

УДК 573.6.086:632.937
doi: 10.17223/19988591/18/10

М.В. Штерншиц

Новосибирский государственный аграрный университет (г. Новосибирск, Россия)

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ БИОТЕХНОЛОГИИ МИКРОБНЫХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В РОССИИ

Рассмотрены основные тенденции развития биотехнологии микробных средств защиты растений в историческом, научном и социальном аспектах. Обсуждены ключевые моменты разработки биопрепаратов для контроля численности насекомых-фитофагов и фитопатогенных организмов. Отмечены перспективы создания и применения биопрепаратов на основе природных штаммов микроорганизмов.

Ключевые слова: биотехнология; биопрепараты; микроорганизмы; бакуловирусы; средства защиты растений.

Растения, являющиеся основой сельскохозяйственных и лесных экосистем, подвергаются постоянным атакам насекомых-фитофагов и фитопатогенных микроорганизмов. Для защиты растений используются различные средства и методы, из которых наиболее распространены химические пестициды. Несмотря на высокую эффективность в подавлении численности вредных организмов, химические пестициды одновременно влияют на полезные нецелевые объекты, вызывают развитие резистентности у фитофагов и фитопатогенов, что приводит к нежелательному увеличению норм расхода пестицидов. Постепенное накопление синтетических химических средств защиты растений в почве, водоемах, растительной продукции отрицательно влияет на здоровье человека и животных. Экологически безопасной альтернативой химическим пестицидам служат биологические препараты, созданные на основе природных микробных агентов регуляции численности фитофагов и фитопатогенов. Начало развитию биотехнологии микробных средств защиты растений было положено еще в XIX в. в работах известного российского ученого И.И. Мечникова, первого в мире создавшего биологический препарат на основе выделенного им из природы энтомопатогенного гриба *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sor. Приоритет России в биотехнологии производства микробных средств защиты растений признается и современными зарубежными учеными [1]. Из-за недооценки ряда факторов и недостатка знаний производство и использование этого препарата в защите растений от фитофагов через несколько лет прекратилось. Интерес к исследованиям по энтомопатогенным биопрепаратам в России возрос в 40-е гг. XX в., а к 1960-м гг. разработаны отечественные бактериальные препараты

на основе *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) – «Дендробациллин» и «Энтобактерин», производство которых было освоено Бердским заводом биопрепаратов, в настоящее время – ПО «Сиббиофарм» (г. Бердск, Новосибирская обл.). Позже начались работы по биотехнологии микробных средств защиты растений от болезней на основе природных штаммов бактерий и грибов-антагонистов фитопатогенов. Первым грибным препаратом, разработанным на основе *Trichoderma viride* (*lignorum*) (ВИЗР, Санкт-Петербург), стал «Триходермин», а бактериальным – «Планриз» (первоначальное название «Ризоплан») (Институт генетики и цитологии АН Республики Беларусь) на основе *Pseudomonas fluorescens*.

Что касается разработки биопрепаратов как альтернативы химическим гербицидам, то в России они пока находятся на уровне исследований природных микробиологических агентов регуляции численности сорных растений, сосредоточенных во Всероссийском научно-исследовательском институте защиты растений (ВИЗР, г. Санкт-Петербург) [2].

Ключевыми вопросами биотехнологии микробных средств защиты растений от вредителей и болезней являются: выбор наиболее пригодных агентов биологической регуляции численности фитофагов и фитопатогенов, механизм их взаимодействия с вредными видами и окружающей средой, способы производства и форма препаратов, повышение эффективности использования в сельском и лесном хозяйстве. Отметим также, что основой этих препаратов являются как живые культуры микроорганизмов, так и продукты их метаболизма (токсины, ферменты и др.).

Энтомопатогенные препараты. Из энтомопатогенных биопрепаратов наиболее распространены бактериальные – на основе спор и токсинов энтомопатогенной бактерии *Bt*. Первый отечественный бактериальный инсектицид «Дендробациллин» разработан в 1953 г. профессором Иркутского государственного университета Е.В. Талалаевым. В 1949 г. в очаге массового размножения сибирского шелкопряда Е.В. Талалаев выделил бактерию *Bt* subsp. *dendrolimus*, которая послужила основой препарата. В ВИЗРе вскоре был разработан биопрепарат «Энтобактерин» на основе *Bt* subsp. *galleriae*, выделенной из гусениц пчелиной огневки. Позже в качестве хозяев разных подвидов *Bt* были выявлены насекомые не только отряда чешуекрылых, но и двукрылых, и жесткокрылых, что привело к разделению бактерии на патоварианты А, В, С и др. При этом каждый патовариант, активный только для определенного круга насекомых, отличался по форме белкового кристалла δ-эндотоксина как основного действующего начала. Так, токсичный для гусениц кристалл имеет бипирамидальную форму, а токсичный для личинок жуков – характеризуется пластинчатой формой в виде квадратов, прямоугольников и ромбов.

