

УДК 632.937.21

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ
ПРЕПАРАТИВНЫХ ФОРМ БИОПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ МИКРОБОВ-
АНТАГОНИСТОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПОПУЛЯЦИЙ ФИТОПАТОГЕННЫХ
ГРИБОВ И БАКТЕРИЙ – ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ**

**И.И. Новикова¹, Ю.А. Титова¹, И.В. Бойкова¹, В.Н. Зейрук²,
И.Л. Краснобаева¹, Т.А. Серова¹**

¹Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

²Всероссийский НИИ картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха, Московская область

Проведена технологическая оптимизация рецептур препаратов на основе отселектированных штаммов *Bacillus subtilis* и *Trichoderma asperellum*, обеспечивающая жизнеспособность клеток и высокую целевую биологическую активность в течение длительного срока хранения. Оптимизацию жидких и концентрированных препаративных форм проводили с использованием консервантов. Твердофазную ферментацию микробов-антагонистов оптимизировали подбором субстратов по питательности (наличие легко усваиваемых водорастворимых компонентов) и оценкой их технологичности. Проведенные исследования показали возможность и целесообразность получения твердофазной ферментацией как торфяных, так и гранулированных мультиконверсионных препаративных форм, наиболее удобных для внесения в почву с целью регуляции численности популяций почвообитающих фитопатогенных грибов.

Ключевые слова: оптимизация препаративных форм, биопрепараты для защиты растений, микробы-антагонисты, мультиконверсионные биопрепараты.

Создание эффективной технологии контроля численности популяций фитопатогенов основано, прежде всего, на формировании набора высоко активных штаммов-продуцентов биопрепаратов, обладающих хорошими

технологическими характеристиками: способных утилизировать дешевые и доступные источники питания, выдерживать разные режимы концентрирования и высушивания, длительно сохранять жизнеспособность и целевую

активность в разных препаративных формах (ПФ) [Новикова, 2013].

К наиболее активным микроорганизмам-супрессорам относятся представители бактерий родов *Pseudomonas*, *Bacillus* и *Streptomyces*, а также грибов рода *Trichoderma* [Benítez et al., 2004; Коломбет и др., 2001; Kubicek et al., 2001; Новикова, 2005; Алимова и др., 2006; Lengler et al., 2006; Логинов и др., 2007; Чеботарь и др., 2009]. Микроорганизмы-антагонисты не только выделяют антибиотики для подавления конкурирующих за среду обитания фитопатогенов, но также стимулируют рост и развитие растений за счет продуцирования веществ-иммунизаторов, усиливают фиксацию растениями атмосферного азота, растворяют труднодоступные для растений минеральные соединения почвы (в первую очередь, фосфаты) [Четвериков и др., 2009; Соколова и др., 2011].

Особенная перспективность бактерий рода *Bacillus* определяется технологичностью, широкой распространенностью и конкурентоспособностью, устойчивостью к воздействию различных неблагоприятных факторов вследствие образования ими термостабильных эндогенных спор. Грибы рода *Trichoderma* также считают ответственными за биологический контроль плотности популяций фитопатогенных микромицетов в супрессивных почвах [Benítez et al., 2004; Kubicek et al., 2001; Алимова и др., 2006; Cotxarrera et al., 2002; Емцев, 2005]. Эти грибы образуют целый комплекс антибиотиков и ферментов, способных гидролизовать клеточную стенку фитопатогенов [Великанов и др., 1994; Маркович и др., 2003; Limón et al., 2004]. Кроме этого, встречается явление и прямого паразитирования грибов-антагонистов [Великанов и др., 1994; Орлова, 1999].

Разработка технологии производства биопрепаратов на основе микробов-антагонистов состоит из ряда этапов, включающих подбор и оптимизацию питательных субстратов и физико-химических условий культивирования, а также разработку методов получения конечной ПФ, качество которой в значительной степени определяет длительность хранения и целевую биологическую активность биопрепарата [Коломбет и др., 2001; Новикова, 2005а,б; Логинов и др., 2007].

Поскольку технологии производства биопрепаратов основаны как на жидкофазной, так и твердофазной ферментациях, оптимизация всех этапов этих процессов наиболее актуальна в получении качественных, конкурентоспособных и востребованных биотехнологических продуктов. Путем жидкофазной ферментации получают биомассу, служащую основой для производства жидких и сухих биопрепаратов через ряд технологических операций отделения путем сепарирования, осаждения, флотации, сгущения на вакуум-выпарных установках или с использованием мембранной технологии [Войнова и др., 2009; Логинов и др., 2011; Сатарова и др., 2009]. Смачивающиеся порошки (СП) получают при дальнейшей сушке полученного концентрата культуральной жидкости (КЖ) различными способами, получение жидких форм предусматривает концентрирование и консервирование пасты с последующей стандартизацией готовой товарной формы в виде пастообразных продуктов, самоэмульгирующихся паст, дустов, гранулированных, таблетированных и микрокапсулированных препаратов на основе использования

медицинских полимеров. Во все виды препаратов вводят вещества, обеспечивающие определенные физико-химические свойства, такие как смачиваемость, прилипаемость, устойчивость активного начала, и к УФ-облучению, пролонгированность его действия и т.п. [Коломбет и др., 2001; Нугманова, 1992; Коломбет, 2005; Титова, 1998; Свиридова и др., 2001; Титова и др., 2002].

В последнее время широко используется иммобилизация клеток штамма-продуцента на носителях различного состава. Так получают гранулированные и порошкообразные биопрепараты на основе природных сорбентов твердофазным культивированием и/или иммобилизацией. Торфяные формы ряда известных почвоудобрительных биопрепаратов (Экстрасола, Ризоторфина, Агрофила и т.п.) давно и широко применяются в сельском хозяйстве. Технология их получения достаточно проста и не требует больших энергетических затрат, а питательный субстрат позволяет микроорганизмам активно размножаться, не теряя жизнеспособности и активности в течение длительного времени [Чеботарь и др., 2009; Четвериков и др., 2009; Соколова и др., 2011; Cotxarrera et al., 2002].

