

# НУЖНЫ ЛИ БИОПРЕПАРАТЫ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ СЕЛЬСКОМУ ХОЗЯЙСТВУ?\*

О.А. Монастырский, Всероссийский НИИ биологической защиты растений

Ответ однозначный — нужны! Есть ли надежда на возрождение на современном уровне отечественной биологической промышленности, способной стимулировать спрос и удовлетворять нужды сельскохозяйственного производства в биопрепаратах необходимого ассортимента и с высокой защитной активностью? Надежда есть. Шансов мало.

## Нужны ли биопрепараты и биологическая защита растений мировому сельскому хозяйству?

Анализ мировой литературы и практики в области исследований и практического применения в сельском хозяйстве биопрепаратов и технологий биозащиты показывает быстро растущий интерес к ним как в развитых, так и развивающихся странах. Первая причина этого — стремление к постоянному увеличению производства биологически полноценной и безопасной пищевой продукции, которая уже включена в перечень критериев продовольственной безопасности этих стран. Вторая причина — нарастающее в мире беспокойство постоянно расширяющимся и все менее контролируемым использованием химических пестицидов, особенно в развивающихся странах, странах с переходной экономикой и слаборазвитых странах. ВТО даже была вынуждена ввести экологическую пошлину на сельскохозяйственное сырье и продовольственные товары, импортируемые из этих стран. Это вызвано тем, что контроль используемых и вновь выводимых на рынок химических пестицидов на биобезопасность за последние 20 лет не улучшился. По данным ФАО-ВОЗ, относительно полная информация о влиянии на здоровье человека есть только о 10% используемых химических пестицидов, ограниченная информация по токсичности — для 25%, очень ограниченная информация — для 22% и никакой информации по токсичности — для более чем 40% широко применяемых химических пестицидов. Из 28 наиболее широко распространенных химических пестицидов 23 обладают канцерогенными свойствами. Ежегодно в мире используется около 2 млн т пестицидов. Их остатки обнаруживаются в 40% исследуемых образцов зерна, ягод, плодов и овощей. В мире ежегодно регистрируется 25 млн случаев отравления пестицидами, в т.ч. 20 тыс. со смертельным исходом. Не вызывает сомнения негативное влияние химических пестицидов на природные экосистемы и агроценозы. Ряд химических пестицидов уже использовался в качестве биологического оружия и не исключается возможность такого использования в будущем.

Биологические средства защиты заслуживают все большего внимания как альтернатива химическим пестицидам в качестве их полной замены или использования в интегрированных системах защиты растений. В последние 10 лет число публикаций в области биопестицидов и биотехнологий защиты растений увеличилось более чем в 20 раз. Опубликован ряд монографий, в которых обобщен мировой опыт разработки и применения биопестицидов. Из наиболее значимых работ стоит указать: Cook I., Baker K. «The nature and practice of biological control of plant pathogens». St. Paul, USA, 1996; «Biological suppression of plant disease, phytoparasitic nematodes and weeds». Ed. Singh S.P. Bangalor, India, 1998; «Molecular methods in plant pathology». Ed. Singh P. Boca Raton London—Tokyo, 1995; «Bioassays of entomopathogenic microbes and nematodes». Ed. Navon A., Wallingford, UK, 2000; Harris J., Dent D. «Priorities in biopesticide research and development in developing countries». Wallingford, UK, 2000; «The biopesticide, biocontrol and semiochemical markets». Richmond—N. Y.—Tokyo—Seul, 2004; «The biopesticide manual». Berks. UK, 1998; Evans I. «Biopesticide, biocontrol and Semiochemical markets». Richmond—N. Y.—Tokyo—Seul, 2004.

Исследования биоагентов, биопестицидов и технологий их применения интенсивно проводятся в США и ЕС [«Coordination plan research EC». Vienna, 2000], а также в Бразилии, Индии, Китае, Корею, Мексике, Египте, ЮАР [«Plant protection and quarantine strategic plan». USDA. USA — 2001—2006; «US Federal food and cosmetic act. Good manufacturing practice», CFR titl 21, part 110; «US Federal insecticide, fungicide and rodenticide act»; EC Directive 93/43/EEC; «UK Food safety» («General food hygiene regulations», 1995); «AIB Consolidation standards for food safety», №7. 2000].

Число официально зарегистрированных и выведенных на рынок биологических средств защиты растений по основным позициям в мире и России выглядит следующим образом:

В настоящее время выделяются две основные категории средств биоконтроля вредителей и болезней: биопестициды на основе биоагентов — микроорганизмов и членистоногих. Они подразделяются на биопестициды, рецептуры которых основаны на вирусах, бактериях, грибах, простейших и нематодах, и биоконтролирующие средства, основанные на жуках, мухах, галлицах, златоглазках, клопах, клещах и паразитических осах.

