

DOI: 10.5281/zenodo.4986972

УДК 634.23:631.482.165+633.15:632.488.4

РАСШИРЕНИЕ СПЕКТРА ПРИМЕНЕНИЯ БИОФУНГИЦИДА GLIOCLADIN-SC НА ОСНОВЕ ГРИБА *TRICHODERMA* ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЧЕРЕШНИ ОТ МОНИЛИОЗА И КУКУРУЗЫ ОТ ФУЗАРИОЗА

Татьяна ЩЕРБАКОВА, Борис ПЫНЗАРУ

Abstract. Studies were carried out to extend the biofungicide Gliocladin-SC range of action. The results of field studies of the product's biological efficacy in reducing the development of cherry fruit rot and fusarium cob rot of sweet corn are presented. Two treatments of the cherry variety Krupnoplodnyi with 1,0% Gliocladin-SC at the application rate of 8-10 l/ha yielded 91,8% biological efficacy in suppressing the pathogen *Monilia cinerea*. One treatment of the orchard seven days before harvesting resulted in 88,0% efficiency. In the Porumbeni-252 sweet corn hybrid, the effect of pre-sowing seed treatment with the application rate of 1l/t against fusarium rot was determined. Studies were carried out on natural and artificial infection backgrounds. The biological efficacy in reducing the development of fusariosis on the natural and infectious background was 71,9% and 66,7%, respectively.

Key words: *Prunus avium*; *Monilia cinerea*; *Zea mays*; Sweet corn; Fusariosis; Biological fungicide; Biological efficiency.

Реферат. Исследования проводили для расширения спектра действия биофунгицида Gliocladin-SC. Представлены результаты полевых исследований биологической эффективности препарата в снижении развития плодовой гнили черешни и фузариоза сахарной кукурузы. При двух обработках сада черешни сорта Крупноплодный биопрепаратом в концентрации 1,0% с нормой расхода 8-10 л/га, биологическая эффективность в подавлении развития патогена *Monilia cinerea* составила 91,8%. При одной обработке сада за 7 дней до сбора урожая эффективность составила 88,0%. На сахарной кукурузе гибрида Porumbeni-252 определяли влияние обработки семян до посева с нормой расхода 1л/т в подавлении развития фузариозных гнилей. Исследования проводили на естественном и искусственном инфекционном фоне. Биологическая эффективность в снижении развития фузариоза на естественном фоне составила 71,9%, на инфекционном - 66,7%.

Ключевые слова: *Prunus avium*; *Monilia cinerea*; *Zea mays*; Сахарная кукуруза; Фузариоз; Биологический фунгицид; Биологическая эффективность.

ВВЕДЕНИЕ

Многие химические пестициды, как известно, достаточно токсичные вещества. Их применение в защите растений приводит к ряду негативных последствий экологического характера, снижению биологической продуктивности и пищевой ценности сельскохозяйственной продукции (Ганиев, М.М. 2006).

В последнее десятилетие наблюдается тенденция запрета к применению некоторых пестицидов, опасных для полезных насекомых, животных и человека. В 2013 году Европейский Союз запретил использовать три пестицида класса неоникотиноидов для обработки цветущих культур, опыляемых пчелами и протравливания семян (рапс, подсолнечник, кукуруза) после выявления связи между использованием этих инсектицидов и гибелью медоносных и диких пчел (Document 32013R0485, 2013).

Экологическое движение способствует исключению из списков разрешенных пестицидов веществ, не соответствующих регламентам международной безопасности для человека и окружающей среды. В последние годы введено ограничение к применению на территории Евросоюза пестицидов на основе тирама (тетраметилтиурамдисульфид, класс дитиокарбаматы), или ТМТД. Препараты применяются в сельском хозяйстве для предпосевной обработки семян и обработок по вегетации в борьбе с заболеваниями растений. В почве тирам не разрушается в течение нескольких месяцев, а в растениях и почве разлагается до более токсичных и опасных метаболитов: тетраметилмоносульфида и тетраметилтиомочевины (Попов, С.Я. и др. 2003; Астанина, Л. 2014).

Молдова следует введенным ограничениям Евросоюза и из Государственного регистра средств фитосанитарного назначения в настоящее время исключены пестициды на основе тирама такие как ТМТД, SC; Royal FLO 42 SL; Tiramex, SC; Element, FS; Protector, SC; Valseed 200 и др. (Moșoi, V. et al. 2016).

