

17. Программа мероприятий по сохранению и повышению плодородия почв в Республике Беларусь на 2011–2015 гг. / В. Г. Гусаков [и др.]; НАН Беларуси, МСХП РБ, Госкомимущество, Ин-т почвоведения и агрохимии; под ред. В. Г. Гусакова. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2010. – 106 с.
18. Савич, В. И. Градиент физических полей и свойств почв как фактор плодородия / В. И. Савич, Д. Н. Никиточкин, Д. С. Скрябина // Агрохимический вестник. – 2013. – № 5. – С. 16-18.
19. Савич, В. И. Физико-химические основы плодородия почв / В. И. Савич. – М.: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2013. – 431 с.
20. Савич, В. И. Поглощительная способность корневых систем как фактор корректировки моделей плодородия почв / В. И. Савич, Д. Н. Никиточкин, Г. В. Богомедова // Плодородие. – 2013. – № 3. – С. 20-22.
21. Третьяк, К. Д. Черешня / К. Д. Третьяк, В. П. Логвинов, В. М. Азарова. – Киев: Урожай, 1977. – 92 с.
22. Федоров, А. В. Косточковые культуры: учебное пособие / А. В. Федоров, Л. А. Несмелова, А. В. Никитина. – Ижевск: УдГАУ, 2022. – 120 с.
23. Юшков, А. Н. Селекция плодовых растений на устойчивость к абиотическим стрессорам / А. Н. Юшков. – Мичуринск: Федеральный научный центр им. И. В. Мичурина, 2019. – 332 с.
24. Плодоводство: учебное пособие для вузов / Н. П. Кривко [и др.]. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: 2024. – 416 с.
25. Земледелие: учебник для вузов / Н. С. Матюк [и др.]. — 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 268 с.
26. Никифоров, М. И. Земледелие: учебное пособие / М. И. Никифоров, И. Н. Белоус, В. М. Никифоров. – Брянск: Брянский ГАУ, 2018. – 190 с.
27. Ермоленков, В. В. Земледелие: учебник для студентов агрономических специальностей учреждений, обеспечивающих получение высшего с.-х. образования / В. В. Ермоленков; под ред. В. В. Ермоленкова, В. Н. Прокоповича. – Мн.: ИВЦ Минфина, 2006. – 463 с.

УДК 632.937.14:635.142:631.589.2

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ГРИБОВ РОДА *TRICHODERMA* ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПЕТРУШКИ В УСЛОВИЯХ ПРОТОЧНОЙ ГИДРОПОНИКИ

Д. В. Войтка, А. В. Михнюк

РУП «Институт защиты растений»

аг. Прилуки, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 223011,

аг. Прилуки, ул. Мира, 2; e-mail: belizr@inbox.ru)

Ключевые слова: биопрепараты, *Trichoderma*, петрушка, проточная гидропоника, корневая гниль, эффективность.

Аннотация. Оценена эффективность моно- и многоштаммовых биологических препаратов на основе грибов рода *Trichoderma*. Применение препарата биологического Фунгилекс, Ж на основе штамма *Trichoderma* sp. D-11 и препарата Триходерма-Микопро, ВРП на основе консорциума штаммов *Trichoderma harzianum* и *Trichoderma longibrachiatum* обеспечивает защитный

эффект в контроле корневой гнили. Показано, что применение биоагентов позволяет получить биологическую эффективность до 70,5 % и сохранить 145,3-172,6 г/м² зеленой массы петрушки.

THE EFFECTIVENESS OF BIOLOGICAL PREPARATIONS BASED ON TRICHODERMA GENUS FUNGI IN THE CULTIVATION OF PARSLEY UNDER FLOWING HYDROPONICS CONDITIONS

D. V. Voitka, A. V. Mikhniuk

RUE «Institute of Plant Protection»

Priluki, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 223011, Priluki, 2 Mira sr.; e-mail: belizr@inbox.ru)

Key words: biopreparations, *Trichoderma*, parsley, flowing hydroponic, root rot, effectiveness

Summary. The effectiveness of mono- and multi-strain biological preparations based on *Trichoderma* genus fungi has been evaluated. The use of the biological Fungilex, L preparation based on the *Trichoderma asperellum* D-11 strain and the *Trichoderma-Mycopro* preparation, WSP based on a consortium of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma longibrachiatum* strains provides a protective effect in the control of root rot. It has been shown that the use of bioagents has allowed obtaining biological efficiency of up to 70,5 % and preserving 145,3-172,6 g/m² of green mass of parsley.