Помимо упомянутых выше биопрепаратов «Энтобактерин» и «Дендробациллин», в России разработаны препараты «Лепидоцид» (ВНИИ «Биохиммашпроект», г. Москва) на основе *Bt* subsp. *kurstaki* и «Битоксибациллин»

(БТБ) (создан во Всесоюзном институте сельскохозяйственной микробиологии) на основе *Bt subsp. thuringiensis*, которые используются в настоящее время в сельском и лесном хозяйствах. В соответствии с названием БТБ содержит наряду с белковым эндотоксином β -экзотоксин. Этот токсин нуклеотидной природы, как правило, продуцируется *Bt subsp. thuringiensis*. Содержание двух микробных токсинов в препарате расширяет спектр его действия.

Как основа грибных биопрепаратов важны представители энтомопатогенных грибов из отделов Zygomycota и Deuteromycota царства Fungi [3]. В России разработаны препараты на основе энтомофторовых грибов *Conidiobolus obscura* (ранее *Entomophthora thaxteriana*) и *Conidiobolus thromboides* (ранее *E. pyriformis* = *E. virulenta*) [4, 5], однако они не нашли широкого применения в защите растений. Большее значение в биотехнологии микробных средств защиты растений имеют энтомопатогенные грибы, входящие в отдел Deuteromycota. Большинство несовершенных грибов – паразитов членистоногих – относится к родам *Beauveria*, *Isaria* (бывший род *Paecilomyces*), *Metarhizium*, *Lecanicillium* (ранее *Verticillium*). На основе этих грибов созданы российские препараты «Боверин» [6] и «Вертициллин» [7], эффективные в защите тепличных культур от сосущих вредителей.

К категории микробных средств защиты растений относят также группу вирусных энтомопатогенных препаратов. Их основу составляют бакуловирусы как высокоспецифичные природные регуляторы численности насекомых. Род *Baculovirus* представлен группами А и В. В группу А входят вирусы ядерного полиэдрома (ВЯП) с ДНК-содержащим палочковидным вирионом. Вирионы располагаются в белковом матриксе так, что формируются многогранники, называемые полиэдрами. В группу В входят вирусы – возбудители гранулеза (ВГ), отличающиеся от ВЯП тем, что одиночный вирион помещен в белковую капсулу (гранулу).

Во второй половине XX в. российскими исследователями выделены и идентифицированы бакуловирусы ряда насекомых, в том числе ВЯП капустной совки, непарного шелкопряда, шелкопряда-монашенки, рыжего соснового пилильщика (РСП), а также ВГ яблонной плодовой жорки, капустной белянки, лугового мотылька, озимой совки, сибирского коконопряда [8, 9]. На их основе разработаны отечественные препараты под общим названием «Вирины» («Вирин-КС» против капустной совки, «Вирин-Диприон» против РСП, «Вирин-ГЯП» против яблонной плодовой жорки и др.). По ассортименту этих биопрепаратов Россия занимала лидирующее положение в мире. Однако в данный период нет ни одного зарегистрированного российского «Вирина», что отражает неблагоприятную тенденцию в биотехнологии вирусных энтомопатогенных препаратов, обладающих самой высокой степенью экологической безопасности.

Биопрепараты против болезней растений. Важная роль в подавлении развития болезней растений принадлежит грибам-антагонистам. Грибы обладают широким спектром антагонистических свойств – гиперпаразитиз-

мом, конкуренцией за питательный субстрат, продуцируют антибиотики и другие вещества, угнетающие жизнедеятельность фитопатогенов. Большинство грибов, используемых в биотехнологии средств защиты растений от болезней, относится к несовершенным грибам.

