

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ В ТЕПЛИЧНОМ ХОЗЯЙСТВЕ



ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО АГРОРУС» ♦ КОНСТРУКЦИИ ♦ МИКРОКЛИМАТ ♦ СОРТА ♦ ТЕХНОЛОГИИ

О ТЕНДЕНЦИЯХ ПЕРЕХОДА К ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

В последние годы в развитых странах, в первую очередь европейских, была отчетливо сформулирована тенденция изменения систем защиты растений. Наметился переход от преимущественного использования химических средств через интегрированные системы к преимущественному использованию природных механизмов регуляции численности вредных организмов.

С 2007 г. в странах ЕС предусмотрено значительное ограничение содержания химических препаратов в среде обитания человека (система REACH). ЕС стимулирует и, в значительной степени, финансирует переход к более безопасным системам. Интегрированная система защиты растений предусматривает применение всех средств регулирования численности вредителя с преимущественным использованием естественных методов контроля.

В настоящее время такая система включает в себя социальные, природоохранные и прочие аспекты и часто именуется рациональным управлением численностью вредителя (Integrated pest management — IPM). При этом необходимость снижения численности вредителя ниже экономического порога вредоносности (ЭПВ) необходимо сопоставлять с возможными экологическими и экономическими последствиями. Пионерами в освоении интегрированных систем выступают предприятия защищенного грунта, как наиболее технически и интеллектуально оснащенная отрасль сельского хозяйства. Одна из главных проблем на этом пути — баланс между применением пестицидов и беспестицидными технологиями защиты растений.

Среди многочисленных видов загрязнений окружающей среды пестициды занимают особое место. В отличие от всех других загрязнителей, пестициды преднамеренно используются для разрушения некоторых компонентов окружающей среды — ликвидации нежелательных с экономической или иной точки зрения представителей флоры и фауны.

Пестициды неизбежно вызывают глубокие изменения экосистем, в которые их внедряют, т.к. большинство из них имеют широкий спектр токсичного воздействия на все живые организмы. Названия фунгицид, акарицид, гербицид в достаточной степени условны (например, некоторые инсектициды имеют выраженные гербицидные свойства). В местах, где проводили массированные обработки пести-

цидами, как правило, отмечали исчезновение многих видов животных и растений, против которых эти обработки не были направлены. В то же время не отмечено ни одного случая полной ликвидации проблемы какого-либо «вредного организма» при помощи пестицидов. Обычно происходит быстрая выработка резистентности вредителя к любому препарату. Уничтожение при обработках естественных врагов вредителя также способствует быстрому восстановлению его численности и дальнейшему ее нарастанию. Кроме того, разрушение природных энтомоценозов паразитов и хищников всегда вызывает вспышки размножения вредителей, которые ранее себя не проявляли. Таким образом, общая экономическая составляющая применения пестицидов в конечном итоге оказывается несостоятельной, т.к. требуются огромные и постоянно увеличивающиеся затраты на синтез все новых препаратов и на ликвидацию последствий их использования.

Применение пестицидов вызывает серьезные проблемы и в области общественной гигиены. Как известно, в цепях питания происходит накопление пестицидов, даже если их первоначальное количество было незначительным. Человек, как конечное звено в этой цепи, получает концентрированные дозы пестицидов, особенно с мясо-молочными продуктами. Растительная продукция, обрабатывавшаяся пестицидами, также содержит их остатки, даже при соблюдении всех санитарно-гигиенических норм. Поскольку для большинства населения нашей страны «беспестицидные» продукты питания недоступны, при ежедневном употреблении обычной продукции происходит накопление стойких пестицидов в жировой ткани и в других органах человека. Применение нестойких, быстро разлагающихся пестицидов не решает проблемы. Такие препараты должны быть значительно более токсичными, чем стойкие, поскольку они воздействуют на вредные организмы более короткое время. По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), ежегодно в мире происходит около 500 тыс. случаев прямого отравления людей пестицидами. Около 10% из этого числа погибают, многие из выживших остаются инвалидами или приобретают хронические заболевания.

Производители и сторонники химических средств защиты растений нередко пропагандируют мифы, никак не согласующиеся с фундаментальными положениями современной науки.

Один из них — принципиальная возможность синтезировать вещество, убивающее вредителя и абсолютно безвредное для всех остальных живых существ («экологически чистый пестицид»). Но еще в 1920-е гг. В.И. Вернадским и другими исследователями были сформулированы фундаментальные принципы единства химического вещества биосферы и химических процессов, происходящих во всех живых существах. То, что ядовито для одного существа, принципиально не может быть безразличным для другого. Химики могут произвести лишь то, что моментально убивает вредителей и постепенно губит все остальное. Экономические результаты короткого интервала времени скрывают долговременные потери. Кажется, что можно нарушать законы природы. Но многие практики убеждаются, что химические обработки любыми пестицидами далеко не безразличны в том числе и для растений, которые пытаются защитить. Пестициды ослабляют растения и делают их более восприимчивыми к вредителям.