Наиболее целесообразно использовать твердофазную ферментацию микромицетов-продуцентов в производстве гранулированных биопрепаратов, поскольку при их глубинном культивировании трудно получить вегетативную биомассу с элементами спороношения (споры, фиалоконидии) и структурами для перенесения неблагоприятных условий (хламидоспоры) [Коломбет и др., 2001; Коломбет, 2005]. Практически все микромицеты-продуценты – целлюлозолитики, что обуславливает оптимизацию их культивирования путем расширения сырьевой базы за счет использования растительных отходов техногенной сферы [Limón et al., 2004; Титова, 1998; Свиридова и др., 2001]. Кроме того, такой подход определяет их технологичность вследствие решения проблемы утилизации отходов и разработки биотехнологии получения биопестицидов на основе ресурсов дешевого и доступного сырья [Титова и др., 2005]. Растительные отходы техногенной сферы (лесо-, деревоперерабатывающей промышленности, коммунального, лесного и сельского хозяйств) представляют особую проблему утилизации. Содержащийся в них лигноцеллюлозный комплекс – наиболее труднодоступная для разрушения часть растительных отходов [Синица и др., 2005; Соловьев и др., 1980]. Ксилотрофные базидиомицеты – единственная известная группа организмов, способная к активному разложению лигнина древесины до полной минерализации [Бабица и др., 1994; Решетникова, 1997; Змитрович и др., 2007]. Поэтому целлюлозо-лигнинсодержащие отходы сельского хозяйства и промышленности используются для интенсивного культивирования съедобных макромицетов *Pleurotus ostreatus* (вешенка), *Lentinula edodes* (шии-таке), *Flammulina velutipes* (зимний опенок) [Низовская и др., 1984; Stamets, 1993; Титова и др., 2002; Бисько и др., 1987]. В процессе культивирования макромицеты утилизируют из субстрата 60–70% содержащейся там целлюлозы и 80% лигнина. Все полисахаридные комплексы переводятся в усвояемую (водорастворимую) другими организмами форму [Бисько и др., 1987]. Содержание общего азота в субстрате, обросшем мицелием, выше, чем в исходном на 28–47%. Конвертируемый субстрат обогащается витаминами, минеральными элементами (Са,

Na, Mg) и биологически активными веществами [Бисько и др., 1987; Билай и др., 1991; Титова и др., 2002а,б]. Кроме того, субстрат полностью пронизывается мицелием макромицетов и обогащается термофильной микробиотой, которые служат трофической базой для развития, например, штаммов *Trichoderma*, вследствие проявления последними свойств факультативной некротрофии [Бисько и др., 1995; Terlikova et al., 1984; Trutmann et al., 1990]. Поэтому в последнее время одним из перспективных направлений становится разработка многостадийных технологий биоконверсии отходов техногенной сферы с использованием высших базидиальных макромицетов [Титова, 1998; Свиридова и др., 2001; Титова и др., 2002]. В ряде работ исследованы возможности мультибиоконверсии отходов съедобными грибами в промышленном производстве плодовых тел для пищевых целей и 14-ю штаммами-продуцентами биопрепаратов различного спектра действия [Титова и др., 2002а,б; Новикова и др., 2010; Титова, 2013; Титова и др., 2014].

Условия эксперимента

В работе использовали культуры макромицетов, а также отобраные активные штаммы микробов-антагонистов из «Государственной коллекции микроорганизмов, патогенных для растений и их вредителей» Центра коллективного пользования научным оборудованием «Инновационные технологии защиты растений» ФГБНУ

В последние годы в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных для применения на территории РФ» включен целый ряд новых биопрепаратов для защиты сельскохозяйственных культур от болезней разной этиологии (Алирин-Б, Гамаир, Витаплан, Трихоцин, Стернифаг, Глиокладин), разработанных специалистами ФГБНУ ВИЗР и ЗАО «Агробиотехнология» [Новикова, 2005; Новикова и др., 2011]. Недостаточны сведения о получении и эффективности препаративных форм, разрабатываемых на основе мультибиоконверсии отходов техногенной сферы и сельского хозяйства.

Цель настоящей работы – технологическая оптимизация рецептур препаратов на основе отобраных штаммов *Bacillus subtilis* и *Trichoderma asperellum*, обеспечивающих жизнеспособность клеток и высокую целевую биологическую активность в течение длительного срока хранения.

ВИЗР ФАНО, сайт <http://www.vizrspsb.chat.ru> (Постановление правительства РФ № 725-47 от 24 июня 1996 г., приказ по МСХ и правительству РФ от 15 августа 1996 г., зарегистрирована в WFCC WDCM 760 (Япония) 28.01.98 г.): *Bacillus subtilis* В-10 и М-22, *Streptomyces felleus* S-8, *Trichoderma asperellum* Т-32, Т-36 (таблица 1).

Таблица 1. Сорты макромицетов, штаммы микромицетов и бактерий, использованные в работе

№ штамма	Вид микроорганизма	Характеристика	Происхождение
НК-35	<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Производственный, бесшоковый гибрид	Венгрия, селекционный
–	<i>Lentinula edodes</i> (Berk.) Pegler	Производственный, летний гибрид	Венгрия, селекционный
Т-32	<i>Trichoderma asperellum</i> Samuels, Lieckf. et Nirenberg	Производственный, депонирован, паспортизован	Россия, Ленинградская область. Естественные условия
Т-36	<i>T. asperellum</i>	Производственный, депонирован, паспортизован	Россия, Ленинградская область. Естественные условия
В-10	<i>Bacillus subtilis</i> (Ehrenb.) Cohn	Производственный, депонирован, паспортизован	Россия, Ленинградская область. Естественные условия
М-22	<i>B. subtilis</i>	Производственный, депонирован, паспортизован	Украина, Киев. Естественные условия
И-5 12/23	<i>B. subtilis</i>	Экспериментальный, депонирован, паспортизован	Индия, естественные условия
S-8	<i>Streptomyces felleus</i> Lindenbein	Экспериментальный, депонирован, паспортизован	Россия, Ленинградская область. Естественные условия

Культуры макромицетов поддерживали на зерновом агаре и зерне злаков [Lemke, 1972] и использовали для инокуляции отходов сельского хозяйства и промышленности. Культуры штаммов-продуцентов биопрепаратов поддерживали на агаризованных средах на основе экстрактов конверсионных субстратов, Чапека, картофельно-глюкозной (КГА), картофельно-сахарозной (КСА), полной с пептоном, овсяно-глюкозной, МПА и СПА.

Для приготовления жидких ПФ использовали следующие консерванты и их смеси: бензоат натрия и сорбат калия (0.1, 0.2, 0.3%), натрий сернистокислый (0.01, 0.02, 0.05%), уксуснокислые кальций и натрий (0.02, 0.1, 0.2%).