Альтернативой опасным химическим пестицидам могут быть микробиологические препараты, действующие агенты которых являются компонентами природного биоценоза, что объясняет безопасность их применения. Наибольшее практическое применение в биоконтроле болезней растений отводится микромицетам, в том числе роду *Trichoderma* Pers. ex Fr. (Hartman, G.E. 2011). Успех *Trichoderma* обусловлен их высокой репродуктивной способностью, возможностью выживать в неблагоприятных условиях и сильной агрессивностью по отношению к патогенным агентам растений (Contreras-Cornejo, H.A. et al. 2016).

Цель настоящих исследований – расширение спектра применения биопрепарата Gliocladin-SC на основе гриба *Trichoderma* для защиты черешни от монилиоза и сахарной кукурузы от фузариоза.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2013-2015 и 2018 гг в Институте генетики, физиологии и защиты растений Республики Молдова в полевых условиях. Объектом исследований являлся биологический фунгицид Gliocladin-SC, разработанный в лаборатории Фитопатологии и биотехнологии института и внесенный в Государственный регистр средств фитосанитарного назначения Молдовы под номером 08-02-0406 в 2015 году. Препарат предназначен для предпосевной обработки семян сои и подсолнечника от корневых гнилей и для применения на виноградной лозе против серой гнили (возбудитель *Botrytis cinerea* Pers.), (Moșoi, V. et al. 2016). Действующий агент – гриб-антагонист фитопатогенов *Trichoderma virens* Miller, Giddens and Foster, штамм 3X. Для расширения спектра применения биопрепарата в полевых условиях проводили обработки черешни сорта Крупноплодный 1,0%-ой водной суспензией с нормой расхода 8-10 л/га для защиты плодов от монилиоза (возбудитель *Monilia cinerea* Bon., syn. *Monilia laxa* Sacc.). Методом предпосевной обработки семян препарат тестировали на сахарной кукурузе гибрида Polumbeni-252 с нормой расхода 1,0 л/т.

Исследования на кукурузе проводили на естественном и искусственном инфекционных фонах. Инфекционный фон создавали инфицированием семян патогеном *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg (syn. *F.moniliforme* J. Sheld), преобладающем на кукурузе. Инфекционный материал получали культивированием возбудителя заболевания на зерновом субстрате, высушиванием и приготовлением патогенной водной суспензии с титром 1×10^5 спор/мл для заражения семян. За сутки до посева инфицированный материал обрабатывали биопрепаратом. Площадь опытного участка составляла 600,0 м², в опыте два фона по три варианта: 1) контроль без обработки, 2) обработка семян химическим эталоном *Vitavax* 200 FF, 2,5 кг/т, 3) обработка семян биопрепаратом Gliocladin-SC, 1л/т. В каждом варианте по три повторности. Учеты высоты растений, длины и сырой массы початков, биологической эффективности препаратов в снижении развития фузариозной гнили проводили в фазу молочной спелости накануне уборки урожая.

Статистическую обработку полученных результатов проводили методом однофакторного дисперсионного анализа с использованием компьютерной программы на платформе ABC Pascal.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В ранее проведенных исследованиях спектра фунгицидного действия биопрепарата Gliocladin-SC в отношении возбудителей заболеваний сельскохозяйственных культур, было определено 18 патогенных агентов, чувствительных к биопрепарату. К их числу относятся *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary., возбудитель белой гнили многих культур; возбудители фузариозных комплексов корневых гнилей: *Fusarium oxysporum* Schl., *F.culmorum* Sacc, *F.graminearum* Shwabe., *F.verticillioides* (Sacc.) Nirenberg (syn. *F.moniliforme* J. Sheld), *F.solani* Ap. et Woll, *F.sporotrichioides* Sherb., *F.gibbosum* App. et Woll.; изоляты *Fusarium* sp., выделенные из кукурузы. Чувствительными к препарату являются патогены, выделенные из капусты – *Rhizoctonia solani* Kuhn., *Thielaviopsis basicola* (Berk. and Broome) Ferraris, *Fusarium* sp.; из ягод винограда – *Botrytis cinerea* Pers. из плодов черешни – *Monilia cinerea* Bonod.; из плодов айвы – *Monilia fructigena* (Pers.) Pers. (Щербакова, 2019). Можно утверждать, что биопрепарат Gliocladin-SC обладает широким спектром фунгицидного действия, и его необходимо тестировать в полевых условиях как агента биоконтроля указанных возбудителей болезней растений.