Другой миф — о том, что можно создать пестицид, химический или микробиологический, к которому у вредителя не будет вырабатываться устойчивость. Этот миф входит в противоречие с положениями генетики и теории эволюции, с самими понятиями об изменчивости, наследственности и отборе. Живые организмы, обладающие высокой плодовитостью и быстрой сменой поколений, вырабатывают устойчивость ко всем применяемым против них пестицидам. В первую очередь это относится к вредителям культур защищенного грунта, которые способны за год давать 12—14 поколений. Известно, что калифорнийский трипс, американский клеверный минер и другие подобные вредители уже за один сезон могут приобрести устойчивость к новому препарату, если его применяют без ротации. Так, за несколько лет устойчивость калифорнийского трипса к Эвисекту, первому пестициду, специально разработанному против этого вредителя, возросла в 20 раз, и это не предел. Известны случаи повышения устойчивости вредителей к первоначально эффективному пестициду в 25 тыс. раз. На наших глазах быстро потерял первоначальную эффективность Акарин. Та же участь, по мнению самих разработчиков, ожидает Спинтор. Выработать устойчивость к объектам классического биометода — живым организмам, способным размножаться, вредителям значительно сложнее, т.к. паразиты, хищники и патогены эволюционируют совместно со своими хозяевами.

Третий миф — о том, что получение устойчивых урожаев в современном сельском хозяйстве невозможно без массированного применения пестицидов. В мировой индустрии производства и применения пестицидов заняты сотни тысяч людей, расходуются миллиардные средства. Современное интенсивное сельскохозяйственное производство в значительной степени «посажено на пестицидную иглу». В разрушенных агроценозах, без применения альтернативных пестицидам средств защиты растений, неизбежны вспышки размножения вредителей и болезней. Немногочисленные биофирмы в настоящее время не в состоянии быстро наработать необходимые количества биологических средств. Таким образом, быстрого и резкого снижения объемов применения пестицидов в мире действительно ожидать не приходится, несмотря на «экологическую» озабоченность общественности. Тем не менее самые высокие урожаи в истории человечества зарегистрированы отнюдь не в эпоху пестицидов. В древнем Междуречье средняя урожайность зерновых превышала 300 ц/га, Египет эпохи Римской империи кормил все Средиземноморье. И в настоящее время на Западе урожайность в хозяйствах, производящих натуральную продукцию, не уступает работающим по «пестицидным» технологиям. В США, например, продуктивность культур на фермах менно-

нитов-амишей, которые никогда не использовали пестициды по религиозным соображениям, не менее высока, чем на фермах, где их применяют.

В настоящее время возможности химического метода борьбы с вредными организмами, по-видимому, подошли к своему пределу. Этот путь — необходимость постоянного применения все новых пестицидов, все более дорогих и с все более призрачным успехом — ведет в тупик. Экономические результаты короткого интервала времени лишь скрывают долговременные потери. Неудивительно, что это поняли в развитых странах, где сельскохозяйственные фирмы нередко являются семейным бизнесом, переходящим из поколения в поколение.

Альтернативой химической защите может стать биологический метод защиты растений (биологический контроль).

Биологический метод, успешно развивавшийся в СССР, в настоящее время в России практически не применяют. Тем не менее еще сохраняется нарабатанный потенциал и кадры, способные этот потенциал реализовать.

Классическое определение биометода включает в себя использование в целях защиты растений или в иных целях живых организмов, способных размножаться. В настоящее время биологический метод трактуется более широко — как практическое использование всех знаний о проблемном объекте, в том числе его паразитов и хищников и иных естественных механизмов регуляции его численности. Тем не менее под определение биометода не попадают не только синтетические аналоги природных веществ, но и пестициды (токсины) растительного или микробного происхождения, нередко неправильно именуемые «биологическими» средствами защиты растений.

Современный уровень знаний о живых организмах позволяет решать многие, если не все, возникающие с ними проблемы без использования химических отравляющих веществ. Такой подход предполагает создание определенной квалификации не только у разработчиков и производителей биологических средств, но и у их непосредственных потребителей. В то же время развитие науки и техники дает возможность сделать производство и применение биологических средств не менее технологичными, чем химических. Но для этого требуются инвестиции в разработку и производство биологических средств защиты растений, хотя бы отдаленно приближающиеся по объемам к инвестициям в разработку и производство пестицидов.