Методы создания инокулюма

Для получения инокулюма культуры бактерий выращивали на лабораторной качалке 220 об./мин., при 28 °С, в колбах объемом 750 мл с объемом среды 100 мл в течение

72 часов на искусственной питательной среде следующего состава: кукурузный экстракт (30 г/л), меласса (15 г/л), рН = 7.2. Глубинное культивирование штамма *S. felleus* S-8 проводили в течение 5 суток на среде, содержащей 1% соевой муки, 1% глюкозы, 0.3% NaCl, 0.1% CaCO₃, рН = 7.2–7.5 до стерилизации. Штаммы *T. asperellum* Т-32 и Т-36 культивировали на жидкой среде Чапека. Ежедневно проводили отбор проб и оценивали развитие культур микроскопически. Биологическую активность КЖ штаммов микроорганизмов в отношении тест-культур фитопатогенов *Alternaria solani* и *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicum*, выделенных из растений картофеля, определяли с помощью метода лунок.

Методы получения препаративных форм

Для получения сухой ПФ сепарацию биомассы проводили мембранным методом, высушивание – распылитель-

ным. Перед сушкой в концентрат КЖ добавляли 8% сульфата аммония, 3% лигносульфоната натрия ($C_{18}H_{21}NaO_3S$), 0.5% аэросил $SiO_2 \times nH_2O$. Температура на входе – 140 °С, на выходе – 80 °С.

Для получения торфяной ПФ на основе штаммов-антагонистов *B. subtilis* В-10 и *S. felleus* S-8 инокуляцию γ -стерильного торфа, расфасованного в полиэтиленовые пакеты, осуществляли путем инъекции КЖ штаммов-продуцентов биопрепаратов в асептических условиях. Использовали 24-, 48- и 72-часовой инокулом штамма *B. subtilis* В-10 и 48- и 72-часовой инокулом штамма *S. felleus* S-8, а также различные посевные дозы (3, 10 и 15%). Инокулированные пакеты помещали на 15 суток в термостат (28 °С). В дальнейшем полученные образцы торфяных биопрепаратов хранили при комнатной температуре в течение года, периодически определяя титр жизнеспособных клеток методом серийных разведений.

Для получения гранулированных мультиконверсионных биопрепаратов (МБП, Г) использовали культуры микроорганизмов и макромицетов, а также конвертиро-

ванные последними отходы техногенной сферы (таблицы 1, 2). Субстраты готовили по Бисько и др., 1983 [Бисько и др., 1983]. Компоненты интактных и конверсионных субстратов измельчали до 0.5–2.5 см и замачивали в воде до 20–24 часов для полного насыщения субстрата влагой. Доводили влажность субстратной смеси до 70–80%, после чего расфасовывали в полипропиленовые пакеты объемом 1 л. Субстратные смеси стерилизовали при 133 °С в течение 1 часа с охлаждением до 25–28 °С для инокуляции. Инокуляцию проводили чистыми культурами сортов макромицетов и штаммов-продуцентов биопрепаратов смывами с поверхности агаризованных питательных сред или глубинными культурами штаммов с соблюдением условий стерильности. Инкубирование вели при 24–26 °С до полного обрастания субстрата. В процессе твердофазного культивирования оценивали морфогенез для определения времени снятия урожая макромицетов. Интенсивность конидиогенеза микромицетов определяли по титру в камере Горяева, титр бактерий – методом серийных разведений.

Таблица 2. Состав интактных (для инокуляции макромицетами) и конверсионных субстратов

Вид съедобного макромицета	Субстрат для инокуляции	Отработанный (конверсионный) субстрат
<i>L. edodes</i> (шии-таке)	опилки дубовые, отруби пшеничные – 10%, $CaCO_3$ – 0.1%, $CaSO_4 \times 7H_2O$ – 1% по весу 70%-ной влажности субстрата.	ферментированные мицелием шии-таке компоненты субстрата, грибной белок.
<i>P. ostreatus</i> (вешенка) НК-35	лузга гречихи и подсолнечника (1:1), опилки смешанные – 7%, $CaCO_3$ – 0.1%, $CaSO_4 \times 7H_2O$ – 1% по весу 70%-ной влажности субстрата.	ферментированные мицелием вешенки компоненты субстрата, грибной белок.

Результаты и обсуждение

Для оптимизации состава суспензионного концентрата (СК) на основе перспективного штамма-продуцента *B. subtilis* И-5 12/23 были использованы различные стабилизаторы и консерванты (таблица 3). Анализ результатов оценки жизнеспособности клеток в образцах жидких ПФ при хранении в разных условиях позволил выбрать оптимальную рецептуру, в состав которой входит сорбат калия в концентрации 0.2%. Данная ПФ обеспечивает

жизнеспособность клеток штамма-продуцента и высокую антагонистическую активность в течение длительного времени. Диаметры зоны лизиса тест-культур *A. solani* и *S. michiganensis* subsp. *sepedonicum* к концу периода хранения составляли 30–35 мм, а в ряде случаев наблюдалось полное подавление роста фитопатогенов. Остальные испытанные консерванты не обеспечили сохранность качества ПФ в течение длительного времени (таблица 3).

Таблица 3. Жизнеспособность клеток (КОЕ/мл) в образцах жидких препаративных форм с консервантами на основе штамма *B. subtilis* И-5 12/23 при хранении

Консервант, концентрация, %	Исходный титр, КОЕ/мл	Хранение, мес; 20 °С			Хранение, мес; 5 °С		
		2	6	13	2	6	13
бензоат Na, 0.2%	10^{11}	10^{11}	10^{10}	10^{10}	10^{11}	10^{10}	10^{10}
бензоат Na, 0.3%	10^{11}	10^{11}	10^{10}	10^{10}	10^{11}	10^{10}	10^{10}
сорбат К, 0.2%	10^{11}	10^{11}	10^{10}	10^{10}	10^{11}	10^{10}	10^{10}
бензоат Na+сорбат К, 0.2%	10^{11}	10^{11}	10^{10}	10^{10}	10^{11}	10^{10}	10^{10}

На основании анализа результатов определения жизнеспособности клеток, в образцах СК на основе штамма *T. asperellum* Т-36, был подобран оптимальный состав ПФ, содержащий биомассу микромицета с добавлением сорбата калия в концентрации 0.1% (таблица 4). Данная ПФ обеспечила длительную жизнеспособность клеток продуцента и высокую антагонистическую активность: рост тест-культуры фитопатогенного гриба *A. solani* был полностью подавлен антагонистом. Бензоат натрия в концентрации 0.2%, а также смесь бензоата натрия и сорбата калия в концентрации 0.4% обеспечивали длительную жизнеспособность клеток микромицета только при низкотемпературном хранении.