Первый отечественный биопрепарат против болезней растений создан в 60-е гг. XX в. в ВИЗРе на основе гриба *Trichoderma viride (lignorum)*. Грибы этого рода могут подавлять развитие фитопатогенов путем прямого паразитирования, но превалирует антагонизм за счет продуцирования ряда антибиотиков (виридин, глиотоксин и др.). Позднее, включая современный период, была разработана серия препаратов на основе *Trichoderma harzianum*, *T. koningii*, *T. asperellum* и др. [10, 11]. В последнее время препараты, содержащие грибы рода *Trichoderma*, зарегистрированы под названиями «Глиокладин» и «Стернифог» (ВИЗР и ЗАО «Агробиотехнология, г. Москва). Круг грибных антагонистов, используемых для создания отечественных биопрепаратов в защите растений, расширяется. Разработаны препарат «Вермикулен» на основе *Penicillium vemiculatum* и «Хетомин» на основе грибов рода *Chaetomium* (ВНИИ масличных культур, г. Краснодар).

Конкуренцию грибным препаратам, контролирующим численность возбудителей болезней растений, составляют бактериальные. В основе использования бактериальных препаратов против болезней растений также лежит механизм антибиоза, регулирующий взаимоотношение микроорганизмов в природе. Источником получения штаммов бактерий-антагонистов служат, как правило, супрессивные почвы. В настоящее время бактериальные препараты против болезней растений более распространены, чем грибные. Их основой являются бактерии двух родов – *Pseudomonas* и *Bacillus*.

Сапрофитные псевдомонады, заселяющие ризосферу, являются естественными регуляторами фитопатогенных микроорганизмов: *Pseudomonas fluorescens*, *P. putida*, *P. aureofaciens* и другие виды. Данные неспорообразующие бактерии характеризуются быстрым ростом, продуцируют антибиотики, бактериоцины и сидерофоры, а также ростовые стимуляторы. Эти свойства обуславливают защитный эффект псевдомонад от фитопатогенов, а также стимулируют рост растений. Среди антибиотиков, продуцируемых псевдомонадами, обнаружены феназин-1-карбоновая кислота, производные флороглюцина, пирролнитрин и др. Синтезируемые псевдомонадами сидерофоры образуют стабильные комплексы с трехвалентным железом: связывая ионы трехвалентного железа в почве, сидерофоры лишают многие виды фитопатогенных грибов необходимого элемента питания, что приводит к остановке их развития.

На возможность использования бактерий р. *Pseudomonas* для подавления болезней растений обратили внимание еще в 1939 г. Е.Ф. Березова и А.Н. Намумова. Но только в конце 80-х гг. XX в. А.Н. Перебитюк (Институт генетики и цитологии АН Республики Беларусь) разработал биопрепарат «Планриз» на основе *P. fluorescens* штамма AP-33. Впоследствии российскими учеными,

работающими в разных регионах России, включая Сибирь, созданы препараты на основе местных штаммов *P. fluorescens* и *P. aureofaciens*, например: «Псевдобактерин-2» (Институт биохимии и физиологии микроорганизмов РАН, г. Пущино, Московская обл.), «Агат-25-К» (ТОО «БИО-БИЗ и Ко, г. Москва), «Бинорам» (Институт генетики и цитологии СО РАН, г. Новосибирск), «БиоВайс» (ООО «Планта-Плюс», г. Томск) и др.

Из аэробных спорообразующих бактерий наибольшее значение как основа биопрепаратов против болезней растений имеет *Bacillus subtilis*. Бактерии *B. subtilis* являются наиболее продуктивными из рода *Bacillus* по синтезу антибиотиков, которые подавляют рост фитопатогенных микроорганизмов. рядом российских авторов выделены разные штаммы культуры этой бактерии, подавляющие фитопатогенные микроорганизмы, что привело к созданию ассортимента биопрепаратов на основе *B. subtilis*. После первого зарегистрированного в России препарата «Бактофит» (ГНЦ прикладной микробиологии, пос. Оболенск, Московская обл.; ПО «Сиббиофарм») появились «Фитоспорин» (Башкортостан), а также «Алирин-Б» и «Гамаир» (ВИЗР).