Экологические методы борьбы с вредителями используют различные природные процессы, а не синтетические препараты. Поскольку экологическая борьба с вредителями предполагает работу с природными факторами, а не с синтетическими химикатами, эти методы получили название природных, или биологических (агробиологических).

В этом смысле для России особенно ценен опыт сельскохозяйственного производства стран Средней и Северной Европы, климат и почвы которых схожи с таковыми сельскохозяйственных зон нашей страны. В 2005 г. в Финляндии состоялась международная конференция, организованная Западн-Палеарктической секцией Международной организации по биологическому контролю (ЮВС), «Интегрированная защита растений (рациональный контроль вредных организмов) в умеренном климате». В конференции приняли участие 119 специалистов из 29 стран.

Опыт нашего северного соседа, Финляндии, по переходу систем защиты растений через интегрированный контроль к рациональному контролю (IPM) особенно ценен. В Финляндии успешно функционирует около 1500 тепличных предприятий, площадь большинства из них составляет от 0,5 до 5 га. Поч-

ти все они являются семейным бизнесом, возраст некоторых фирм насчитывает 70 лет и более. Теплицы расположены, как правило, в лесистой местности, вне населенных пунктов. Постоянно ведутся реконструкция и строительство новых теплиц с переходом от стеклянных к пластиковым сооружениям. Практически все финские тепличники выращивают продукцию круглый год, один из пиков продаж — к Рождеству и Новому году. Внедряются самые современные системы управления климатом и освещенностью, а также безотходные технологии, в том числе оборот воды.

В конце 1970-х гг. финские овощеводы сделали первые шаги к интегрированной защите овощей. С тех пор другие страны также стремятся достичь репутации чистой продукции, свободной от пестицидов, которой в настоящее время обладают финские овощи закрытого грунта. В Финляндии в настоящее время около 80% объемов работ по защите от вредителей томата, салата и других зеленых культур основываются строго на биологическом методе. На огурце пропорции предпринятой защищенного грунта, использующих чистый биологический контроль и интегрированную защиту, составляют соответственно 35 и 65%. Кроме того, 40% овощеводов используют интегрированную защиту растений на других культурах по мере необходимости, в то время как 80% их выразили заинтересованность в расширении биологического метода, если они получат соответствующие руководства и пройдут курс обучения. Таким образом, необходимость ограничения применения пестицидов понята всеми производителями овощей и большинством производителей цветочно-декоративной продукции. Этому способствует серьезная рыночная конкуренция, которую встречают финские производители в отсутствие ограничений для импорта иностранных продуктов.

После присоединения Финляндии к ЕС (1995 г.) значительных изменений в промышленном секторе не произошло, но некоторые существенные корректировки все же имели место. Финское производство продукции в защищенном грунте сумело сохраниться, приняв к использованию искусственное освещение, автоматизацию промышленных процессов выращивания растений и корректировку выбора вида посева. Несмотря на все усилия, производство цветочной срезки уменьшилось вдвое по сравнению с 1995 г., а производство горшечных культур все еще не достигло этого уровня. Производство овощей сохранилось лучше. С 1995 г. производство зеленых культур возросло на 84%, огурца — на 29, томата — на 14%, и эти направления сохраняют благоприятную тенденцию. Степень самообеспечения страны составляет теперь почти 100% для зеленых культур и овощей, свыше 90% для луковичных растений, 80% — для огурца и 60—65% — для томата, горшечных культур и декоративной срезки.

Таким образом, видно, что к переходу на выращивание экологичной продукции финских фермеров стимулировала жесткая конкуренция с продукцией южных стран, находящихся в значительно более выгодных климатических условиях. Большое значение имеет широкая, в том числе финансовая, поддержка этого направления государственными и общественными организациями страны. В Финляндии программу перехода системы защиты растений к интегрированному контролю поддерживает министерство сельского хозяйства, более половины средств дает ЕС.

В других странах также расширяется сектор производства экологичной, или натуральной, продукции. Это направление стимулируется как общественными и государственными организациями, так и торговыми фирмами, заинтересованными в сбыте своего товара. Так, крупнейшая сеть супермаркетов Швейцарии Мигро заказывает фермерам производство натуральной продукции и гарантирует ее сбыт. На таких продуктах

ставится специальная марка, гарантирующая их безопасность для здоровья. Мигро нанимает инструкторов, обучающих поставщиков методам органического земледелия.

