

УДК 631.95

Рубежняк И.Г.

БИОГЕРБИЦИДЫ: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины,
Киев, Героев обороны 13, 03041*

Rubezhniak I.G.

BIOHERBICIDES: HISTORY, CURRENT STATUS AND THE FUTURE

Kiev, Heroiv Oborony str. 13, 03041

Аннотация. В работе рассматривается состояние рынка биогербицидов в Украине, история изучения и проблемы их получения в промышленных масштабах, использования в сельском хозяйстве

Ключевые слова: биогербициды, история, перспективы, проблемы применения

Abstract. In this paper we describe the history, use of bioherbicides in Ukraine, commercial successes and risks associated with bioherbicides

Key words: bioherbicides, history, prospect, risks

Современное экстенсивное земледелие наносит значительный вред окружающей среде и приводит к снижению качества сельскохозяйственной продукции. Вследствие интенсификации земледелия человечество в последние годы было вынуждено искать и переходить на альтернативные модели ведения хозяйства. Именно такой формой является экологическое или органическое земледелие. Характерной чертой органического земледелия является борьба с сорняками и различными вредителями сельскохозяйственных культур с помощью биологических препаратов. Растущие опасения по поводу негативного влияния синтетических пестицидов на организм человека приводят к поэтапному отказу правительств различных стран от сотни химических

синтетических средств защиты. Это создает тем самым широкие возможности для развития рынка биопрепаратов.

Кроме того, правительства ЕС и США строго регламентируют максимальный предел остатков (MRL) пестицидов в импортных продуктах питания. Несколько крупных компаний розничной торговли питания требуют полного отсутствия пестицидов. В результате этого рынок биопестицидов стал одним из наиболее растущих и востребованных органического сельскохозяйственного сектора [8].

В то время как производство химических пестицидов ежегодно увеличивается на 1-2%, сегмент органических средств демонстрирует стабильный рост на уровне 10-15%, а его объем оценивается в 300 млн. долларов. Мировой рынок биопестицидов, по прогнозам аналитиков, достигнет \$ 6,2 млрд. к 2020 году. Европейский рынок биопрепаратов возрастает в среднем на 16,6% ежегодно.

В Украине рынок биопестицидов не может похвастаться таким же развитием как в странах ЕС и США. В 2013 г. зарегистрированы 60 биопестицидов. Из них самыми популярными являются актофит, планриз, триходермин, фитофторин, лепидоцид. Биогербициды практически отсутствуют. Большинство фермеров в Украине считает препараты на биологической основе малоэффективными. Так как эффективность таких препаратов практически на 50% меньше, чем синтезированных, а их зависимость от погодных условий на 30-40% больше. Однако цена биопестицидов на 30-40% дешевле. Производители органической продукции давно успешно используют биопестициды. Их опыт показывает, что такие препараты в комплексе с правильными агротехническими приемами действуют не хуже синтетических. Одним из главных условий действия биопрепаратов является увеличение количества обработок в 2 раза и температура при внесении не выше 28-29°C [9].

Многие ученые уже давно говорят о необходимости введения комбинированных систем, состоящих из химического и биологического

способа защиты. При таком комбинировании аграрий получит необходимое снижение негативного влияния на окружающую среду, уменьшение затрат на защиту и повышение ее эффективности.

Поэтому в наше время перспективным направлением является создание биогербицидов на основе фитопатогенных видов бактерий и грибов.

Возбудители различных болезней растений широко используются в борьбе против сорняков одновременно с использованием химических гербицидов. Термин биогербицид используется для препаратов гербицидов, полученных на основе любых живых организмов (грибы, бактерии, вирусы, простейшие). Биогербициды полученные на основе использования грибов и продуктов их жизнедеятельности называются микогербицидами.

Поиски микогербицидов для контроля сорняков в сельском хозяйстве начались в 1940 году. Первые исследования проводились с использованием штаммов аборигенных микромицетов в борьбе против целевых сорняков. Примером может служить биопрепарат на основе гриба *Fusarium oxysporum*, действие которого направлено против широко распространенного сорного растения - кактуса опунции (*Opuntia ficus-indica*) на Гавайях. В 1950-х в России в большом количестве начали получать споры *Alternaria cuscudacidae* и применяют их против паразитарного сорняка повилики (*Cuscuta* spp.). В 1963 году китайцы начинают серийно производят препарат микроскопического гриба *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *cuscutae* для борьбы против того же сорняка. Они назвали свой микогербицид «LuBaо» и его улучшенная формула используется аграриями и сегодня [7].