Средства биологической защиты, основанные на биоагентах, объединяет то, что они не включают искусственные химические соединения, но могут включать соединения, полученные из экстрактов растений. Биопестициды (биоинсектициды, биофунгициды, биогербициды, биомоллюскоциды и бионематоциды) вызывают заболевания и гибель объектов контроля. Биологические контролирующие агенты поедают целевые объекты или используют их в качестве пищи для своего потомства. Самостоятельным средством биологической защиты растений являются феромоны членистоногих, грибов, а в последние годы к ним добавляются и феромоны млекопитающих.

Дискуссионным остается вопрос рассмотрения генетически модифицированных растений с геном синтеза эндопептида, выделенного из *Bacillus thuringiensis* (Bt), в качестве средства биологического контроля вредителей. Биопестициды на основе микроорганизмов стали широко использовать в практике сельского хозяйства с 1990 г., фе-

\* - Работа поддержана грантом РФФИ «Юг России» 06-04-96721

ромоны — с 1980 г., биоконтролирующие агенты — с начала XXI века.

В настоящее время в мире 90% всех коммерческих биопестицидов основано на использовании различных видов и штаммов *Vf*. Затем, по степени коммерциализации, идут энтомопатогенные нематоды, биопрепараты на основе ряда видов микромицетов и бактериальные биопрепараты. Более 75% мирового производства биопестицидов и биоконтролирующих видов членистоногих принадлежит США и ЕС. Причем в США преимущественно производятся биопестициды, а в странах ЕС (Бельгия, Франция, Испания) — биоконтролирующие виды членистоногих.

Более 95% всех производимых в мире средств биозащиты приходится на 25 ведущих компаний мира. Активно работают международные организации:

Ассоциация производителей природных биоконтролирующих препаратов и Объединение производителей биопестицидов. Крупнейшие компании Valent Bioscience (США), Certis (США), Koppert Biological Systems (Нидерланды), Pasteuria Bioscience (США), Isagro (Италия), Terra Nostra Technology (Канада) имеют ежегодные продажи средств биозащиты на сумму 100 млн долл. и более. В последние годы наблюдается процесс объединения компаний в ассоциации, которые жестко делят рынки продаж биопестицидов. В США активно работает Association of Natural Biocontrol Producer (ANBP), объединяющая более 40 компаний, производящих биоконтролирующие препараты. Ассоциация контролирует производство и продажу средств биоконтроля. Другое объединение — Biopesticide Industry Alliance (BIA) в США — объединяет 22 компании, контролирующие производство и продажу биопестицидов. В ЕС наиболее значительной является International Biocontrol Manufacturers Association (Франция), объединяющая 57 компаний, которые производят биоконтролирующие агенты, биопестициды, феромоны. Эта ассоциация тесно связана с ANBP, BIA, а также с японской Biocontrol Association.

В настоящее время компании по производству биоконтролирующих агентов, биопестицидов и феромонов существуют в США, Швейцарии, Японии, Индии, Китае, Швеции, Бельгии, Нидерландах, Англии, Италии, Германии, Канаде, Финляндии. Наибольшее число самых крупных компаний находится в США. Общими особенностями всех этих компаний является государственная поддержка их деятельности, целевые заказы МСХ США на производство определенных видов биоконтролирующих агентов, биопестицидов и феромонов, тесная международная кооперация в разработке и испытании биологических средств контроля. Например, английская компания Exosect — ведущий производитель и разработчик технологий применения феромонов — проводит их испытание в 22 странах. Компания Koppert Biological Systems имеет отделения в 10 странах, где тестирует биоинсектициды, которые продает в 30 странах. Американская фирма AgraQuest — разработчик и производитель биофунгицидов — с помощью международной кооперации просканировала 23 тыс. видов и штаммов микроорганизмов на пестицидную активность. На основе 20 перспективных агентов были созданы коммерческие биофунгициды Серенада, Рапсодия, Соната и др. Компании ведут активную работу по селекции перспективных видов и штаммов на повышение их пестицидной активности.

Следует отметить, что бизнес этих компаний строится на производстве и продаже биопестицидов с использованием, в основном, видов бактерий *Bacillus subtilis*, *B. turloughiensis*, трех видов *Pseudomonas*, двух видов стрептомицетов, трех видов грибов, бакуловирусов и вирусов гранулеза.

