

УДК 632.95

БИОПРЕПАРАТЫ: ТИПЫ, РЫНКИ В РОССИИ И В ДРУГИХ СТРАНАХ

© 2019 г. О. А. Монастырский

Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений
350039 Краснодар, п/о 39, Россия
E-mail: oton36@mail.ru

Поступила в редакцию 28.03.2019 г.
После доработки 04.04.2019 г.
Принята к публикации 08.08.2019 г.

Анализ мировой литературы и практики в области исследований и практического применения в сельском хозяйстве биопрепаратов и технологий биозащиты показал быстро растущий интерес к ним как в развитых, так и в развивающихся странах.

Ключевые слова: биопрепараты, рынки в России и других странах.

DOI: 10.1134/S0002188119110085

РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В МИРЕ

Биологические средства защиты растений 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. Мировой рынок биопестицидов достиг ~6 млрд долл.

Исследования биоагентов, биопестицидов и технологий их применения интенсивно проводят в США и ЕС [1], а также в Бразилии, Индии, Китае, Корее, Мексике, Египте, ЮАР [2–6].

Число официально зарегистрированных и введенных на рынок биологических средств защиты растений по основным позициям в мире и России выглядит следующим образом. В настоящее время выделяют 2 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 применении хищников-членистоногих — жуков, мух, галлиц, златоглазок, клопов, клещей и паразитических ос.

Средства биологической защиты, основанные на биоагентах, объединяет то, что они не включают искусственные химические соединения, но

могут содержать 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 добавили и феромоны млекопитающих. Дискуссионным остается вопрос рассмотрения генетически модифицированных растений с геном синтеза эндотоксина, выделенного из *Bacillus thuringiensis* (**Bt**), в качестве средства биологического контроля вредителей.

По числу используемых биологических средств биоциды распределяются следующим образом.

	Мир	Россия
Природные биологически активные вещества	30	3
Феромоны	45	1
Бакуловирусы, бактерии, грибы, простейшие, нематеоды	60	12
Виды членистоногих для контроля насекомых-вредителей и клещей	40	0

Биопестициды на основе микроорганизмов стали широко использовать в практике сельского хозяйства с 1990 г., феромоны — с 1980 г., биоконтролирующие агенты — с начала XXI века.

В настоящее время в мире 90% всех коммерческих биоpestицидов основано на использовании различных видов и штаммов *Vt*. Затем, по степени коммерциализации, идут энтомопатогенные нематоды, биопрепараты на основе ряда видов микромицетов и бактериальные биопрепараты. Более 75% мирового производства биоpestицидов и биоконтролирующих видов членистоногих принадлежит США и ЕС. Причем в США преимущественно производят биоpestициды, а в странах ЕС (Бельгии, Франции, Испании) – 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 биоpestицидов. Крупнейшие компании Valent Bioscience (США), Certis (США), Koppert Biological Systems (Нидерланды), Pasteuria Bioscience (США), Isagro (Италия), Terra Nostra Technology (Канада) производят ежегодно средства биозащиты на сумму 100 млн долл. и более. В последние годы отмечен процесс объединения компаний в ассоциации, которые жестко делят рынки продаж биоpestицидов. 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 биоpestицидов. В ЕС наиболее значительной является International Biocontrol Manufactures Association (Франция), объединяющая 57 компаний, которые производят биоконтролирующие агенты, биоpestициды, феромоны. Эта ассоциация тесно связана с ANBP, BIA, а также с японской Biocontrol Association.

В настоящее время компании по производству биоконтролирующих агентов, биоpestицидов и феромонов существуют не только в США, но и Швейцарии, Японии, Индии, Китае, Швеции, Бельгии, Нидерландах, Англии, Италии, Германии, Канаде, Финляндии. Общими особенностями всех этих компаний является государственная поддержка их деятельности, целевые заказы МСХ США на производство определенных видов биоконтролирующих агентов, биоpestицидов и феромонов, тесная международная кооперация в разработке и испытании биологических средств контроля. Например, английская компания Ecossect – 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 стран мира. Американская фирма AgraQuest – разработчик и производитель биофунгицидов – с помощью международной кооперации сканировала 23 тыс. видов и штаммов, микроорганизмов на пестицидную активность. На основе 20 перспективных агентов были созданы коммерческие биофунгициды: препараты серенада, рапсодия, соната и др. Компании ведут активную работу по селекции перспективных видов и штаммов на повышение их биоpestицидной активности.