Изучение динамики численности микроорганизмов после инокуляции КЖ ряда перспективных штаммов-продуцентов в стерильный торф показало, что все образцы препаратов на 10–15-е сутки культивирования при 28 °С обладали высоким титром: *B. subtilis* В-10 (штамм-продуцент биопрепарата Алирин-Б) – $1.3\text{--}7.1 \times 10^{10}$ КОЕ/г, *S. felleus* S-8 (штамм-продуцент биопрепарата Алирин-С) – 1.0×10^{10} КОЕ/г. Эти значения соответствовали принятым техническим условиям на традиционные сухие ПФ Алирина-Б и Алирина-С. В процессе хранения при 20–22 °С титры жизнеспособных клеток в торфяных формах Алирина-Б и Алирина-С увеличились и достигли к четвертому месяцу хранения при комнатной температуре $5.0\text{--}5.6 \times 10^{12}$

Таблица 4. Жизнеспособность клеток (КОЕ/мл) в образцах жидких препаративных форм с консервантами на основе штамма *T. asperellum* T-36 при хранении

Консервант, концентрация, %	Исходный титр, КОЕ/мл	Хранение, мес; 20 °С			Хранение, мес; 5 °С		
		1	4	6	1	4	6
бензоат Na, 0.2%	10 ⁹	—	—	—	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹
бензоат Na+сорбат К, 0.2%	10 ⁹	—	—	—	10 ⁹	—	—
бензоат Na+сорбат К, 0.4%	10 ⁹	10 ⁵	—	—	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁴
сорбат К, 0.1%	10 ⁹	10 ⁸	10 ⁸	10 ⁸	10 ⁹	10 ⁸	10 ⁹

и 1.0–1.7×10¹¹ КОЕ/г, соответственно (таблица 5). После хранения образцов биопрепаратов в течение 12-и месяцев титры снизились на 3–5 порядков. В образцах Алирина-Б титр составил 10⁸ КОЕ/г, а в образцах Алирина-С – 10⁶ КОЕ/г. Анализ результатов показал, что доза и воз-

раст инокулюма *B. subtilis* В-10 не оказали существенного влияния на динамику титра жизнеспособных клеток продуцента в опытных образцах биопрепаратов. Для штамма *S. felleus* S-8 минимальный возраст инокулюма составил 48 часов, а минимальная доза посева – 10% (таблица 5).

Таблица 5. Динамика титра жизнеспособных клеток штамма *B. subtilis* В-10 (КОЕ/г) в опытных образцах торфяной препаративной формы Алирина-Б

Посевная доза инокулюма, %	Длительность хранения образцов препарата					
	5 суток	10 суток	15 суток	75 суток	120 суток	12 месяцев
Время культивирования посевного материала – 24 часа						
3%	6.9×10 ⁸	2.3×10 ¹⁰	3.9×10 ¹⁰	2.5×10 ¹⁰	5.6×10 ¹²	6.0×10 ⁸
10%	6.1×10 ⁸	1.3×10 ¹⁰	1.5×10 ¹⁰	1.0×10 ¹¹	4.6×10 ¹²	5.1×10 ⁸
15%	4.6×10 ⁸	1.4×10 ¹⁰	5.3×10 ¹⁰	5.6×10 ¹⁰	4.9×10 ¹²	4.0×10 ⁸
Время культивирования посевного материала – 72 часа						
3%	5.9×10 ⁸	4.7×10 ¹⁰	2.3×10 ¹⁰	1.1×10 ¹¹	5.0×10 ¹²	4.7×10 ⁸
15%	6.0×10 ⁸	2.7×10 ¹⁰	7.1×10 ¹⁰	2.1×10 ¹⁰	5.1×10 ¹²	7.7×10 ⁸

Из данных таблицы 6 следует, что ЛО МБП, Г могут достаточно длительно храниться, особенно при пониженной температуре. При этом наиболее вероятная причина снижения титра жизнеспособных клеток – возникновение градиента влажности в субстрате и дальнейшие ее потери

при хранении. Для сохранения влажности в гранулированных ПФ необходимо использовать соответствующую упаковку (интактную, нужной плотности, запечатываемую и т.п.) и хранить их при пониженной температуре (4–8 °С) и повышенной влажности воздуха (70–75%).

Таблица 6. Динамика титра жизнеспособных клеток штаммов *T. asperellum* T-32 и T-36 (КОЕ/г) в лабораторных образцах гранулированных мультиконверсионных биопрепаратов (МБП, Г)

Тип лабораторного образца (ЛО)	Титр при производстве, КОЕ/г	Титр, КОЕ/г при хранении, температура °С							
		3 мес.		6 мес.		12 мес.		18 мес.	
		4–8	22–24	4–8	22–24	4–8	22–24	4–8	22–24
ЛО Т-32, Г вешеночный	0.9×10 ¹⁰	2.8×10 ⁸	2.1×10 ⁸	1.2×10 ⁸	0.9×10 ⁸	4.9×10 ⁷	2.3×10 ⁷	1.9×10 ⁷	0.8×10 ⁷
ЛО Т-36, Г вешеночный	1.7×10 ¹⁰	4.1×10 ⁹	3.0×10 ⁸	1.8×10 ⁹	2.1×10 ⁸	3.2×10 ⁷	1.7×10 ⁷	1.0×10 ⁷	0.9×10 ⁷
ЛО Т-32, Г шиитачный	6.0×10 ⁹	3.2×10 ⁸	3.1×10 ⁸	1.0×10 ⁸	0.8×10 ⁸	2.0×10 ⁷	1.4×10 ⁷	1.0×10 ⁷	0.9×10 ⁷
ЛО Т-36, Г шиитачный	2.0×10 ¹⁰	2.3×10 ⁹	2.0×10 ⁸	4.7×10 ⁸	1.0×10 ⁸	2.1×10 ⁷	1.3×10 ⁷	2.0×10 ⁷	1.2×10 ⁷

Примечание: ЛО Т-32 – лабораторный образец МБП, Г на основе *T. asperellum* T-32; ЛО Т-36 – на основе *T. asperellum* T-36.

Проведенные исследования показали возможность и целесообразность получения твердофазной ферментацией как торфяных, так и гранулированных мультиконверсионных ПФ, наиболее удобных для внесения в почву с целью регуляции численности популяций почвообитающих фитопатогенных грибов.

Таким образом, проведенная технологическая оптимизация рецептур препаратов на основе отобраных штаммов микромицетов и бактерий обеспечила жизнеспособность клеток продуцентов и их высокую целевую биологическую активность в течение длительного срока хранения.