Применение биопрепарата Gliocladin-SC в черешневом саду.

В 2013-2015 годах проводили исследования по определению эффективности биопрепарата Gliocladin-SC в защите плодов черешни сорта Крупноплодный от монилиоза (серая плодовая гниль, возбудитель *Monilia cinerea*).

Погодные условия вегетационных периодов 2013-2014гг характеризовались повышенным количеством выпавших осадков и пониженными температурами, что способствовало развитию серой плодовой гнили. Сумма осадков в мае 2013 г составила 104% от нормы, в июне – 108%, причем большее количество осадков пришлось на конец мая – начало июня в период созревания плодов черешни. Сумма осадков в мае 2014 г составила 86 мм, или 179% от нормы при среднемесячной температуре 16,8⁰C. В июне этот показатель был ниже нормы на 0,4⁰C. В 2015 году благоприятных погодных условий для развития монилиоза плодов черешни не было (Pogoda i klimat).

В 2013 году при одной обработке сада за три недели до сбора урожая количество пораженных плодов составило 28,3%. В варианте при двукратной обработке – первая за три недели, вторая за семь дней до уборки, пораженных плодов было 4,6% от количества в пробе. В контроле развитие болезни достигло 56%.

Биологическая эффективность биопрепарата Gliocladin-SC в сдерживании развития монилиоза плодов черешни при одной обработке за три недели до уборки составила 49,5%. При двух обработках – первая за 3 недели, вторая за 7 дней до сбора урожая, эффективность составила 91,8% (табл. 1).

В результате избыточного количества осадков происходило растрескивание плодов, однако в опытных вариантах в местах повреждений болезнь не развивалась.

Таблица 1. Биологическая эффективность биопрепарата Gliocladin-SC в сдерживании развития плодовой гнили в 2013 г

№	Вариант	Развитие болезни, %	Биологическая эффективность, %
1	Контроль (без обработки)	56	-
2	Одна обработка за 3 недели до сбора урожая	28,3	49,5
3	Две обработки, первая – за 3 недели, вторая – за 7 дней до уборки урожая	4,6	91,8
НСР _{0,05}		4,1	5,3

В 2014 году в вариантах проводили по одной обработке – за 15 дней и за 7 дней до уборки урожая. По итогам учетов было определено, что при одной обработке за 15 дней развитие болезни составило 13,1%, при обработке за 7 дней этот показатель составил 3,6%, в контроле без обработок развитие болезни достигло 30,1% (табл. 2).

Биологическая эффективность препарата Gliocladin-SC в погодных условиях 2014 года при одной обработке за 15 дней составила 56,5%, при одной обработке за 7 дней – 88,0%.

В результате проведенных исследований установлено, что биофунгицид Gliocladin-SC в полевых условиях сдерживает развитие монилиоза плодов черешни и наиболее эффективной является двукратная обработка сада 1,0%-ой концентрацией, эффективность которой составила 91,8%. Приемлемым вариантом является обработка сада за 7 дней до сбора урожая с эффективностью биопрепарата 88,0% (Щербакова, Т. и др. 2015).

Таблица 2. Биологическая эффективность биопрепарата Gliocladin-SC в сдерживании развития плодовой гнили в 2014 г

№	Вариант	Развитие болезни, %	Биологическая эффективность, %
1	Контроль (без обработки)	30,1	-
2	Обработка за 15 дней до уборки	13,1	56,5
3	Обработка за 7 дней до уборки урожая	3,6	88,0
	НСР _{0,05}	3,0	10,2

Применение биопрепарата Gliocladin-SC на сахарной кукурузе.

В 2018 году проводили полевые эксперименты на сахарной кукурузе, где определяли влияние предпосевной обработки семян биофунгицидом на снижение степени воздействия фузариозной инфекционной нагрузки на растения на естественном и искусственном инфекционных фонах. Закладку полевого опыта проводили в начале мая с нормой высева 50-55 тысяч растений на гектар. Начало вегетационного периода 2018 года характеризовалось повышенными температурами и острым дефицитом осадков: 3 мм (8% от нормы) выпавших осадков в апреле и 18 мм (36% от нормы) в мае стали причиной запоздалых и неравномерных всходов. Дефицит осадков с максимальными показателями температур 30-32°C продолжался до середины третьей декады июня, что сильно сдерживало как развитие посевов, так и развитие фузариозных гнилей на искусственном инфекционном фоне. Осадки в конце июня 152 мм (231% от нормы) и их равномерное распределение в июле – 121 мм (185% от нормы) положительно повлияли на развитие растений (Pogoda i klimat).

