

УДК 632.937

¹Кандыбин Н.В., ¹Патыка Т.И., ¹Ермолова В.П., ²Патыка В.Ф.

(¹Россия, С.Петербург, ²Украина, Киев)

МИКРОБИОКОНТРОЛЬ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕКОМЫХ И ЕГО ДОМИНАНТА *BACILLUS THURINGIENSIS*

Сельскохозяйственное производство одна из основных и важнейших отраслей и структур любого государства. При этом следует подчеркнуть, что эта отрасль по своей структуре, задачам и технологиям очень сложна и многопланова. Вырастить культурные растения или животных и получить необходимую продукцию, отвечающую всем требованиям количества и качества, нелегкая задача. Для ее выполнения требуются разносторонние биологические, технологические, агротехнические и другие знания и умения. Это тем более важно и сложно, если учесть, что сельскохозяйственное производство любого уровня и всех форм собственности тесно стыкуется с экологией и охраной природы, нередко вступая в противоречие с ней. Эти противоречия с природой возникли еще в древние времена, как только человек, наделенный разумом, стал изобретать орудия производства, в первую очередь для добывания огня, во вторую - производить пищу, не довольствуясь природными дарами. С этих пор человек наметил разделительную черту между собой и природой, будучи продуктом этой природы. Находясь малочисленной частицей природы, человек не мог заметно влиять на ее состояние и развитие.

По мере роста численности населения Земли, появления общественных формаций, а затем и государств, деятельность человека все интенсивнее развивалась, усложнялась, что происходило в основном за счет природы. Нарушались закономерности природы, сложившиеся в процессе длительнейшей эволюции. В первую очередь это касалось земледелия и растениеводства. Усложнялись методы и приемы человеческого воздействия на почву и растения. Пусть читателю не покажется это парадоксальным, но это несомненно так было и так, к сожалению продолжается. Разумеется, что иного развития в отношениях человека с природой представить трудно и, пожалуй, невозможно, ибо это грозило голодной катастрофой и массовым вымиранием. Понимая последнее, человек изобретал все новые сильные, при этом по-человечески оправданные, средства и орудия производства продовольствия, кормов и земледельческого сырья. В сложившейся ситуации взаимоотношений человека с природой поневоле («воленс-ноленс») вынуждено и нередко возникали не совсем обоснованные действия и призывы типа «мы не можем ждать милостей от природы, взять их у нее наша задача» или иезуитский тезис «все средства хороши для достижения цели».

В настоящее время, век бурного развития различных отраслей промышленности, косметологии и информации, человечество продолжает игнорировать природно-сложившиеся биологические сообщества и вытекающие из этого опасности, нарушая продуктивность экологических систем, обеспечивающих человечество необходимыми ресурсами продовольствия и сырья.

В области производства продовольствия и сырья, чем занимается сельское и лесное хозяйства, указанные выше экологические нарушения особенно тревожны и опасны. В частности, существуют так называемые нитратные и пестицидные проблемы.

Оставим нитратную проблему в стороне, которая выходит за рамки нашей цели, и подробнее коснемся пестицидной проблемы. В настоящее время в защите растений многих стран мира, в том числе в наших странах, пестициды химического синтеза или как их еще именуют синтетические пестициды, занимают ведущее положение.

Широкое и часто неконтролируемое использование пестицидов приводит к серьезным отрицательным последствиям, а именно: накапливаясь в биоценозах, пестициды нарушают цепи питания сочленов ценоза; подавляют деятельность природных регуляторов численности вредных агентов; загрязняют окружающую среду и сельскохозяйственную и лесную продукцию.

Сельскохозяйственная продукция, полученная с помощью пестицидов, теряет свою товарную ценность, так как она не безопасна для здоровья людей.

Кроме того, широкое использование пестицидов, помимо перечисленных негативных последствий, вызывает у вредных агентов популяционную резистентность, что вынуждает

защитников растений увеличивать дозы и кратность применения этих пестицидов, а это в свою очередь, умножает негативный эффект.

Несмотря на значительные достижения, полученные благодаря широкому использованию пестицидов, в частности в борьбе с вредителями растений и с переносчиками многочисленных инфекций человека и полезных животных, ученые и общественность встревожены проблемой остатков пестицидов в окружающей среде, пищевых продуктах, кормах, сырье и воде.