С этого времени были проведены во всем мире более чем 100 различных исследований по получению биогербицидов, но только небольшой процент из них привел к получению коммерчески доступных и зарегистрированных препаратов (табл.1). Действие большинства биогербицидов направлено на борьбу с сельскохозяйственными сорняками, но они также могут быть полезны для борьбы с сорняками на несельскохозяйственных территориях (зоны отдыха, леса, газоны, сады, площадки для гольфа и т.д.), где синтетические

**Микогербициды используемые в сельском хозяйстве (состояние на
октябрь 2008) [7]**

Страна	Продукт и патоген	Сорняк-мишень	Статус
США, 1960	Acremonium diospyri	Деревья хурмы (Diospyros virginiana)	Неизвестно
China, 1963	Lubao: Colletotrichum gloeosporioides f. sp. cuscutae	Повилика (Cuscuta spp.) как сорняк сои	Вероятно еще используется
США, 1981	DeVine®: Phytophthora palmivora	Morrenia odorata в цитрусовых садах	Состояние неизвестно, возможно недавно появился на рынке
США, 1982	Collego™: Colletotrichum gloeosporioides f. sp. aeschynomene	Северный копеечник (Aeschynomene virginica) в посевах риса и сои	Не производится с 2003 года, но производители собираются возобновить выпуск
США, 1983	CASST™: Alternaria cassiae	Род кассия (Cassia spp.) в посевах сои и земляного ореха	Не доступен, т.к. не выпускается
США, 1987	Dr BioSedge: Puccinia canaliculata	Сыть съедобная (Cyperus esulentus) в посевах сои, сахарного тростника, кукурузы, картофеля и хлопка	Производство нерентабельно, не для длительного использования
Канада, 1992	BioMal®: Colletotrichum gloeosporioides f. sp. Malvae	Круглолистная мальва (Malva pusilla) в посевах пшеницы, чечевицы и льна	Больше не выпускается, но есть спрос
Южная Африка, 1997	Stumpout™: Cylindrobasidium leave	Виды акации в насаждениях	По-прежнему в продаже, хотя спрос уменьшился из-за отсутствия рекламы

Нидерланды, 1997	Biochon™: Chondrostereum purpureum	Древесные сорняки, такие как Prunus serotina в лесном хозяйстве	Был в продаже до конца 2000 года. Снят с производства в связи с низким уровнем продажи
Япония, 1997	Camperico™: Xanthomonas campestris pv poae	Мятлик однолетний (Poa annua) на гольф полях	В продаже
Южная Африка	Hakatak: Colletotrichum acutatum	Наkea gummosis и N. sericea в насаждениях	Не зарегистрирован, но будет производиться, если появится спрос
США, 2002	Woad Warrior: Puccinia thlaspeos	Вайда красильная (Isatis tinctoria) на фермах, пастбищах и на обочине дорог	Зарегистрирован, но никогда не производился из- за отсутствия рекламы. После регистрации, штамм микромицета изучается дальше
Канада, 2004	Chontrol™ = Ecoclear™: Chondrostereum purpureum	Ольха, осина и другие деревья в лесу	В продаже
Канада, 2004	Myco-Tech™ paste: Chondrostereum purpureum	Лиственные виды деревьев в насаждениях	В продаже
USA: 2005	Smolder: Alternaria destruens	Виды повилики на сельскохозяйственных полях, сухих болотах и питомниках декоративных растений	Зарегистрирован, выпускается с 2007
Канада, 2007	Sarritor: Sclerotinia minor	Одуванчик (Taraxacum officinale) на газонах и лужайках	В продаже

гербициды не желательно использовать или где их использование нерентабельно. При этом следует отметить, что химическая промышленность регулярно тестирует тысячи неорганических соединения, чтобы найти одно, которое можно использовать как гербицид.

Одной из нерешенных проблем при использовании биопестицидов является отсутствие исследований по изучению химического состава фитотоксических веществ и механизма(ы) их действия. При получении биогербицидов химический состав препарата часто является камнем преткновения. Кроме того, чрезвычайно трудно получить биологически активные соединения живых организмов, которые бы вели себя надежно и предсказуемо в полевых условиях. Препараты эти часто выглядят многообещающими в лабораториях и не показывают аналогичного результата в полевых условиях. Требуются многолетние эксперименты для получения препарата, действующего в полевых условиях. Кроме того, каждая страна имеет свои правила регистрации биопрепаратов и этот процесс может быть дорогостоящим и сложным (например, 5 лет потребовалось для регистрации препарата в BioMal ®).

Многолетние исследования по получению биогербицида из штамма *Fusarium tumidum*. проводились в Новой Зеландии. Главной мишенью его действия были сорные молодые растения дрока и раkitника возрастом до 2 месяцев. Однако длительные испытания показали, что штамм *F. tumidum* не пригоден для получения биопрепарата в промышленных масштабах. Поэтому объектом дальнейших исследований стал гриб *Chondrostereum purpureum*, который рассматривался как перспективный организм для получения микогербицида не только против дрока и раkitника, но и против широкого спектра других сорняков-деревьев. *S. purpureum* растет на мертвой древесине (на сухих ветвях и стволах), пнях, строительной древесине или паразитирует в основании стволов живых лиственных и хвойных деревьев. Вызывает смешанную или периферическую (заболонную) белую гниль. Особый вред наносит косточковым плодовым породам деревьев, являясь причиной опасного

заболевания «млечный блеск» (в середине лета появляется серебристый налет на листьях, ветки засыхают через 2 года). Заражение деревьев происходит через свежие раны на деревьях. Исследования биопрепаратов этого гриба одновременно проводились в Нидерландах и Канаде с целью получения микогербицида против древесных сорняков, таких как черёмуха поздняя. Был получен микогербицид с названием «BioChon» в Европе и «Chontrol» в Канаде. В США он известен как ESOclear. Препарат успешно прошел регистрацию и широко применяется в Западной Канаде и США [7].