В нашей стране любой потребитель также имеет право знать, какие вредные вещества содержатся в продуктах питания, которые ему предлагают. Однако в настоящее время информацию о том, какие пестициды применяли при выращивании продукции, и об их остатках потребитель получить не в состоянии. Давно назрела необходимость разделения, по крайней мере, растительной продукции на натуральную («экологически чистую») и выращенную с применением пестицидов. Как показывает опыт европейских стран, такое разделение дает сельскохозяйственным товаропроизводителям стимул для поисков иных технологий защиты растений и, следовательно, стимул для развития таких технологий. Следует понимать, что требования к экологической чистоте продукции становятся одним из важнейших инструментов борьбы стран ЕС и других развитых стран за свои внутренние рынки в условиях свободной конкуренции. Для России использование такого инструмента может стать одним из очень немногих способов поддержки своего производителя. Но для этого необходима, прежде всего, соответствующая законодательная база. В России совсем недавно появились первые нормативные документы, регламентирующие понятия «натуральная», или «экологически чистая» продукция, а также технологию производства такой продукции. Более того, устарел общий федеральный закон об использовании средств защиты растений.

В США уже много лет действует Федеральный акт об инсектицидах, фунгицидах и родентицидах (FIFRA), постоянно обновляемый и совершенствуемый. В Штатах существуют собственные законы о порядке лицензирования деятельности по борьбе с вредными организмами. Подобные законы имеются во всех развитых странах.

В нашей стране желающий приобрести газовый пистолет должен пройти медицинскую комиссию и получить разрешение в органах внутренних дел — «Закон об оружии» был оперативно написан и давно уже принят. В то же время любой гражданин может приобретать любые пестициды и агрохимикаты в любых количествах и пользоваться ими по своему усмотрению, не имея понятия о технике безопасности, сроках ожидания и токсичности препарата, который он приобрел.

Необходим федеральный закон «О пестицидах и иных средствах борьбы с вредными организмами», регламентирующий применение химических препаратов и других средств защиты растений.

На одном из семинаров представитель ЕС (из Литвы) высказал предположение о том, что после 2007 г. в Россию может хлынуть поток пестицидов, которые не будут востребованы в странах ЕС. Очень не хотелось бы в это верить. Россия не может стать отстойником для устаревших сельскохозяйственных технологий. В этом случае у сельского хозяйства страны нет будущего — в условиях рыночной экономики и свободной конкуренции ему не выдержать соревнования с продукцией других стран, находящихся в значительно более выгодных климатических условиях. Реальный путь выживания и борьбы за свой внутренний рынок — постепенный переход к производству экологичной продукции. У России с ее экономическим и интеллектуальным потенциалом и с ее территорией не меньше возможностей для такого перехода, чем у стран Европы.

**О.Г. Волков, начальник отдела
научно-методического обеспечения
ФГУ «Всероссийский центр карантина растений»**

УСТОЙЧИВЫЕ К ГАЛЛОВЫМ НЕМАТОДАМ И КЛАДОСПОРИОЗУ ГИБРИДЫ ТОМАТА В УЗБЕКИСТАНЕ

В настоящее время на мировом и региональных рынках овощной продукции высока степень конкуренции. Преимущества получают производители, продукция которых не только имеет высокое качество, но и выращена с наименьшими затратами. В теплицах существенную долю в структуре затрат занимают защитные мероприятия. Поэтому производство овощей, устойчивых к наиболее распространенным болезням, является важным направлением.

В 2000—2001 гг. в Узбекском НИИ овоще-бахчевых культур и картофеля было изучено 18 гибридов F_1 томата, полученных от скрещивания нематодокладоспориозоустойчивых сортов с образцами, дающими пригодные для транспортировки плоды. Гибриды оценивали в сравнении с родительскими формами и со стандартом Сурхан 142.

Полученные данные показали, что гибриды, у которых в качестве одной из родительских форм выступал сорт Сурхан 142, были индетерминантными (100 см), другие превосходили по высоте растения высокорослого родителя. Длина вегетационного периода у гибридов была короче на 6—8 суток по сравнению с родительскими формами. Наиболее ранним созреванием плодов отличались гибриды Л-773/80 x ТМК-22 и Сурхан 142 x ТМК-22 (98—99 суток). Лучшие по форме и окраске плоды давали гибриды Намуна x ТМК-22, Намуна x Узмаш, Узмаш x Л-773/80, Л-344/83 x Узмаш и Л-344/83 x Аспирант.