(Поступила в редакцию 17.06.2025 г.)

Введение. Круглогодичное обеспечение населения свежей зеленой продукцией является важной социально-экономической задачей. В Беларуси для данной цели в защищенном грунте созданы и продолжают создаваться конвейеры по выращиванию зеленных культур способом проточной гидропоники, имеющей высокую экономическую эффективность и обеспечивающей круглогодичную поставку продукции. Проточная гидропоника – это способ выращивания зеленных культур, при котором питательный раствор минеральных солей непрерывно циркулирует вокруг корней растений, обеспечивая их необходимыми веществами. С одной стороны, данный способ выращивания позволяет получать высокие урожаи при минимальном расходе ресурсов – воды и питательных веществ. С другой стороны, несмотря на соблюдение всех необходимых агротехнических и фитосанитарных мероприятий, учитывая многократность использования питательного раствора в системе циркуляции, существует высокий риск быстрого распространения фитопатогенных микроорганизмов, особенно возбудителей корневой гнили.

Среди зеленных культур, выращиваемых способом проточной гидропоники, значительный сегмент составляет петрушка (*Petroselinum*

crispum Mill. Fuss). Она является важным источником витаминов (про-витамина А, В₁, В₂, К, С, РР), флавоноидов, эфирных масел, клетчатки и, благодаря этому, представляет высокую пищевую ценность [1, 2].

Петрушка, выращиваемая способом проточной гидропоники, показывает повышенную чувствительность к фитосанитарному состоянию субстрата и гидропонного питательного раствора и поражается фитопатогенными микроорганизмами уже на стадии всходов. Значительный ущерб растениям приносит корневая гниль, провоцирующая снижение товарных качеств, снижение пищевой ценности, а при сильном развитии – значительные потери урожая [6, 7]. Известно, что в патогенезе корневой гнили петрушки ведущую роль играют грибы *Fusarium oxysporum*, представители рода *Alternaria*, а также оомицет *Pythium debaryanum* [6].

В связи с коротким вегетационным периодом и непосредственным употреблением свежей зелени в пищу применение химических пестицидов на зеленных культурах запрещено. В связи с этим альтернативой, обеспечивающей контроль фитопатологической ситуации, являются биологические препараты на основе микроорганизмов-антагонистов.

Грибы рода *Trichoderma* при выращивании петрушки стимулируют рост растений, улучшают усвоение питательных веществ, обеспечивают защиту от болезней, повышают питательную ценность зелени [9].

На РУП «Институт защиты растений» разработан препарат биологический Фунгилекс, Ж на основе высокоактивного штамма почвенного гриба-антагониста *Trichoderma* sp. D-11, показывающий высокий защитный эффект при выращивании зеленных культур способом проточной гидропоники [5]. Современные условия сельскохозяйственного производства требуют расширения спектра эффективных биопрепаратов. В связи с этим нами проведена сравнительная оценка эффективности биологических препаратов на основе грибов-антагонистов рода *Trichoderma* – моноштаммового препарата биологического Фунгилекс, Ж и препарата на основе консорциума штаммов – Триходерма-Микропро, ВРП.

Цель работы – оценить биологическую и хозяйственную эффективность биологических препаратов на основе грибов-антагонистов рода *Trichoderma* при выращивании петрушки защищенного грунта в условиях проточной гидропоники.

Материал и методика исследований. Исследования проводили в производственных условиях сельскохозяйственного филиала «Весна-энерго» РУП «ВитебскЭнерго», Витебская область, Полоцкий район,

д. Черноручье-1 на петрушке листовой обыкновенной сорта Листовая, выращиваемой способом проточной гидропоники, в двух ротациях.

Оценивали эффективность следующих биологических препаратов на основе грибов рода *Trichoderma*: Триходерма-Микопро, ВРП (консорциум штаммов *Trichoderma harzianum* и *Trichoderma longibrachiatum* с общим титром не менее 1×10^8 КОЕ/г), ООО «Микопро», Россия и препарата биологического Фунгилекс, Ж (титр не менее 1 млрд жизнеспособных спор/мл (*Trichoderma asperellum* D-11)), РУП «Институт защиты растений», Беларусь.