В настоящее время продолжаются дальнейшие исследования, направленные на анализ возможности использования фитопатогенных грибов в борьбе с сорняками и нежелательной растительностью. Штаммы грибов способны утилизировать широкий спектр источников питания, их можно легко культивировать на искусственных питательных средах, что позволяет накапливать инфекционный инокулюм в промышленных масштабах. Перспективными для получения микогербицидов являются виды *Alternaria* [3], *Colletotrichum* [5], *Puccinia* [3], *Myrothecium* [3,4], *Drechslera* [1], *Curvularia* [6], *Trichoderma* [2] и некоторые энтомопатогенные грибы.

Биогербициды, полученные на основе фитопатогенных грибов, высокоспецифичны, быстро распространяются в популяциях растений - хозяев и не оказывают негативного влияния на теплокровных животных и человека. Однако вопрос, связанный с риском применения препаратов с биогербицидной активностью, остается открытым. В большинстве случаев, риски, связанные с использованием биогербицидов могут включать в себя такие проблемы, как воздействие на другие нецелевые организмы (конкуренция / замещение полезных микроорганизмов в природных сообществах), отдаленными эффектами действия этих веществ, а также кумуляцией веществ и их производных, которые могут быть токсичными для млекопитающих и другие эффекты.

Большинство европейских стран имеют свои собственные приоритетные методы оценки при регистрации новых биопрепаратов [3]. Одни страны

акцентируют свое внимание на данных испытаний биогербицидов в природной среде - способности к быстрому разложению в окружающей среде без образования токсичных производных, влияние на целевые и нецелевые организмы. Другие страны для оценки применения биологических препаратов требуют подробную информацию о токсичности препаратов для человека и других нецелевых организмов, которую исследуют в лабораторных условиях.

Таким образом, для минимизации риска при применении биопестицидов, в том числе биогербицидов следует [3]:

- разработать методы обнаружения следовых количеств токсичных метаболитов биогербицидов в растениях и других объектах;

- определить нормы расхода, концентрацию, время экспозиции, способы обработки препаратами, чтобы минимизировать / исключить накопление в пищевых цепях человека;

- отобрать высокопродуктивные микробные штаммы, которые синтезируют в минимальных количествах токсические вещества, вредные для теплокровных животных;

- оптимизировать параметры синтеза необходимых веществ;

- разработать диагностические тесты необходимых для регистрации и решения вопросов экологической безопасности биопестицидов;

- разработать высокоточные методы анализа и оценки биохимического и токсического действия биопрепаратов.

Литература:

1. Cassela F., Charudattan R., Vurro M. Effectiveness and technological feasibility of bioherbicide candidates for biocontrol of Green Foxtail (*Setaria viridis*). *Biocontrol Science and Technology*. 2010. - Vol. 20 Issue 10: p1027-1045.

2. Gomathinayagam S., Persaud S. A., Rekha M. Comparative study of biological agents, *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride* for controlling brown spot disease in rice. *Journal of Biopesticides*. 2012. - Vol. 5 Issue Sup: p28-32

3. Hoagland R.E., Boyette G. D, Weaver M.A. Bioherbicides: research and risks - Toxin Reviews,2007.- 26:313–342
4. Hoagland R. E., Teaster N. D., Boyette C. D. Bioherbical effects of *Myrothecium verrucaria* on glyphosateresistant and-susceptible Palmer amaranth biotypes. Allelopathy Journal. 2013.- Vol. 31 Issue 2: p367-376.
5. Zhang W., Wolf T.M., Bailey K. L., Mortensen K., Boyetchko S. M. Screening of adjuvants for bioherbicide formulations with *Colletotrichum* spp. and *Phoma* spp. Biological Control. 2003. - Vol. 26 Issue 2: p95.
6. Zhu Y., Qiang S. Isolation, Pathogenicity and Safety of *Curvularia eragrostidis* Isolate QZ-2000 as a Bioherbicide Agent for Large Crabgrass (*Digitaria sanguinalis*). Biocontrol Science and Technology. 2004.-Vol. 14 Issue 8: p769-782.
7. <https://www.landcareresearch.co.nz>
8. <http://pesticidov.net/ru/news/world/4327>
9. <http://ukrchem.dp.ua/2013/07/24/mirovoj-rynok-biopesticidov-rastet.html#more-24185>