Эти остатки даже в малых количествах представляют угрозу для человека, полезных и диких животных. Недостаточно исследован метаболизм и естественный распад пестицидов, их перемещение во внешней среде.

По этой причине американский ученый Dorst [1] считает, что самые опасные пестициды те, на которые не распространяются меры контроля.

Давняя озабоченность науки и практики пестицидной проблемой привела к разработкам комплексных, экологически оправданных мер защиты растений, с надеждой резкого сокращения объемов производства и применения пестицидов. Однако эта тенденция вступила в противоречие с химической промышленностью, бурно развивавшейся в XX веке. Плюс к тому накопленный опыт химической защиты захватил и оттеснил специалистов защитников от других экологически безопасных методов.

В результате во всех странах в защите растений и животных преобладающее значение остается за синтетическими пестицидами, а другие средства и приемы выполняют роль вспомогательных, тогда как должно быть ровно наоборот.

К числу средств, альтернативных синтетическим пестицидам, наряду с другими, относятся биологические средства, в том числе микробиологические, отличающиеся от химических значительно большей селективностью действия, а следовательно, экологической безопасностью.

Биологическая защита растений полностью отвечает требованиям недавно возникшей глобальной проблемы биологизации земледелия и растениеводства. Во многих странах взят курс на производство продовольственной продукции без химии. Появились супермаркеты по продаже экологически чистой продукции, которая гораздо успешнее реализуется.

Из всех факторов, определяющих продуктивность сложной системы «почва – растение – микроорганизмы», именно последние играют определяющую, во многом еще не полностью изученную и известную роль. Хотя первые данные о пользе микроорганизмов для повышения почвенного плодородия известны уже тысячи лет, основной взгляд на взаимоотношение растений и микробов сводился к установлению между ними трофических связей, что в значительной мере верно и сейчас. Но именно исследования последних лет показали, что эти связи гораздо сложнее, многообразнее и незаменимы для нормального функционирования растений. С помощью современных молекулярно-биологических методов удалось показать, что растения обладают целой генетической системой, определяющей успех взаимодействия, в том числе и в первую очередь с микроорганизмами.

Одним из выходов из создавшегося положения может стать создание индустрии производства комплекса биологических средств оптимизации сельского хозяйства. Следует подчеркнуть, что речь ни в коей мере не идет о свертывании производства агрохимикатов, которое необходимо наращивать до пределов, гарантирующих повышение эффективности производства с одной стороны, а с другой – не увеличивающих риск загрязнения окружающей среды.

Микробиологические препараты могут, например, значительно снизить дозы минеральных удобрений, повысить коэффициент их использования. Только в условиях нынешнего дефицита микробиологические препараты можно рассматривать как замену химическим. Однако актуальность подобной проблемы не исчезает даже при достаточном потреблении агрохимикатов. Более того, оптимальное использование химических средств возможно лишь при их рациональном сочетании со всем комплексом биологических препаратов и технологий. Речь идет, прежде всего, о микробиологических земледобрильных препаратах, биопестицидах, пробиотиках и им подобных. Целая гамма таких препаратов разработана учеными разных стран. Они хорошо зарекомендовали себя не только в России, Украине, Беларуси и других странах СНГ, но и в дальнем зарубежье и позволяют говорить о комплексной биологизации (в т.ч. микробиологизации) сельскохозяйственного производства. Так, существуют препараты и технологии, способные «создавать» грунт с нужными характеристиками, оптимизировать питание растений азотом (применение только препаратов на основе азотфиксирующих микроорганизмов позволило бы сэкономить до 2 млн. тонн азотных удобрений и получить дополнительно до 3-4 млн. тонн полноценного растительного белка),

суттєво знизить дефіцит фосфора, забезпечить растения фізіологічно активними речовинами, захистить их от многих вредителей и даже от наиболее опасных почвенных инфекций. Препараты на основе полезных микроорганизмов способны ускорить процесс очищения окружающей среды от загрязнений, снизить поступление вредных веществ в сельскохозяйственную продукцию (нитраты, пестициды, тяжелые металлы и др.), в т.ч. и накопление радиоактивных элементов.