По данным Международной ассоциации биоконтролирующей промышленности, из всех компаний производящих биоконтролирующие препараты и биопестициды, 40% находятся в США, 35% — в Европе и 25% во всех других странах. Россия в этот перечень не входит, т.к. соответствующей промышленности не имеет.

Общемировые продажи биоконтролирующих агентов и биопестицидов сейчас составляют более 300 млн долл. в год, или около 1% мирового рынка средств защиты растений. При этом объемы продаж микробных биопестицидов составляют 200 млн долл. (65% продаж), биологические контролирующие агенты — 50 млн (16%) и феромоны — 60 млн долл. (19%). В США зарегистрировано и производится около 140 биопестицидов и феромонов, объемы продаж биопестицидов и биоконтролирующих агентов в этой стране составляют 125 млн долл. в год. В ЕС ежегодно реализуют биопестициды на сумму 110 млн долл., в других странах (Япония, Китай, Австрия, Новая Зеландия) — на сумму 75 млн долл. Общие объемы продаж биопестицидов в мире растут примерно на 10% в год.

После США второе место в мире по производству биопестицидов занимает Китай, где расположено 200 заводов, производящих 77 зарегистрированных биопестицидов, которые применяются в стране на 30 млн га.

В США примером масштабного коммерческого использования биопестицидов является препарат Серенада (компания AgraQuest), который применяют на 60% всех плантаций томата в шт. Флорида.

Коммерческое производство и продажа биопестицидов в мире регулируются международным и национальным законодательством. В США контроль за регистрацией и промышленным производством пестицидов осуществляют Агентство по охране окружающей среды (EPA) и Отдел пестицидных программ (OPP), действующие в рамках Федерального закона об инсектицидах, фунгицидах и родентицидах. Создано Управление по регистрации биопестицидов. В стране зарегистрированы в качестве биоагентов 14 видов бактерий, 15 видов грибов, 6 видов вирусов и 1 вид простейших. В соответствии с Международным проектом №4 (IR-4), в котором участвует МСХ США, осуществляется государственная поддержка разработки и регистрации биопестицидов. Регистрация одного биопестицида в США требует годичных испытаний и стоит около 1 млн долл. Поддержка оказывается большинству биопестицидных компаний страны, и в 2004 г. она составила 427 тыс. долл. В том же году было зарегистрировано около 230 различных микробных биопестицидов. Американские государственные программы предусматривают развитие исследований по биологическому контролю. Особое внимание уделяется разработке методов биологического контроля инвазий. Регистрация и применение биологических контролирующих агентов регулируются Законом о защите растений. МСХ США предъявляет особые требования к 47 видам членистоногих, которые могут быть импортированы в страну. В США зарегистрированы и используются 50 феромонов насекомых (в странах ЕС — 30 феромонов). Каждый феромон отдельно регистрируется в каждой стране.

В ЕС регулирование процессов регистрации и оборота биопестицидов осуществляют Европейская комиссия и Европейское агентство по безопасности пищи (European Food Safety Authority — EFSA) на основе директив 91/414 и 2001/36/ЕС с Приложениями II и III. Агентство оценивает научные данные, необходимые для регистрации биопестицидов, а окончательное решение принимает комиссия. В число биоагентов, разрешенных к использованию, входят грибы (54%), бактерии (34) и вирусы (12%). При регистрации биопестицидов учитываются токсичность, патогенность, инфекционность, экотоксикология, гибель биоагента в природной среде в местах приме-

нения биопестицида. Большое внимание уделяется вопросам оценки экологического риска при импорте или экспорте биопестицидов, когда биоагенты могут стать потенциально вредными организмами. Только в Японии для регистрации биопестицидов требуются те же показатели, что и при регистрации химических пестицидов.

Во всех развитых странах идет постоянный процесс гармонизации законов об обороте биопестицидов. Ведущую роль здесь играют Организация экономического сотрудничества и развития, в структуре которой создана специальная группа по регламентации биопестицидов, и Международная ассоциация по биоконтролю.

В настоящее время признано, что контролирующими биоагентами для вредителей могут быть свыше 100 видов бактерий, 800 видов грибов и 300 видов нематод, для контроля сорняков — 50 видов бактерий и грибов, для борьбы с возбудителями болезней растений — всего 20 видов бактерий и грибов.

Компании, производящие биопестициды и биоконтролирующие агенты, уделяют большое внимание молекулярно-биологическим исследованиям факторов патогенности видов, входящих в рецептуры препаратов биопестицидов и биоконтролирующих агентов, а также разработке новых технологий их применения. На высоком научном уровне ведутся работы по получению генномодифицированных биоагентов. Например, биопестицидная компания Ecosgen совместно с семеноводческой компанией Mucogen получила *Pseudomonas fluorescens*, содержащую ген эндотоксина *B. thuringiensis*.