Библиографический список (References)

- Алимова Ф. К. Взаимоотношения *Trichoderma*, распространенной на территории республики Татарстан, с микроорганизмами и растениями / Ф. К. Алимова, Р. И. Тухбатова, Д. И. Тазетдинова, Ф. Х. А. Кабре-ра, Л. Ю. Каримова // Грибы и водоросли в биоценозах: Материалы междунар. конф., посвященной 75-летию Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова: Москва, 31 января – 3 февраля 2006 г. М.: МАКС Пресс, 2006. С. 12–13.
- Бабицкая В. Г. Особенности деградации лигнина природных полимеров ксилотрофами и почвенными сапротрофами / В. Г. Бабицкая, В. В. Щерба // Микробиология. 1994. N 1. С. 65–72.
- Билай В. Т. Разработка научных основ поверхностного культивирования грибов рода вешенка / В. Т. Билай, Н. А. Бисько, Е. П. Володина, И. А. Дудка // Проблемы культивирования съедобных грибов в СССР. М., Пушкино. 1991. С. 34–35.
- Бисько Н. А. Разрушение древесины грибом *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm. / Н. А. Бисько, В. И. Фомина, В. Т. Билай // Микол. и фитопатол. 1983. Т. 17. N 3. С. 199–202.
- Бисько Н. А. Биология и культивирование съедобных грибов рода вешенка. / Н. А. Бисько, И. А. Дудка // Киев: Наук. Думка. 1987. 148 с.
- Бисько Н. А. Влияние бактерий рода *Bacillus* на жизнедеятельность вешенки обыкновенной *Pleurotus ostreatus* в частично замкнутой искус-