Технология применения биологических препаратов включала двукратное внесение в субстрат – при приготовлении торфосубстрата перед посевом семян и при выставлении горшочков с растениями на линию проточной гидропоники. Препараты применяли в следующих нормах расхода: Триходерма-Микопро, ВРП – 200 мл/1 л воды/10 л торфосубстрата, 2 мл/50 мл воды/горшочек; препарат биологический Фунгилекс, Ж – 100 мл/1 л воды/10 л торфосубстрата; 1 мл/50 мл воды/горшочек. Контрольный вариант – без использования препаратов.

Сроки применения препаратов в первой ротации – внесение препарата в торфосубстрат перед посевом семян – 15.01.2025, полив рабочей жидкостью непосредственно перед выставлением растений на линию проточной гидропоники – 23.01.2025, во второй ротации – 20.02.2025 и 26.02.2025 соответственно.

Распространенность болезни (процент пораженных растений) рассчитывали по формуле: $P = (n \times 100) : N$, где P – распространенность болезни, %; n – количество больных растений в пробах, экземпляров; N – общее количество растений в пробах, экземпляров.

Развитие болезни вычисляли по формуле: $R = (\sum ab \times 100) : (N \times k)$, где R – развитие болезни, %; ab – произведение числа растений (a) на соответствующий им балл поражения (b); N – количество взятых для учета растений, листьев, плодов, клубней и т. д., экземпляров; k – наивысший балл шкалы, по которой делалась оценка поражения в опыте.

Биологическую эффективность рассчитывали по показателю развития болезни по формуле: $БЭ = (П_k - П_0) \times 100 : П_k$, где $БЭ$ – биологическая эффективность, %; $П_k$ – процент развития в контроле; $П_0$ – процент развития в опытном варианте.

В экспериментах оценивали биометрические показатели растений (длину корня, длину стебля, количество стеблей на одном растении), распространенность и развитие болезней, рассчитывали биологическую эффективность, урожайность согласно общепринятым методикам [3, 4].

Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа, используя пакет статистической обработки данных MS Excel.

Результаты исследований и их обсуждение.

Механизм активности грибов рода *Trichoderma* в аспекте регуляции численности патогенов основывается на снижении уровня развития потенциального инокулюма патогена до заражения, что на зеленых культурах обеспечивается внесением биопрепаратов перед посевом семян в процессе приготовления торфосубстрата, а также воздействием на инфекционный процесс, приводящем к исключению или подавлению возбудителя и снижению развития болезни, что реализуется путем полива растений при выставлении на линию проточной гидропоники.

В результате исследований установлено, что применение препаратов на основе грибов-антагонистов рода *Trichoderma* позволило эффективно сдерживать развитие корневой гнили петрушки листовой обыкновенной. Так, при распространенности болезни в контроле в двух ротациях 90,6-91,1 % при развитии 49,5-50,4 % применение биологических препаратов позволило получить биологическую эффективность 66,7-70,5 % для препарата Триходерма-Микопро, ВРП и 60,7-66,2 % для препарата биологического Фунгилекс, Ж (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние биологических препаратов на основе грибов рода *Trichoderma* на развитие корневой гнили петрушки листовой обыкновенной

Вариант опыта	Р, %		R, %		БЭ, %	
	Ротация		Ротация		Ротация	
	1	2	1	2	1	2
Контроль	91,1	90,6	49,5	50,4	-	-
Триходерма-Микопро, ВРП	49,8	56,4	14,6	16,8	70,5	66,6
Препарат биологический Фунгилекс, Ж	55,7	62,5	16,7	19,8	66,2	60,7

Примечание – Р – распространенность болезни, R – развитие болезни, БЭ – биологическая эффективность

Фитопатологический анализ показал, что доминирующими фитопатогенными микромицетами на корнях петрушки при проведении экспериментальных исследований были грибы рода *Fusarium*. Также отмечено присутствие грибов рода *Alternaria*. Это согласуется с данными исследований по изучению возбудителей корневой гнили петрушки [6].

При оценке биометрических показателей зафиксировано ростостимулирующее действие биологических препаратов. Использование биоагентов способствовало в сравнении с контролем статистически достоверному увеличению длины корня на 2,1-2,2 см, длины стебля на

2,3-2,5 см, показатель «количество стеблей на растении» также превышал контрольный (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние биологических препаратов на основе грибов рода *Trichoderma* на биометрические показатели петрушки листовой обыкновенной

Вариант опыта	Длина корня, см		Длина стебля, см		Количество стеблей на одном растении, шт.	
	Ротация		Ротация		Ротация	
	1	2	1	2	1	2
Контроль	5,2	5,6	15,5	15,8	2,6	2,7
Триходерма-Микопро, ВРП	7,3	7,8	18,0	18,1	3,5	3,5
Препарат биологический Фунгилекс, Ж	7,0	7,5	17,9	17,9	3,4	3,4
НСР ₀₅	0,21	0,15	0,20	0,25	0,05	0,05

По показателю «длина корня» отмечена статистически значимая разница между биологическими препаратами – увеличение показателя составило 71-75 %. Barroso F.M. с соавторами также отмечают значительный стимулирующий эффект на развитие корневой системы петрушки коммерческих штаммов *Trichoderma* spp. [8].