Следует отметить, что бизнес этих компаний строится на производстве и продаже биоpestицидов с использованием в основном видов бактерий *Bacillus subtilis*, *B. turloughiensis*, 3-х видов *Pseudomonas*, 2-х видов стрептомицетов, 3-х видов грибов, бакуловирусов и вирусов гранулеза.

По данным Международной ассоциации биоконтролирующей промышленности, из всех компаний, производящих биоконтролирующие препараты и биоpestициды, 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 биоpestицидов сейчас составляют более 3000 млн долл. в год, или ≈1% мирового рынка средств защиты растений. При этом объемы продаж микробных биоpestицидов составляют 200 млн долл. (65% продаж), биологические контролирующие агенты – 50 млн (16%) и феромоны – 60 млн долл. (19%). В США зарегистрировано и производят ≈140 биоpestицидов и феромонов, объемы продаж биоpestицидов и биоконтролирующих агентов в этой стране составляют 125 млн долл. в год. В ЕС ежегодно реализуют биоpestициды на сумму 110 млн долл., в других странах (Япония, Китай, Австрия, Новая Зеландия) – на сумму 75 млн долл. Общие объемы продаж биоpestицидов в мире растут примерно на 10% в год.

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

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

Коммерческое производство и продажа биоpestицидов в мире регулируются международным и национальным законодательствами. В США контроль за регистрацией и промышленным производством пестицидов осуществляют Агентство по охране окружающей среды (EPA) и Отдел пести-

цидных программ (ОРР), 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 ≈1 млн долл. Поддержку оказывают большинству биопестицидных компаний страны, и в 2004 г. она составила 427 тыс. долл. В том же году было зарегистрировано ≈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 учитывают токсичность, патогенность, инфекционность, экотоксикологию, гибель биоагента в природной среде в местах применения биопестицида. Большое внимание уделяют 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 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 ведут работы по получению генномодифицированных биоагентов. Например, биопестицидная компания Ecogen 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 занимают культуры, которые высевают на небольших площадях, леса, пастбища, теплицы, хранилища урожая, а также технологии получения органических продуктов. Например, только в США производство органических продуктов за 10 лет выросло в 6 раз, а их продажа достигла 12 млрд долл. в год. Ведущее место заняли биологические методы защиты. Биопестициды и биоконтролирующие агенты шире применяют 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 их применяют. Несмотря на то что предполагаемые продажи биопрепаратов будут расти на 7% в год до 2015 г., и в 2014 г. их продажи составили 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 употребление 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 бионематоциды. 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 в 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 (фузариями, аспергиллами, трихотецциумом 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 засевают только 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 реше-

ны 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 производят в маленьких лабораториях или цехах 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 (основных производителей 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, достаточно 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 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 применения биопестицидов и биологических контролирующих агентов. 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 необходимость, востребованность, эффективность защитных биопрепаратов. 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, экологический 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.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ мирового масштабного научного и коммерческого создания и применения биозащиты сельскохозяйственных растений показал, 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 интегрирован-

ной 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 эпизоотии, 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 РАН 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.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Coordination plan research EC. Vienna, 2000.
2. Plant protection and quarantine strategic plan USA, 2001–2006.
3. US. Federal food and cosmetic act. Good manufacturing practice, CFK titl 21, part 110.
4. US. Federal insecticide, fungicide and rodenticide act. EC Directive 93/43/EEC.
5. UK Food safety. General food hygiene regulations. 1995.
6. AIB Consalidation standards for food safety. 2000. № 7.

Biologics: Types, Markets in Russia and in Other Countries

O. A. Monastyrskii

*All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection
p/o 39, Krasnodar 350039, Russia
E-mail: omon36@mail.ru*

The analysis of the world literature and practice in the field of research and practical application in agriculture of biological products and technologies of biosecurity showed a rapidly growing interest in them both in developed and developing countries.

Key words: biological products, markets in Russia and other countries.