- ственной экосистеме / Н. А. Бисько, В. Т. Билай // Микол. и фитопатол. 1995. Т. 29. N 5–6. С. 1–7.
- Великанов Л. Л. Сравнение гиперпаразитической и антибиотической активности изолятов рода *Trichoderma* и *Gliocladium virens* / Л. Л. Великанов, Е. Ю. Сухоносенко, С. И. Николаева, И. Н. Завелишко // Микол. и фитопатол. 1994. Т. 28. N 6. С. 52–56.
- Войнова О. Н. Микробные полимеры в качестве разрушаемой основы для доставки пестицидов / О. Н. Войнова, Г. С. Калачёва, И. Д. Гродницкая, Т. Г. Волова // Прикл. биохимия и микробиология. 2009. Т. 45 (N 4) С. 427–431.
- Емцев В. Т., Мишустин Е. Н. Микробиология: учебник для вузов – 5-е изд., перераб. и доп. М.: Дрофа, 2005. 445 с.
- Змитрович И. В. Эволюционно-таксономические аспекты поиска и изучения лигнинразрушающих грибов – активных продуцентов окислительных ферментов / И. В. Змитрович, Н. В. Псурцева, Н. В. Белова // Микол. и фитопатол. 2007. Т. 41. N1. С. 57–78.
- Коломбет Л. В. Микофунгицид – препарат на основе *Trichoderma viride* для борьбы с болезнями растений / Л. В. Коломбет, С. К. Жиглецова, В. В. Дербышев, Д. В. Ежов, Н. И. Косарева, Е. В. Быстрова // Прикл. биохимия и микробиология. 2001. Т. 37. N 1. С. 110–114.
- Коломбет Л. В. Научное обоснование и практическая реализация технологии создания грибных препаратов для защиты растений от болезней. Дисс... д.б.н. М.: МГУ. 2005. 353 с.
- Логинов О. Н. Получение сухой препаративной формы биопрепарата сельскохозяйственного назначения «Елена» У / О. Н. Логинов, Н. С. Васильева, Н. Н. Силищев // Башкирский химический журнал. 2007. Т. 12. N 2. С. 45–47.
- Логинов Я. О. Биополимер альгинатной природы с преобладанием L-гиалуроновой кислоты / Я. О. Логинов, Г. Г. Худайгулов, С. П. Четвериков, А. И. Мелентьев, О. Н. Логинов // Прикл. биохимия и микробиология. 2011. Т. 47. N 3. С. 302–310.
- Маркович Н. А. Литические ферменты *Trichoderma* и их роль при защите растений от грибных болезней (обзор) / Н. А. Маркович, Г. Л. Кононова // Прикл. биохимия и микробиология. 2003. Т. 39. N 4. С. 389–400.
- Низовская О. П. Окисление лигнина пшеничной соломы базидиомицетами / О. П. Низовская, И. М. Панькова, Г. И. Кочеткова, Н. С. Мануковский // Микол. и фитопатол. 1984. Т. 18. N2. С. 133–135.
- Новикова И. И. Биологическое обоснование использования полифункциональных препаратов на основе микробов-антагонистов в защите растений от болезней / И. И. Новикова // Защита и карантин растений. 2005. N 2 – С. 23 – 26.
- Новикова И. И. Биологическое обоснование создания и применения полифункциональных биопрепаратов на основе микробов-антагонистов для фитосанитарной оптимизации агроэкосистем – Дисс. ... д. б. н. СПб. 2005. 753 с.
- Новикова И. И. Особенности развития штамма *Dendryphon penicillatum* 1.39 на питательных субстратах различного состава / И. И. Новикова, Ю. А. Титова, И. Л. Краснобаева, А. В. Рыжанкова, В. С. Титов, А. С. Семенович // Микол. и фитопатол. 2010. Т. 44. N1. С. 71–87.
- Новикова И. И. Биологическая эффективность биопрепаратов на основе микробов-антагонистов, применяемых против корневых гнилей огурца и вилта земляники, и их влияние на видовой состав микромицетов почвы / И. И. Новикова, А. И. Литвиненко // Вестник защиты растений. 2011. N2. С. 5–12.
- Новикова И. И. Биологическое разнообразие микроорганизмов – основа для создания новых полифункциональных биопрепаратов для фитосанитарной оптимизации агроэкосистем / И. И. Новикова // Материалы 3-го Всероссийского съезда по защите растений. СПб. 2013. Т. 2. С. 372–378.
- Новикова И. И. Эффективность препаративных форм на основе микробов-антагонистов в системах защиты растений от болезней / И. И. Новикова // Материалы 3-го Всероссийского съезда по защите растений. СПб.: 2013. Т. 2. С. 378 – 384.
- Нугманова Т. А. Унифицированная технология биологических токсинов как основа промышленного производства эффективных бактериальных инсектицидов. Дисс... д.т.н. М. 1992. 1 т. 388 с.
- Орлова Е. Ю. Биотические связи возбудителей фузариозной корневой гнили гороха с микробиотой почв и возможности их использования в биологической защите – Автореф. дисс. канд. биол. наук. М., 1999. 24 с.
- Решетникова И. А. Деструкция лигнина ксилотрофными макромицетами. Накопление селена и фракционирование его изотопов микроорганизмами. М.: СП Новинтех-Пресс. 1997. 202 с.
- Сатарова Т. Г. Препарат для защиты клубней картофеля во время хранения / Т. Г. Сатарова, Л. К. Каменёк // Защита и карантин растений. 2009. N 2. С. 50–52.
- Свиридова О. В. Разложение коры хвойных деревьев грибами и бактериями / О. В. Свиридова, Л. В. Михалева, Н. И. Воробьев, В. В. Кочетков // Микол. и фитопатол. 2001. Т. 35. N 1. С. 38–47.
- Синица А. П. Биоконверсия лигноцеллюлозных материалов: учеб. пособие [под ред. А. П. Синицы] / А. П. Синица, А. В. Гусаков, В. М. Черноглазов // М.: Изд-во МГУ. 1995. 224 с.
- Соколова М. Г. Влияние на растения фитогормонов, синтезируемых ризосферными бактериями / М. Г. Соколова, Г. П. Акимова, О. Б. Вайшла // Прикл. биохимия и микробиология. 2011. Т. 47. N 3. С. 373–385.
- Соловьев В. А. Количественная характеристика микогенного ксилониза: Превращение древесины при микробиологическом и энзиматическом воздействиях. / В. А. Соловьев, О. Н. Малышева // М., 1980. С. 35–38.
- Титова Ю. А. Утилизация отходов сельского хозяйства и пищевой промышленности съедобными грибами – путь к ресурсосберегающей технологии / Ю. А. Титова // Тезисы Междунар. науч.-тех. конф. “Ресурсосберегающие технологии в пищевой промышленности” 12–14 апреля 1998 г. Россия, СПб. 1998. С. 146.
- Титова Ю. А. Двухэтапная биоконверсия отходов с помощью *Pleurotus ostreatus* и *Trichoderma harzianum* / Ю. А. Титова, Л. Б. Хлопунова, Д. В. Коршунов // Микол. и фитопатол. 2002. Т. 36. N5. С. 64–70.
- Титова Ю. А. Триходермин на основе вторичной биоконверсии отходов и его эффективность против болезней огурца / Ю. А. Титова, И. И. Новикова, Л. Б. Хлопунова, Д. В. Коршунов // Микол. и фитопатол. 2002. Т. 36. N 4. С. 76–80.
- Титова Ю. А. Биоконверсия отходов съедобными грибами с получением биопрепаратов / Ю. А. Титова, Е. Л. Гасич, И. И. Новикова, Л. Б. Хлопунова, Д. В. Коршунов, А. В. Губарева, М. С. Полетаева, А. С. Семенович // Науч.-практич. конф. “Грибоводство и смежные биотехнологии. Инновации для инвестиций”. М. 2005. С. 19–21.
- Титова Ю. А. Методология получения мультиконверсионных биопрепаратов для защиты растений / Ю. А. Титова // Сб. науч. тр. III Всероссийского съезда по защите растений «Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем». СПб: ГНУ ВИЗР. 2013. Т. 2. С. 396–400.
- Титова Ю. А. Биологическая эффективность мультиконверсионных биопрепаратов на основе штаммов *Trichoderma harzianum* против корневых гнилей свеклы / Ю. А. Титова, А. И. Богданов // Сб. науч. тр. Междунар. науч.-прак. конф. проф.-препод. сост. СПбГАУ «Научное обеспечение инновационного развития АПК» СПб 2014. С. 104–107.
- Чеботарь В. К. Антифунгальные и фитостимулирующие свойства ризосферного штамма *Bacillus subtilis* Ч-13 – продуцента биопрепаратов / В. К. Чеботарь, Н. М. Макарова, А. И. Шапошников, Л. В. Кравченко // Прикл. биохимия и микробиология. 2009. Т. 45. N 4. С. 465–471.
- Четвериков С. П. Комплексообразование триглицеридпептидов псевдомонад с корневыми экссудатами растений как механизм воздействия на фитопатогены / С. П. Четвериков, Л. Р. Сулейманова, О. Н. Логинов // Прикл. биохимия и микробиология 2009. Т. 45. N 5. С. 565–572.
- Benítez T. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains / T. Benítez, F. M. Rincon, M. C. Limon, A. C. Codon // Int. Microbiol. 2004. V. 7. N 4. P. 249–260.
- Cotxarrera L. Use of sewage sludge compost and *Trichoderma asperellum* isolates to suppress *Fusarium* wilt of tomato / L. Cotxarrera, M. I. Trillas, M. Gay, C. Steinberg, C. Alabouvette // Soil Biology and Biochemistry. 2002. V. 34. P. 467–476.
- Kubicek C. P. *Trichoderma*: from genes to biocontrol / C. R. Kubicek, R. L. Mach, C. K. Peterbauer, M. Lorito // J. Plant Pathology. 2001. V. 83 P. 11–23.
- Lemke G. Mezelwachstumsteste mit vier Champignonstammen / G. Lemke // Champignon. 1972. V. 12. N128. P. 1–5.
- Lengler J. Modern microbiology. Prokaryotes / J. Lengler, G. Drevsa, U. Schlegel // “Mir” Publishing. 2006. 1152 p.
- Limón M. C. Increased antifungal and chitinase specific activities of *Trichoderma harzianum* CECT 2413 by addition of a cellulose binding domain / M. C. Limón, M. R. Chacón, R. Mejías, J. Jarana, A. M. Rincón, A. C. Codón, T. Benítez // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2004. N 64. P. 675–685.
- Stamets P. Growing gourmet and medical mushroom. Hong Kong. 1993. 550 p.
- Teplikova J. Vyskyt mykoparazitických hub rodu *Trichoderma* v kulturách hlívy ustricé – *Pleurotus ostreatus* / J. Teplikova, M. Dobra, M. Stanek, P. Vesely // Vestn. pest. 1984. V. 19. N 1. P. 114–116.
- Trutmann P. *Trichoderma koningii* as a biological control agent for *Sclerotinia sclerotiorum* in Southern Australia / P. Trutmann, P. J. Keane // Soil Biol. Biochem. 1990. V. 22. N 1. P. 43 – 50.