Примером препарата, разработанного в России на основе специализированного гиперпаразита фитопатогенных грибов, может служить «Ампеломидин» (разработан О.Б. Натальиной и Л.А. Пузановой – КГАУ и СКЗНИИСиВ, г. Краснодар), достаточно широко используемый в тепличных хозяйствах в конце XX в. Основа этого биологического фунгицида – пикнидиальный гриб *Ampelomyces quisqualis*, в естественных условиях паразитирующий на мицелии, конидиях и клейстотециях мучнисто-росяных грибов – *Erysiphe* spp., *Sphaerotheca* spp., *Podosphaera* spp.

При выборе агента биоконтроля для создания всех микробных средств защиты растений важна селекция исходных штаммов на вирулентность, продуктивность, способность синтезировать ферменты или токсины. Результатом такого отбора является штамм, превосходящий по качеству эталонные культуры продуцента препарата, необходимого для производства. Важен подбор оптимальной питательной среды для культивирования биологических агентов. Культивирование в жидкой питательной среде (глубинный способ) используют, как правило, для получения бактериальных препаратов, и в определенной степени грибных. Грибные препараты получают не только глубинным, но и поверхностным, а также глубинно-поверхностным культивированием. Это связано с тем, что бластоспоры грибов, получаемые в глубинной культуре, не столь жизнеспособны и активны, как конидии, образуемые грибами на поверхности питательной среды. В последние годы более популярным стал способ поверхностного культивирования грибов на сыпучих субстратах. Главной особенностью производства вирусных энтомопатогенных препаратов является накопление вирусной биомассы на живых насекомых с последующим извлечением бакуловирусов из погибших особей, что более трудоемко, но экономически выгоднее из-за малых норм расхода вирусных инсектицидов. Технология размножения бакуловирусов

на культуре клеток насекомых изучалась в России начиная со второй половины XX в., однако практического воплощения эта технология не получила из-за экономической нецелесообразности. Отмеченные особенности получения биопрепаратов определяют возможность их производства в условиях крупнотоннажного либо малотоннажного регионального (в биолaborаториях или специализированных фирмах) производства. ПО «Сиббиофарм» – единственное в России предприятие для крупнотоннажного производства биопрепаратов. Помимо этого имеется сеть биолaborаторий и небольших фирм для регионального малотоннажного производства биологических средств защиты растений. Концепция малотоннажного производства, предложенная около 25 лет назад ведущими учеными и поддержанная Минсельхозом РФ, сыграла значительную роль в развитии биотехнологии микробных средств защиты растений. В то время был разработан ряд технологических регламентов биопрепаратов с ускоренной регистрацией для производства в условиях биолaborаторий, что привело к усилению использования биопрепаратов в защите растений. Одновременно были разработаны и предложены специальные ферментаторы для малотоннажных производств в биолaborаториях [12]. Некоторые биопрепараты, такие как «Бактороденцид» (ВНИИ сельского хозяйства и микробиологии, Санкт-Петербург), на основе *Salmonella enteritidis*, патогенной для грызунов, производились исключительно в этих условиях [13].

В производстве препаратов важным завершающим этапом является приготовление препаративной формы (формуляция действующего начала). Препаративная форма тесно связана с технологией применения биопрепаратов и со сроком их хранения. От того, насколько она будет способствовать проявлению потенциала штамма-продуцента, зависит и эффективность микробного препарата. Современные разработчики биопрепаратов учитывают необходимость оптимизации препаративной формы, что недооценивалось на первых этапах развития биотехнологии. Кроме того, неотъемлемая часть технологического процесса получения биопрепаратов – их стандартизация и оценка качества. Без этого невозможно их рациональное использование в биологической защите растений.

Хотя главным преимуществом биопрепаратов является высокая степень экологической безопасности, их эффективность не всегда соизмерима с эффективностью химических пестицидов в связи с большей зависимостью от температуры, влажности, инсоляции. Для устранения этого необходимо дальнейшее изучение механизмов взаимодействия биоагентов с мишенью и с окружающей средой для усиления активности действующего начала [14]. Перспективны также исследования и разработка биопрепаратов полифункционального действия [15, 16]. Так, разработана технология получения комплексных препаратов серии «Хитозар Био», в которых клетки микробов-антагонистов *B. subtilis* и *T. viride* иммобилизуют на хитин-хитозановых носителях. Представляет также интерес выявленное действие

Bt на фитопатогенные грибы, что может расширить область применения *Bt*-препаратов в случае направленной селекции штаммов [16]. Заслуживает внимания и разработка препаратов на основе очищенного и активированного эндотоксина *Bt* [17].