Учеты развития корневых гнилей в фазе 4-5 листьев не выявили значительного поражения: этот показатель составил 1,5-4,5% на естественном фоне и 2,5-6,5% на инфекционном, учитывая засушливость начала вегетационного периода (табл. 3).

Учеты высоты растений, длины и массы початков проводили перед уборкой урожая сахарной кукурузы в фазу молочной спелости. Высота растений является важным параметром, а неблагоприятные факторы среды и инфекционная нагрузка оказывают непосредственное влияние на этот показатель. В наших экспериментах высота растений в вариантах с предпосевной обработкой семян биопрепаратом Gliocladin-SC характеризовалась более высокими показателями на обоих фонах, чем в контроле. На естественном фоне под действием Gliocladin-SC увеличение высоты составило 7,0%, по сравнению с контролем, при обработке семян химическим эталоном растения были выше на 5,0%. На инфекционном фоне растения были ниже, чем на естественном, но по отношению к контролю биопрепарат существенно повлиял на этот параметр. В варианте Gliocladin-SC растения были выше на 9,8%, в химическом эталоне – на 5,8%, по сравнению с контролем (табл. 3).

Таблица 3. Влияние биопрепаратов на параметры развития растений кукурузы гибрида *Pogimbeni-252* и биологическую эффективность

Вариант	Развитие корневых гнилей в фазу 4-5 листьев, %	Высота растений, см	Длина початка, см	Масса початка, г	Развитие фузариоза початка, %	Биологическая эффективность, %
Естественный инфекционный фон						
Контроль	4,5	188,1	18,4	226,0	21,0	-
<i>Vitavax</i> 200 FF	1,5	197,5	18,6	271,3	6,1	70,9
Gliocladin-SC		201,2	19,7	292,7	5,9	71,9
2,0						
HCP _{0,05}	1,2	8,1	1,2	56,9	2,1	
Искусственный инфекционный фон						
Контроль	6,5	176,2	16,7	211,3	28,5	-
<i>Vitavax</i> 200 FF	2,5	186,4	18,0	242,7	9,3	67,4
Gliocladin-SC		193,4	18,7	269,4	9,5	66,7
HCP _{0,05}		11,2	1,8	51,2	2,5	

Длина початка на естественном фоне под действием биопрепарата Gliocladin-SC превышала контроль на 7,1%, химический эталон *Vitavax* 200 FF увеличивал этот показатель на 1,1%. На инфекционном фоне початки были короче, но влияние препаратов было сильнее: в варианте Gliocladin-SC початки были длиннее на 12,0%, в химическом эталоне – на 7,8% (табл. 3).

Сырая масса початка на естественном фоне при использовании биопрепарата Gliocladin-SC была больше на 29,5%, в химическом эталоне – на 20,0%; на инфекционном фоне биопрепарат Gliocladin-SC увеличивал этот параметр на 27,5%, а химический эталон на 14,9%, по сравнению с контролем (табл. 3).

Биологическую эффективность препаратов определяли по фузариозному поражению початков, выявляли среднее число пораженных початков в варианте и среднее число пораженных зерен в початке. На естественном фоне в контроле развитие болезни составило 21,0%, при обработке семян биопрепаратом Gliocladin-SC развитие болезни снизилось до 5,9%, биологическая эффективность составила 71,9%. Эффективность химического эталона Vitavax 200 FF была на уровне 70,9% при развитии болезни 6,1%.

На инфекционном фоне развитие заболевания было выше во всех вариантах, а в контроле этот показатель достиг 28,5%. Биологическая эффективность биофунгицида составила 66,7%, химического эталона – 67,4% в погодных условиях 2018 года (табл. 3).

ВЫВОДЫ

Широкий спектр фунгицидного действия биопрепарата Gliocladin-SC, выявленный в лабораторных опытах, находит подтверждение в полевых испытаниях на плодовых и полевых культурах. В результате проведенных исследований установлено, что для защиты плодов черешни от серой плодовой гнили (монилиоза), наиболее эффективной является двукратная обработка сада 1%-ой концентрацией биопрепарата Gliocladin-SC, с нормой расхода 8-10 л/га, эффективность которой составила 91,8%. Оптимальным вариантом является одна обработка сада за 7 дней до сбора урожая с эффективностью 88,0%.

