 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. – 49 s.

Сведения об авторах

Л.А. Дейнега, мл. науч. сотр., аспирант

Л.В. Маслиенко, зав. лаб., гл. науч. сотр., д-р биол. наук

Е.А. Ефимцева, мл. науч. сотр., аспирант

Получено/Received

22.01.2024

Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed

25.01.2024

Получено после доработки/Manuscript revised

12.02.2024

Принято/Accepted

13.03.2024

Manuscript on-line

30.05.2024