Важное место в менеджменте биопестицидных компаний занимает поиск ниш для продажи, свободных от конкуренции с химическими пестицидами. Особое место здесь занимают культуры, которые высеваются на небольших площадях, леса, пастбища, теплицы, хранящийся урожай, а также технологии получения органических продуктов. Так, только в США производство органических продуктов за 10 лет выросло в 6 раз, а их продажа достигла 12 млрд долл. в год. Здесь ведущее место заняли биологические методы защиты. Биопестициды и биоконтролирующие агенты шире применяются в Европе и Азии, чем в США.

Общими трудностями в разработке и коммерциализации биопестицидов являются относительная дороговизна регистрации биопрепаратов, причем биопестициды должны регистрироваться в каждой стране, где они применяются. Несмотря на то что предполагаемые продажи биопрепаратов будут расти на 7% в год до 2015 г. и в 2014 г. их продажи могут составить 610 млн долл., перспективы выжить имеют только компании, объемы продаж которых составляют не менее 30 млн долл. в год. Будет считаться большим успехом, если эти компании все вместе завоюют 2% мирового пестицидного рынка.

Большое внимание, которое оказывают развитые и развивающиеся страны своим производителям биопрепаратов, постоянно набирающая силу общемировая тенденция экологизации защиты растений от болезней и вредителей, а также употребления для питания органических продуктов будут способствовать расширению биопестицидного бизнеса. Оптимизм в этом плане вселяет и быстрая разработка новых биопестицидов, основанных на выделенных и очищенных природных биологически активных веществах, являющихся факторами патогенности микроорганизмов, используемых как биопестициды, биофунгициды, биогербициды и бионематоды. Они ненамного уступают по активности соответствующим химическим пестицидам, но не оставляют токсичных остатков в сельскохозяйственном сырье и продуктах, не индуцируют процессов повышения резистентности объектов контроля, относительно безопасны для человека и сельскохозяйственных животных.

Сохраняет свое значение использование биопрепаратов в системе интегрированной защиты растений, что позволяет минимизировать использование химических пестицидов.

### **Нужны ли биопрепараты и биологическая защита растений в России!**

Россия серьезно отстает от развитых стран мира по внесению удобрений и использованию химических пестицидов, что видно из следующего сопоставления:

За последние 10 лет обработка биопестицидами посевов, плантаций и садов сельскохозяйственных культур в России сократилась в 6 раз, производство биопрепаратов — в 20 раз. По данным академика К.В. Новожилова, в России нет своего производства химических пестицидов, производятся либо дженерики, либо рецептуры уже известных препаратов. В то же время неблагоприятная фитосанитарная обстановка регистрируется на 70% используемых сельскохозяйственных угодий.

Недостаточные объемы химических защитных обработок посевов сельскохозяйственных культур в большой степени обусловлены их относительно высокой ценой, неэффективной работой отечественной аппаратуры для внесения пестицидов. Химические обработки зерновых культур рентабельны при высокой урожайности (56—60 ц/га) и получаемой прибавке урожая в 6,2 ц/га. Только в этом случае окупаются затраты в 7—10 тыс. руб./га на химические обработки. В случае борьбы с поражением посевов видами токсинообразующих грибов (фузари, аспергиллы, трихотециум и др.) химическая защита посевов вообще нерентабельна. При этом следует учитывать, что из 194,6 млн га сельскохозяйственных угодий 145,6 млн га неблагоприятны по показателям эродированности, засоленности или переувлажнения. Из 87,8 млн га пахотных земель засеивается 37,8 млн га, причем на 30% площади посевов почва чрезвычайно обеднена полезными видами микроорганизмов. Многие агроценозы превращаются в резерваторы возбудителей болезней и вредителей.

Все эти проблемы промышленного растениеводства могут быть в значительной степени решены при широкомасштабном и эффективном использовании биозащиты.