Translation of Russian References

- Alimova F.K., Tukhbatova R. I., Tazetdinova D.I., Cabrera F.Kh.A., Karimova L.Yu. Relationships of *Trichoderma* distributed on territory of the Republic of Tatarstan with microorganisms and plants. In: Griby i vodorosli v biotsenozakh: Materialy mezhdunar. konf., posviashchennoi 75-letiyu Biologicheskogo fakulteta MGU im. M.V. Lomonosova: Moscow, 31 yanvaria –3 fevralya 2006 g. Moscow: MAKS Press. 2006. P. 12–13. (In Russian).
- Babitskaya V.G., Shcherba V.V. Features of degradation of lignin of natural polymers by xylophages and soil saprotrophs. *Mikrobiologiya*. 1994. N 1. P. 65–72. (In Russian).
- Bilal V.T., Bisko N.A., Volodina E.P., Dudka I.A. Development of scientific bases of surface cultivation of mushrooms of the genus *Pleurotus*. In: Problemy kultivirovaniya syedobnykh gribov v SSSR. Moscow, Pushchino. 1991. P. 34–35. (In Russian).
- Bisko N.A., Bilal V.T. Influence of bacteria of the genus *Bacillus* on activity of *Pleurotus ostreatus* in partially closed artificial ecosystem. *Mikol. i fitopatol.* 1995. V. 29. N 5–6. P. 1–7. (In Russian).
- Bisko N.A., Dudka I.A. Biology and cultivation of mushrooms of the genus *Pleurotus*. Kiev: Nauk. Dumka. 1987. 148 p. (In Russian).
- Bisko N.A., Fomina V.I., Bilal V.T. Destruction of wood by *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm. *Mikol. i fitopatol.* 1983. V. 17. N 3. P.199–202. (In Russian).
- Chebota V.K., Makarov N.M., Shaposhnikov A.I., Kravchenko L.V. Antifungal and phytostimulating properties rhizosphere strain *Bacillus subtilis* Ch-13 – a producer of biological products. *Prikl. biokhimiya i mikrobiologiya*. 2009. V. 45. N 4. P. 465–471. (In Russian).
- Chetverikov S.P., Suleimanova L.R., Loginov O.N. Complex formation of triglyceride-peptides of pseudomonads with root exudates of plants as the mechanism of impact on phytopathogenes. *Prikl. biokhimiya i mikrobiologiya*. 2009. V. 45. N 5. P. 565–572. (In Russian).
- Emtsev V.T., Mishustin E.N. Microbiology: textbook for higher education institutions. 5th ed. Moscow: Drofa. 2005. 445 p. (In Russian).
- Kolombet L.V. Scientific grounds and implementation of technology of creation of fungal preparations for plant protection against diseases. DSc Thesis. Moscow: MGU. 2006. 47 p. (In Russian).
- Kolombet L.V., Zhigletsova S.K., Derbyshev V.V., Ezhov D.V., Kosareva N.I., Bystrova E. V. Mycofungicide – preparation on the basis of *Trichoderma viride* for control of plant diseases. *Prikl. biokhimiya i mikrobiologiya*. 2001. V. 37. N 1. P. 110–114. (In Russian).
- Loginov O.N., Vasilyeva N.S., Silishchev N.N. Production of dry preparative form of biological preparation of agricultural purpose Elena U. Bashkirskii khimicheskii zhurnal. 2007. V. 12. N 2. P. 45–47. (In Russian).
- Loginov Ya.O., Khudaigulov G.G., Chetverikov S.P., Melentyev A.I., Loginov O.N. Biopolymer of the alginate nature with prevalence of L-hyaluronic acid. *Prikl. biokhimiya i mikrobiologiya*. 2011. V. 47. N 3. P. 302–310. (In Russian).
- Markovich N.A., Kononova G.L. Lytic *Trichoderma* enzymes and their role in plant protection against fungal diseases (review). *Prikl. biokhimiya i mikrobiologiya*. 2003. V. 39. N 4. P. 389–400. (In Russian).
- Nizovskaya O.P., Pankova I.M., Kochetkova G.I., Manukovskii N.S. Oxidation of lignin of wheat straw by basidiomycetes. *Mikol. i fitopatol.* 1984. V. 18. N 2. P. 133–135. (In Russian).
- Novikova I.I. Biological grounds of use of multifunctional preparations on the basis of microbe antagonists in plant protection against diseases. *Zashchita i karantin rastenii*. 2005a. N 2. P. 23–26. (In Russian).
- Novikova I.I. Biological grounds of creation and application of multifunctional biological preparations on the basis of microbe antagonists for phytosanitary optimization of agroecosystems. DSc Thesis. St. Petersburg. 2005b. 753 P. (In Russian).
- Novikova I.I. Biological diversity of microorganisms is the basis for creation of new multifunctional microbial preparations for phytosanitary optimization of agroecosystems. In: Materialy 3-go Vserossiiskogo syezda po zashchite rastenii. St. Petersburg. 2013. V. 2. P. 372–378. (In Russian).
- Novikova I.I. Effectiveness of formulations on the basis of microbe-antagonists in systems of plant protection from diseases. In: Materialy 3-go Vserossiiskogo syezda po zashchite rastenii. St. Petersburg. 2013. V. 2. P. 378–384. (In Russian).
- Novikova I.I., Litvinenko A.I. Biological efficiency of biological preparations on the basis of the microbe antagonists applied against root rot of cucumber and wilt of wild strawberry and their influence on specific structure of soil micromycetes. *Vestnik zashchity rastenii*. 2011. N 2. P. 5–12. (In Russian).
- Novikova I.I., Titova Yu.A., Krasnobaeva I.L., Ryzhankova A.V., Titov V.S., Semenovich A.S. Features of development of *Dendryphion penicillatum* 1.39 strain on nutritious substrata of various structure. *Mikol. i fitopatol.* 2010. V. 44. N 1. P. 71–87. (In Russian).
- Nugmanova T.A. Unified technology of biological toxins as the basis for efficient industrial production of bacterial insecticides. DSc Thesis. Moscow. 1992. 45 p. (In Russian).
- Orlova E.Yu. Biotic relations of activators of *Fusarium* root rot of peas with soils microbiota and possibility of their use in biological protection. PhD Thesis. Moscow. 1999. 24 p. (In Russian).
- Reshetnikova I.A. Lignin destruction by xylophage macromycetes. Accumulation of selenium and fractionation of its isotopes by microorganisms. Moscow: SP Novintekh-Press. 1997. 202 p. (In Russian).
- Satarova T.G., Kamenyok L. K. Preparation for protection of potato tubers at storage. *Zashchita i karantin rastenii*. 2009. N 2. P. 50–52. (In Russian).
- Sinita A.P., Gusakov A.V., Chernoglazov V.M. Bioconversion of lignocellulosic materials: textbook. Moscow: MGU. 1995. 224 p. (In Russian).
- Sokolova M.G., Akimova G. P., Vaishlya O. B. Effect of phytohormones synthesized by rhizosphere bacteria on plants. *Prikl. biokhimiya i mikrobiologiya*. 2011. V.47. N 3. P. 373–385. (In Russian).
- Solovyev V.A., Malysheva O.N. Quantitative characteristics of mycogenic xylolite: turning wood in microbiological and enzymatic effects. Moscow. 1980. P. 35–38. (In Russian).
- Sviridova O.V., Mikhaleva L.V., Vorobev N.I., Kochetkov V.V. Decomposition of bark of coniferous trees by fungi and. *Mikol. i fitopatol.* 2001. V. 35. N 1. P. 38–47. (In Russian).
- Titova Yu.A. Waste management agriculture and food industries edible mushrooms – the path to resource-saving technologies. In: Tezisy Mezhdunar. nauch.-tekh. konf. “Resursosberegaiushchie tekhnologii v pishchevoi promyshlennosti”, 12–14 aprelya 1998 g. St. Petersburg. 1998. P. 146. (In Russian).
- Titova Yu.A. Methodology for obtaining multiconfessionnel biological preparations for plant protection. In: Materialy 3-go Vserossiiskogo syezda po zashchite rastenii. St. Petersburg. 2013. Vol. 2. P. 396–400. (In Russian).
- Titova Yu.A., Bogdanov A.I. Multiconversion biological efficiency of biological preparations based on strains of *Trichoderma harzianum* against black leg of sugar beet. In: Sb. nauch. tr. Mezhdunar. nauch.-prak. konf. prof.-prepod. sost. SPbGAU “Nauchnoe obespechenie innovatsionnogo razvitiya APK”. St. Petersburg. 2014. P. 104–107. (In Russian).
- Titova Yu.A., Gasich E.L., Novikova I.I., Khlopunova L.B., Korshunov D.V., Gubareva A.V., Poletaeva M.S., Semenovich A.S. Bioconversion of waste edible mushrooms with obtaining biologic preparations. In: Nauch.-praktich. konf. “Gribovodstvo i smezhnye biotekhnologii. Innovatsii dlya investitsii”. Moscow. 2005. P. 19–21. (In Russian).
- Titova Yu.A., Khlopunova L.B., Korshunov D.V. A two-step bioconversion of wastes by using *Pleurotus ostreatus* and *Trichoderma harzianum*. *Mikol. i fitopatol.* 2002a. V.36. N 5. P. 64–70. (In Russian).
- Titova Yu.A., Novikova I. I., Khlopunova L. B., Korshunov D. V. *Trichoderma*-based secondary bioconversion of waste and its effectiveness against diseases of cucumber. *Mikol. i fitopatol.* 2002b. V. 36. N 4. P. 76–80. (In Russian).
- Velikanov L.L., Sukhonosenko E.Yu., Nikolaeva S.I., Zavelishko I.N. Comparison of hyperparasitic and antibiotic activity of isolates of the genus *Trichoderma*, and *Gliocladium virens*. *Mikol. i fitopatol.* 1994. V. 28. N 6. P. 52–56. (In Russian).
- Voinova O.N., Kalacheva G.S., Grodnitskaya I.D., Volova V.G. Microbial polymers as destroyable basis for delivery of pesticides. *Prikl. biokhimiya i mikrobiologiya*. 2009. V. 45. N 4. P. 427–431. (In Russian).
- Zmitrovich I.V., Psurtseva N.V., Belova N.V. Evolutionary and taxonomic aspects of research and study lignin-destroying mushrooms – active producers of oxidative enzymes. *Mikol. i fitopatol.* 2007. V. 41. N 1. P. 57–78. (In Russian).