Для защиты кукурузы от фузариоза рекомендуется предпосевная обработка семян биопрепаратом Gliocladin-SC при норме расхода 1,0 л/т. Биопрепарат оказывает влияние на увеличение всех параметров роста растений. На естественном фоне отмечено увеличение высоты растений на 7,0%, длины початка на 7,1%, сырой массы початка в фазу молочной спелости на 29,5%, по сравнению с контролем. На инфекционном фоне параметры были ниже, но влияние биопрепарата было существеннее. Высота растений была больше на 9,8%, длина початка на 12,0%, сырая масса початка на 27,5%, по сравнению с контролем. Биологическая эффективность биопрепарата в снижении развития фузариозных гнилей кукурузы на естественном фоне составила 71,9%, на инфекционном – 66,7%.

Биофунгицид Gliocladin-SC можно с уверенностью рекомендовать для защиты плодовых культур от монилиоза и сахарной кукурузы от фузариоза в экологическом земледелии.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при финансовой поддержке государственной программы 2020-2023 „Sinergismul dintre factorii naturali și mijloacele microbiologice, ecologic inofensive, de reglare a densității populațiilor de organisme dăunătoare pentru protecția culturilor agricole în agricultura convențională și ecologică”, nr. 20.80009.7007.16.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. CONTRERAS-CORNEJO, H.A. et al. (2016). Ecological function of *Trichoderma* sp. and their secondary metabolites in the rhizosphere: interaction with plant. In: FEMS Microbiology Ecology, vol. 92, no. 4, с. 1-17. ISSN 1574-6941.
2. DOCUMENT 32013R0485. Commission Implementing Regulation (EU), no. 485/2013. [дата обращения 20.03.2021]. Доступ: https://eurlex.europa.eu/eli/reg_impl/2013/485/oj
3. HARMAN, G.E. (2011). Multifunctional fungal plant symbionts: new tools to enhance plant growth and productivity. In: New Phytologist, vol. 189, nr. 3, pp. 647-649. ISSN 0028-646X.
4. MOȘOI, V. et al. (2016). Registrul de Stat al produselor de uz fitosanitar și al fertilizantilor, permise pentru utilizare în RM. Chișinău. 424 p. ISBN 978-9975-56-306-2.
5. АСТАНИНА, Л., ДЫЛЕВСКАЯ, С. (2014). Особо опасные пестициды: Цель 2020 «Будущее без токсичных веществ!». Казахстан, 41 с.
6. ГАНИЕВ, М.М., НЕДОРЕЗКОВ, В.Д. (2006). Химические средства защиты растений. Москва: КолосС, 248 с. ISBN 5-9532-0368-3.
7. ПОГОДА и климат, © 2004-2021. [дата обращения 10.03.2021]. Доступ: <http://www.pogodaiklimat.ru/archive.php>

8. ПОПОВ, С.Я., ДОРОЖКИНА, Л.А., КАЛИНИН, В.А. (2003) Основы химической защиты растений. Москва: Арт-Лион, 208 с. ISBN 5-9900220-1-8.
9. ЩЕРБАКОВА, Т. (2020). Спектр антифунгального действия биопрепарата на основе *Trichoderma virens* Miller, Giddens and Foster на патогены сельскохозяйственных культур. In: Știința agricolă, nr. 1, pp. 84-88. ISSN 2587-3202.
10. ЩЕРБАКОВА, Т.И., БОУБЭТРЫН, И.Н., ПЫНЗАРУ, Б.В. (2015). Биопрепарат Gliocladin-SC для защиты плодов черешни от монилиоза. В: Материалы докладов Международного симпозиума «Защита растений – результаты и перспективы», Кишинев, 27-28 октяб. 2015, с. 298-301. ISBN 978-9975-56-266-9.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ЩЕРБАКОВА Татьяна Игнатьевна  <https://orcid.org/0000-0002-2632-325X>

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, лаборатория Фитопатологии и биотехнологии, Институт Генетики, Физиологии и Защиты растений, Республика Молдова

E-mail: tscerb@gmail.com

ПЫНЗАРУ Борис Васильевич  <https://orcid.org/0000-0002-7323-4770>

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, лаборатория Фитопатологии и биотехнологии, Институт Генетики, Физиологии и Защиты растений, Республика Молдова

E-mail: borispinzaru@mail.ru

Data prezentării articolului: 30.03.2021

Data acceptării articolului: 02.05.2021