Однако в России фактически нет промышленного производства отечественных биопестицидов и биологических контролирующих агентов. Небольшое число зарегистрированных биопрепаратов и биоагентов производится маленькими лабораториями или цехами без должного контроля их качества, биологической эффективности и безопасности. Справедливо мнение академика В.А. Захаренко, что «при реформировании региональных производственных структур государственной службы защиты растений, в частности, биологических лабораторий (основные производители биопрепаратов), перспективы биологического метода проблематичны, несмотря на его очевидные преимущества перед химическим методом защиты растений по биологической и экологической безопасности». Более чем проблематична организация современного промышленного производства, достаточного по объему и необходимому ассортименту защитных биопрепаратов, крупными частными фирмами и государственными предприятиями. Это обусловлено тем, что сельское хозяйство России не имеет платежеспособного спроса на биологические средства защиты. В России нет и в ближайшие годы не появится крупных частных фирм, специализирующихся на создании, производстве и продаже биопестицидов, т.к. частный капитал не проявляет интереса к этой сфере деятельности в силу отсутствия надежного рынка сбыта.

Несмотря на то что Президентом РФ В.В. Путиным создание и применение биологических средств защиты растений отнесено к приоритетным направлениям развития науки, государственные органы в лице Минэкономразвития России, Минпромэнерго России и Минсельхоза России эти направления не финансируют и не проявляют к ним административного интереса. Не планируется разработка технических регламентов по биопестицидам и биологическим контролирующим агентам. До сих пор не определен четкий порядок испытания и регистрации биоагентов и биопрепаратов. Нет постоянного и надежного контроля за уже зарегистрированными и применяемыми биопрепаратами. Не сформулированы официальные требования к вводимым в производство биоагентам и биопрепаратам.

На государственном уровне четко не определены для защитных биопрепаратов их необходимость, востребованность, эффективность. Поэтому создание биопрепаратов и использование биометода развиваются стихийно. Озвученный правительственными чиновниками тезис, что Россия способна поставлять ежегодно продукции органического земледелия на 150 млрд долл. в год, что подразумевает масштабное применение биометода, не более чем лозунг.

Небольшой объем проводимых в стране разрозненных исследований в области создания защитных биопрепаратов, технологий их применения и скудный перечень зарегистрированных продуктов вселяют мало надежды на расцвет в России биозащиты сельскохозяйственных культур и животных. При этом следует отметить, что даже в странах, где биологической защите уделяется большое внимание, нет приоритетных исследований по технологиям наработки биоагентов. В общем объеме работ в области биозащиты полевые испытания занимают всего 12%, экотоксикология — 25, массовая наработка биоагентов — 22, экономический анализ эффективности производства и применения биопрепаратов — 16%. В этих странах установлено, что основным препятствием для ускоренного развития промышленности биопестицидов является недостаточная информация о потенциальных видах бактерий, грибов и членистоногих для новых биопестицидов и биологических контролирующих агентов.

Анализ мирового масштабного научного и коммерческого создания и применения биозащиты сельскохозяйственных растений показывает, что данное направление развития сельскохозяйственной науки и практики в России должно получить ранг государственной политики. Это диктуется необходимостью дать сельскохозяйственным предприятиям, фермерским хозяйствам и владельцам ЛПХ безопасные, эффективные и недорогие средства биологической защиты растений от болезней и вредителей. Это позволит последовательно решить серьезные проблемы сельскохозяйственного производства: снизить загрязнение агроландшафтов и агроценозов остатками химических пестицидов; остановить рост резистентности к ним вредных объектов; восстановить и повысить супрессивность почв; оздоровить микробиоценозы как сельскохозяйственных угодий, так и производственных хранилищ продуктов урожая, в первую очередь, зерна; создать общую теорию и региональные системы интегрированной защиты растений; обеспечить научный и производственный потенциал для развития промышленного органического земледелия и получения достаточного количества органических продуктов на экспорт.

Особое значение будет иметь стимулирование расширения и повышения научной и практической значимости исследований экологической роли биоагентов полезной микрофлоры, нематод и членистоногих в условиях эпифитотий, инвазий и эпизоотий, в т.ч. при актах биотерроризма.

В перечень мероприятий, финансируемых в рамках национального проекта «Развитие АПК», должны быть включены вопросы государственной поддержки и контроля создания биотехнологических фирм и предприятий, основной сферой деятельности которых будет разработка, производство и продажа биопестицидов и биологических контролирующих агентов в объемах, сопоставимых с ведущими зарубежными фирмами. При нынешнем состоянии проблемы эти вопросы институтами РАСХН и существующими немногочисленными биотехнологическими фирмами не могут быть решены. Отставание России в этой области сельскохозяйственных биотехнологий не только от развитых, но даже от успешно развивающихся стран уже очень велико.

В нашей стране число ученых и технологов, способных создавать биологические средства защиты от болезней и вредителей, уже подошло к критически низкому уровню.

Пусть государственные органы ответят, нужны ли биопрепараты и биологическая защита растений России. Ибо, как говорил мудрый Бисмарк, «любая политика лучше политики неопределенности».