BIOLOGICAL BACKGROUND FOR OPTIMIZATION OF BIOLOGICAL PRODUCTS BASED ON MICROBE ANTAGONISTS FOR CONTROL OF PHYTOPATHOGENIC MICROMYCETES AND BACTERIA POPULATIONS – CAUSATIVE AGENTS OF PLANTS DISEASES

I.I. Novikova¹, Yu.A. Titova¹, I.V. Boikova¹, V.N. Zeiruk², I.L. Krasnobaeva¹, T.A. Serova¹

¹All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

²A.G. Lorkh All-Russian Institute of Potato Farming, Moscow Region, Russia

The technological formula optimization for biological products based on the selected *Bacillus subtilis* and *Trichoderma asperellum* strains providing cell viability and high target biological activity during long storage period was performed. Liquid and concentrated preparative form optimization was carried out with use of preservatives. Microbe antagonists' solid-phase fermentation was optimized by nutrient value selection of substrata (easily acquired water-soluble components availability) and their processability index assessment. The conducted researches have shown the opportunity and expediency to obtain both the peat, and granulated multi-recycled preparative forms by solid-phase fermentation, the most convenient ones for application into the soil with the purpose of terricolous phytopathogenic micromycetes population control.

Keywords: preparative form; optimization; biological product; plant protection; microbe antagonist; multi-recycling.

Сведения об авторах

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация

*Новикова Ирина Игоревна. Ведущий научный сотрудник, доктор биологических наук, e-mail: irina_novikova@inbox.ru
 Титова Юлия Анатольевна. Ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: juli1958@yandex.ru
 Бойкова Ирина Васильевна. Ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: irina_boikova@mail.ru
 Краснобаева Ирина Леонтьевна. Научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: krasnobaeva08@mail.ru
 Серова Татьяна Александровна. Научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: rareavist@mail.ru
 Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха (ФГБНУ ВНИИКХ), 140051, Московская область, Люберецкий район, п. Красково-1, ул. Лорха, 23
 Зейрук Владимир Николаевич. Заведующий отделом защиты картофеля, доктор сельскохозяйственных наук, e-mail: vzeiruk@mail.ru

* Ответственный за переписку

Information about the authors

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation

*Novikova Irina Igorevna. Leading Researcher, DSc in Biology, e-mail: irina_novikova@inbox.ru
 Titova Julia Anatolyevna. Leading Researcher, PhD in Biology, e-mail: juli1958@yandex.ru
 Boykova Irina Vasilyevna. Leading Researcher, PhD in Biology, e-mail: irina_boikova@mail.ru
 Krasnobaeva Irina Leontyevna. Researcher, PhD in Biology, e-mail: krasnobaeva08@mail.ru
 Serova Tatyana Aleksandrovna. Researcher, PhD in Biology, e-mail: rareavist@mail.ru
 All-Russia Research Institute of Potato Farming by A. G. Lorkh (FSBSE VNIKHX), 140051, Moscow Region, Luberetskiy District, Kraskovo-1, Lorkha street, 23
 Zeyruk Vladimir Nikolaevich. Head of Potato Protection Department, DSc in Agriculture, e-mail: zeruk@mail.ru

* Responsible for correspondence