В России, являющейся родиной первого в мире микробиологического препарата для защиты растений, периодически происходит возрастание интереса к исследованиям и разработке биопрепаратов для контроля численности фитофагов и фитопатогенов. Это связано, с одной стороны, с тем, что есть осознание настоящей необходимости перехода на экологически безопасные средства защиты растений, с другой стороны, помимо научных и производственных проблем создания и применения биопрепаратов существуют социально-экономические. Подъем в производстве и использовании биологических препаратов для защиты растений, который происходил в России в 80-е гг. XX в., сменился на рубеже веков спадом из-за изменений в социально-политическом обустройстве общества. В последние годы объем производства микробных средств защиты растений стал увеличиваться, но еще не столь быстрыми темпами. Для интенсификации производства и применения биологических препаратов необходимы дальнейшие исследования по отбору наиболее пригодных агентов биологической регуляции численности фитофагов, разработке технологии их производства, повышению эффективности использования в сельском и лесном хозяйстве. Одними из проблем, тормозящих развитие биотехнологий микробных средств защиты растений в России, является бюрократическая и финансовая сложность государственной регистрации биопрепаратов, а также отсутствие льгот производителям продукции, использующим для защиты растений биопрепараты. При поддержке государства научные достижения российских ученых в области биотехнологии микробных средств защиты растений будут успешно реализованы и послужат дальнейшей экологизации растениеводства, что в конечном итоге обеспечит улучшение качества жизни и здоровья человека.

Результаты исследования были представлены автором на Международной молодежной научной школе «Пищевые технологии и биотехнологии» (Томск, 18–22 июня 2012 г.), организованной ФГБ ОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский государственный университет» в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 годы» (ГК № 12.741.11.0112 от 14 мая 2012 г.).

Литература

1. Lord J.C. From Metchnikoff to Monsanto and beyond: The path of microbial control // J. Invertebrate Pathology. 2005. Vol. 89. P. 19–29.
2. Берестецкий А.О. Проблемы и достижения в области биологической борьбы с сорными растениями при помощи фитопатогенных грибов // Микология и фитопатология. 2004. Т. 38. С. 1–14.

3. *Патогены насекомых: структурные и функциональные аспекты* / под ред. В.В. Глупова. М. : Круглый год, 2001. 736 с.
4. *Воронина Э.Г.* Энтомофторовые грибы и препараты эпизоотического и токсического действия // *Защита и карантин растений*. 1997. № 5. С. 12–13.
5. *Лобанова Н.В., Ракишина М.Ц., Штерншиц М.В.* Производство и применение пириформина в защите овощей закрытого грунта от вредителей. Новосибирск : СО ВАСХ-НИЛ, 1989. 21 с.
6. *Павлюшин В.А., Евлахова А.А., Тарасов Л.Г., Новикова И.И.* Технологический регламент получения боверина. СПб. : ВИЗР, 1994. 28 с.
7. *Павлюшин В.А., Митина Г.В., Конюхов В.П., Новикова И.И.* Лабораторный регламент на производство вертициллина. М. : ВИЗР; СПб., 1993. 66 с.
8. *Гулий В.В., Штерншиц М.В., Колтунов Е.В.* Основные итоги и перспективы разработки вирусологического метода борьбы с вредителями // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 1976. № 5. С. 36–43.
9. *Орловская Е.В.* Биологические аспекты использования энтомопатогенов для регуляции численности насекомых – вредителей леса // *Информационный бюллетень ВПС МОББ*. 2002. № 33. С. 141–146.
10. *Тюльпанова В.А., Громовых Т.И., Малиновский А.Л. и др.* Биотехнология новых форм грибных фунгицидов для защиты растений // *Сибирский экологический журнал*. 1997. № 5. С. 495–500.
11. *Коломбет Л.В.* Грибы рода *Trichoderma* – продуценты биопрепаратов для растениеводства // *Успехи медицинской микологии*. М., 2007. Т. 1. С. 323–371.
12. *Огарков Б.Н.* *Mycota* – основа многих биотехнологий. Иркутск : *Время странствий*, 2011. 207 с.
13. *Кандыбин Н.В.* Бактериальные средства борьбы с грызунами и вредными насекомыми. М. : Агропромиздат, 1989. 175 с.
14. *Штерншиц М.В.* Энтомопатогены – основа биопрепаратов для контроля численности насекомых. Новосибирск : НГАУ, 2010. 160 с.
15. *Новикова И.И.* Биологическое обоснование использования полифункциональных препаратов на основе микробов-антагонистов в защите растений от болезней // *Защита и карантин растений*. 2005. № 2. С. 15–16.
16. *Смирнов О.В., Гришечкина С.Д.* Изучение действия биопрепаратов на основе *Bacillus thuringiensis* на фитопатогенные грибы // *Вестник защиты растений*. 2010. № 1. С. 27–35.
17. *Каменек Л.К., Шроль О.Ю., Иванова Л.Н., Кублик В.А.* Биологический препарат Битиплекс для защиты лесов от рыжего соснового пилильщика // *Лесное хозяйство*. 2005. № 6. С. 44–45.