Невозможно переоценить роль микроорганизмов в повышении эффективности животноводства (усвоении и сохранении кормов, повышении сопротивляемости организма животных к болезням, переработке отходов животноводства).

В отличие от агрохимических средств, применение микроорганизмов обходится значительно дешевле, так использование земледобрильных биопрепаратов позволяет экономить от 50 до 100 кг минеральных азотных удобрений на гектар, цена которых на мировом рынке составляет в среднем 100-200 долларов, а стоимость гектарной нормы препарата всего 4-5 доллара и кроме того, применение биопрепаратов свободно от многих негативных экологических последствий, повышает почвенное плодородие и качество продукции. Многие из этих препаратов являются уникальными, и их применение могло бы быть весьма эффективным в различных эколого-географических регионах, повышая тем самым конкурентоспособность сельскохозяйственного производства и его продукции. По своей эффективности биопрепараты, при правильном применении, не уступают химическим средствам, а в ряде случаев, в силу широкой комплексности их действия на растения и безопасности для человека и окружающей среды, они более удобны.

В настоящее время в арсенале сельскохозяйственной микробиологии накоплен ряд рекомендаций и препаратов, направленных на экологизацию сельского хозяйства и получение экологически чистой продукции. Создан банк различных экологически безопасных видов микроорганизмов, практически значимых в растениеводстве, животноводстве, птицеводстве, защите растений, хранении и переработки сельскохозяйственной продукции.

Целесообразно говорить обо всей гамме препаратов, объединяя их под названием «Микробные препараты для оптимизации сельскохозяйственного производства».

Развертывание микробиологических производств является одним из наиболее приоритетных и перспективных путей решения проблем повышения устойчивости сельскохозяйственного производства, экологической и социальной безопасности страны.

Предлагаемая читателю статья и ее авторы преследуют цель лишний раз обратить внимание на одну из важнейших задач нашего государства и общества и всячески содействовать делу внедрения в сферы сельского и лесного воспроизводства, а также в здравоохранение таких средств борьбы с насекомыми, которые не вызывают негативных последствий. К таким средствам, с полным правом, можно отнести микробиологические средства и, в первую очередь, микроорганизмы группы *Bacillus thuringiensis*, которые являются доминантными из всего комплекса энтомопатогенных микроорганизмов, известных в мире и используемых в защите растений.

В 70-х годах прошлого столетия во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии под руководством профессора Кандыбина Н.В. был создан первый энтомоцидный высокоэффективный экологически безопасный биопрепарат на основе *Bt ssp. thuringiensis (H₁)* – битоксибациллин (БТБ), сухой порошок, для защиты овощных, плодовых, ягодных, технических, лекарственных культур и картофеля от многочисленных (свыше 70 видов) вредителей. В их числе: совки, белянки, моли, шелкопряды, пяденицы и др. чешуекрылые; колорадский жук; паутиный клещ и др. БТБ отличается от других препаратов содержанием трех энтомоцидных компонентов (спор, кристаллического эндотоксина и термостабильного экзотоксина - 0,6-0,8%) [2, 3].

Присутствие в препарате экзотоксина расширяет спектр его действия за счет контактного действия на некоторых насекомых. В технологии производства БТБ впервые было использовано вакуумное выпаривание культуральной жидкости и распылительная сушка концентрата, обеспечивающие сохранение в препарате всех трех энтомоцидных компонентов (спор, кристаллического эндотоксина и небольшого количества экзотоксина). В промышленном производстве осуществлялся выпуск 2-х форм сухого порошка с титром спор 45 и 60 млрд/г.

На основе этой технологии специалистами Бердского завода (ныне «Сиббиофарм») разработана и зарегистрирована модифицированная пастообразная форма БТБ, названная биколом.

БТБ во всех формах рекомендован для контроля численности широкого круга чешуекрылых вредителей, а также против колорадского жука, паутинового клеща и других насекомых из других систематических групп. Подробные данные по срокам в региональном аспекте и с учетом фенологии

развития насекомых-вредителей, а также по эффективным дозам на разных сельскохозяйственных и лесных культурах представлены в главе 11 и приложении.