Наличие защитного и ростостимулирующего эффекта у биологических препаратов позволило сохранить 158,3-172,6 г/м² зеленой массы при применении препарата Триходерма-Микопро, ВРП и 145,3-148,6 г/м² при использовании препарата биологического Фунгилекс, Ж, что составило к контролю до 11,6 и 10,0 % соответственно (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние биологических препаратов на основе грибов рода *Trichoderma* на урожайность петрушки листовой обыкновенной

Вариант опыта	Урожайность			
	1 ротация		2 ротация	
	Масса зеленой части, г/м ²	% к контролю	Масса зеленой части, г/м ²	% к контролю
Контроль	1451,6	-	1485,2	-
Триходерма-Микопро, ВРП	1609,9	+10,9	1657,8	+11,6
Препарат биологический Фунгилекс, Ж	1596,9	+10,0	1633,8	+10,0
НСР ₀₅	2,06	-	1,94	

Заключение.

Проведенные исследования подтверждают эффективность использования грибов рода *Trichoderma* в контроле болезней зеленных культур. Установлено, что как моноштаммовый препарат биологический Фунгилекс, Ж, так и препарат на основе консорциума штаммов

грибов-антагонистов рода *Trichoderma* Триходерма-Микопро, ВРП эффективно ограничивают распространенность и развитие корневой гнили петрушки, выращиваемой в защищенном грунте в условиях проточной гидропоники. Использование биопрепаратов позволяет достичь биологической эффективности в защите культуры на уровне 60,7-70,5 %. Защитное действие наряду с ростостимулирующим эффектом обеспечило сохранение до 11,6 % урожая зеленой массы зелени петрушки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биохимическая характеристика сортов петрушки различных разновидностей (*Petroselinum crispum* [Mill.] Nym. ex A.W. Hill.) / А. В. Молчанова [и др.] // Овощи России. – 2019. – № 3. – С. 74-79.
2. Елисеева, Т. Петрушка (лат. *Petroselinum crispum*) / Т. Елисеева, А. Ямпольский / Journal.edaplus.info. – Журнал здорового питания и диетологии. – 2020. – No. 2 (12). – С. 1-17.
3. Методические указания по проведению регистрационных испытаний биопрепаратов для защиты растений от вредителей и болезней: методические указания РУП «Институт защиты растений» / сост. Л. И. Прищепа [и др.]. – МОУП «Несвижская укрупненная типография им. С. Будного», 2008. – 56 с.
4. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Институт защиты растений». – Минск: Колорград, 2024. – 462 с.
5. Применение препарата биологического фунгицида для защиты зеленных культур, выращиваемых способом проточной гидропоники, от болезней (методические рекомендации) / Д. В. Войтка, Е. К. Юзефович. – РУП «Институт защиты растений». – Минск, 2014. – 28 с.
6. Юзефович, Е. К. Фитопатологическая ситуация на зеленных культурах, выращиваемых способом проточной гидропоники в Беларуси, и видовой состав возбудителей корневой гнили / Е. К. Юзефович, Д. В. Войтка // Земледелие и защита растений. – № 5. – Минск, 2013. – С. 41-45.
7. Юзефович, Е. К. Корневая гниль зеленных культур / Е. К. Юзефович, Д. В. Войтка // Белорусское сельское хозяйство: ежемесячный науч.-практ. журнал. – 2016. – № 2(166). – С. 58-60.
8. Growth promotion of parsley (*Petroselinum crispum* L.) using commercial strains of *Trichoderma* spp. / F. M. Barroso [et al.] // J. of Agricultural Science. – 2019. – Vol. 11. – No. 4. – P. 493-499.
9. Improvement of nutraceutical value of parsley leaves (*Petroselinum crispum*) upon field applications of beneficial microorganisms / A. Staropoli [et al.] // Horticulturae. – 2021. – Vol. 7 (281). – P. 1-12.