Поступила в редакцию 15.05.2012 г.

Tomsk State University Journal of Biology. 2012. № 2 (18). P. 92–100

doi: 10.17223/19988591/18/10

Margarita V. Shternshis

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

TRENDS OF MICROBIAL PESTICIDES BIOTECHNOLOGY DEVELOPED FOR PLANT PROTECTION IN RUSSIA

The article is devoted to formation and development of Russian research in microbial pesticides for pest insect and plant disease control. Historical, scientific and social aspects have been briefly reviewed. Great Russian microbiologist Elie Metchnikoff was

*the first who proposed to use natural entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* as a basis of microbial insecticide for plant protection. This discovery began the era of microbial pesticide biotechnology all over the world. In Russia, a new wave of interest to ecologically safe microbial pesticides has been arose in the middle of the XX century due to the organization of All-Russian (then All-Union) Institute for Plant Protection (Saint-Petersburg). First of all, bacterial insecticides based on *Bacillus thuringiensis* (Bt) were developed, tested and registered for commercial use, including Dendrobacillin® (Bt subsp. dendrolimus) and Entobacterin® (Bt subsp. galleriae). Later, Lepidocid® based on Bt subsp. kurstaki and Bitoxibacillin® based on Bt subsp. thuringiensis were developed. Now these two microbial pesticides are widely used for plant protection in agriculture and forestry. Due to two bacterial toxins contained in Bitoxibacillin® it is active both for Lepidopteran and Coleopteran insects. Fungi causing insect diseases are also important for microbial control. In 1960–1980, Russian researchers developed the fungal insecticides based on *Conidiobolus obscura* and *Conidiobolus thromboides*, although these pesticides were not widely used. Microbial insecticides based on fungi of *Beauveria* and *Lecanicillium* genera are of more interest for plant protection, especially in greenhouses. Baculoviruses as the most ecologically safe natural agents of microbial insect control were actively studied by Russian scientists in the second half of the XX century. The viral insecticides based on nucleopolyhedroviruses of *Mamestra brassicae*, *Lymantria dispar*, *Lymantria monacha* and *Neodiprion sertifer* as well as based on granulovirus *Cydia pomonella*, *Pieris brassicae*, *Pyrausta sticticalis*, *Agrotis segetum* and *Dendrolimus sibiricus* were developed and registered in the 1970–1980. However, no Russian viral insecticides have been presented so far in Russian Catalogue of registered pesticides for commercial use. As to microbial pesticides for plant disease control, the first one based on *Trichoderma viride* was developed in Russia in the middle of the XX century. Later, bacterial pesticides based on *Pseudomonas* and *Bacillus* genera started to compete with fungal ones. The first bacterial preparations were Planriz® based on *P. fluorescens* and Bactophyt® based on *B. subtilis*. Together with other bacterial fungicides, such as Pseudobacterin-2® and Phytosporin®, these biotechnological products are widely used for plant disease control in Russia. The microbial pesticides are produced not only by large-scale factories but also by small firms and biological laboratories as well. The conception of small-scale regional biotechnological production proposed by research leaders and supported by the government at the end of the last century helped to intensify the use of microbial pesticides in agriculture. In order to improve the biotechnological products, the further research in selection of natural agents, their interaction with targets and the environment and formulations of microbial agents should be carried out. Governmental and financial support could supply successful realization of Russian achievements concerning the biotechnology of microbial pesticides for plant protection in agriculture and forestry.*

Key words: *biotechnology; biopesticides; microorganisms; baculoviruses; plant protection.*

Received May 15, 2012