На основе *Bt ssp. kurstaki*, как уже упоминалось, создан препарат лепидоцид (по действующему началу аналогичен американскому препарату дипел). Создана серия препаративных форм этого препарата (жидкость, порошок, суспензионный концентрат, таблетки). Лепидоцид эффективен против чешуекрылых насекомых-вредителей. Его высокая эффективность обеспечивается при условии современной технологии его производства, позволяющей накопление в препарате спор и кристаллического эндотоксина в соотношении 1:2, а иногда и более (вместо 1:1).

В институте микробиологии АН Армении на основе *Bt ssp. caucasicus* (по международной номенклатуре *Bt ssp. darmstadensis*) был создан биологический инсектицидный препарат – БИП (сухой порошок и паста с титром спор соответственно 30 млрд/г и 20 млрд/г). Применялся аналогично другим биопрепаратам в виде водных растворов для опрыскивания растений. Эффективен в отношении гусениц младших возрастов капустной и репной белянок, капустной моли, огневки. На плодовых культурах – против яблонной и плодовой молей, боярышницы и др. для каждого поколения вредителей.

В Белорусском НИИ лесного хозяйства был создан биопрепарат гомелин на основе *Bt ssp. thuringiensis* (H_1), выделенного от насекомых из лесного биоценоза. Сухой порошок с содержанием не менее 90 млрд спор и кристаллов на 1 г препарата. Рекомендован для использования в лесных хозяйствах против соснового шелкопряда, сосновой пяденицы, шелкопряда-монашенки, дубовой хохлатки, зеленой дубовой листовертки. А в сельском хозяйстве может использоваться против вредителей капусты (белянок, молей, огневков, совок).

Bt ssp. israelensis (H_{14})- биоагент ларвицидного высокоэффективного микробного препарата бактокулицид (ГНУ ВНИИСХМ РАСХН), который широко используется для контроля численности кровососущих комаров и мошек, а также рисового и шампиньонного комариков) в разнообразных программах относительно борьбы с переносчиками болезней. Препаративная форма в крупнотоннажном производстве – сухой порошок (титр спор от 50 до 100 млрд/г), паста, гранулы, жидкая форма – в региональном малотоннажном режиме. Норма расхода – 0,5-2,0 кг/га сухого порошка против кровососущих комаров родов *Aedes*, *Culex* и 2-3 кг/га – против р. *Anopheles* (переносчик малярии), жидкой – 50-100 мл/га. Препарат применяют в водоемах разного типа, в подвальных помещениях, гидросооружениях и других местах размножения комаров. Безопасен для рыб и нецелевых гидробионтов. Бактокулицид испытан во многих регионах РФ, а также в других странах: Украина, Белоруссия, Индия, Шри Ланка, Вьетнам, Чехословакия, Куба. Во всех испытаниях бактокулицид показал 90-100% эффективность в течение 24-72 часов [4].

Bac. thuringiensis по объемам производства и применения в этой области занимают преобладающее место, выражающееся по продажам цифрой в 90%. Однако общая сумма продаж биопрепаратов в мире исчисляется 300 млн. долларов в год, что составляет лишь 1% от суммы реализации химических пестицидов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

1. Кандыбин Н.В., Патыка Т.И., Ермолова В.П., Патыка В.Ф. Микробиоконтроль численности насекомых и его доминанта *Bacillus thuringiensis* Под ред. Н.В.Кандыбина. – С.-Петербург, Пушкин: Научное изд «Инновационный центр защиты растений», 2009. – 252 с.
2. Биопрепараты в сельском хозяйстве. Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве. М.: Россельхозакадемия, 2005. – 154 с.
3. Патики В.П., Тихонович І.А., Філіп'єв І.Д. та ін. Мікроорганізми і альтернативне землеробство. /За ред. Патики В.П. – К.: Урожай, 1993. – 176 с.
4. Павлюшин В.А., Исси И.В., Воронина Э.Г., Митрофанов В.Б., и др. Микробиологическая защита растений как неотъемлемый элемент фитосанитарной оптимизации агроэкосистем. /Сборник научных трудов. 70 лет ВИЗР. Ретроспектива исследований (методология, теория, практика). – СПб, 1999. – С. 146-162.