По общему урожаю изученные гибриды были разделены на четыре группы. К гибридам, превышающим лучшую родительскую форму более чем на 40%, отнесены Л-344/83 x Аспирант, ТМК-22 x Л-773/80, Л-344/83 x ТМК-22, Л-773/80 x Узмаш, Узмаш x Л-773/80. Они превосходили лучшую родительскую форму на 40—57%. К гибридам, превышающим лучшую родительскую форму на 30—40%, отнесены Намуна x Узмаш, Л-773/80 x ТМК-22, Л-773/80 x Аспирант, Л-344/83 x Л-773/80. К гибридам, превышающим лучшую родительскую форму на 20—30%, отнесены Сурхан 142 x ТМК-22, Сурхан 142 x Узмаш, Сурхан 142 x Аспирант, ТМК-22 x Л-344/83, Узмаш x Л-344/83. Остальные гибриды особого интереса по этому показателю не представляли.

Наиболее высокие показатели урожайности и эффекта гетерозиса отмечены у гибрида Узмаш x Л-773/80. Плоды его округлые, плотные, интенсивно-красные. Такими же показателями отличался гибрид Л-773/80 x Узмаш.

Гибриды, созданные с участием сортов Намуна, Сурхан 142, Аспирант, были в высокой степени устойчивыми к галловым нематодам, а с участием линий Л-773/80 и Л-344/83 — высокоустойчивыми как к галловым нематодам, так и к кладоспориозу.

Лучшими по легкости плодов оказались гибриды Узмаш x Л-773/80, Л-344/83 x Узмаш, ТМК-2 x Л-773/80, ТМК-22 x Аспирант, Узмаш x Л-344/83. После 10-суточного хранения при комнатной температуре товарных плодов было 92—94% против 58% у контрольного сорта Узмаш.

Итак, на основе исследований выделены перспективные гибриды F_1 томата с высокой урожайностью и высоким эффектом гетерозиса: Узмаш x Л-773/80, Л-773/80 x Узмаш, Л-344 x ТМК-22, ТМК-22 x Л-773/80, Л-344 x Аспирант, Намуна x Узмаш. Внедрение их в производство в республике позволит резко повысить урожайность томата и качество плодов.

М.Х. Арамов, Дж.Н. Наджиев —

Сборник научных трудов «Селекция и семеноводство овощных культур», 2003, вып. 38. — С. 148—151

ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ НЕМАТОД

Практическое использование энтомопатогенных нематод (ЭПН), как и других биологических средств защиты растений от вредных организмов, во многом определяется возможностями массовой наработки в объемах, удовлетворяющих спрос на потребительском рынке. Кроме того, культуры нематод либо препараты на их основе должны быть приемлемы по стоимости для потребителей и изготавливаться в препаративных формах, удобных для хранения, транспортировки и применения.

С учетом актуальности проблемы, связанной с разработкой промышленных технологий производств препаратов на основе ЭПН с использованием искусственных питательных сред (ИПС), в ВИЗР с 1990 г. проводились исследования по разработке способа массового производства этих паразитов на ИПС и технологий применения препаратов на их основе против вредных насекомых.

Биологическую основу получения массовой культуры нематод на ИПС составляют чистые маточные культуры симбиотических бактерий и моноксенные культуры инвазионных личинок нематод. Чистые культуры первичных форм симбиотических бактерий получают по методу Г. Пойнара (Poinar, 1966) путем заражения нематодами гусениц большой вошковой моли (*Galleria mellonella* L.) с последующим отбором клеток симбиотических бактерий из гемолимфы насекомых и посевом их на питательный YS агар ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ — 0,5 г; K_2HPO_4 — 0,5 г; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,2 г; NaCl — 5 г; дрожжевой экстракт — 5 г; агар — 12 г; вода — 1 л) или на питательный агар, содержащий дополнительно трифенилтетразолиум хлорид (0,004%) и бромтимол голубой (0,025%). Спустя трое суток после выращивания бактерий при 25°C проводят идентификацию и отбор колоний первичных форм по морфологическим признакам и характеру их окраски.

Моноксенизация нематод осуществляется путем стерилизации инвазионных личинок в 0,1%-м растворе мертиолат ($\text{C}_2\text{H}_5\text{HgSC}_6\text{H}_4\text{COONa}$), с последующим помещением их на питательный агар с чистой культурой симбиотических бактерий. Спустя 5 дней на агаре развиваются половозрелые самки, которые подвергаются стерилизации путем проводки через мертиолат и набор антибиотиков. Полученных от самок аксенных личинок нематод первого возраста переносят на липидный агар с симбиотическими бактериями. Спустя 15—20 дней после завершения цикла развития нематод проводится сбор моноксенной культуры инвазионных личинок (культура нематод без посторонней микрофлоры, кроме симбиотических бактерий, связанных мутуалистическими взаимоотношениями с данным видом нематод). С целью увеличения питательной поверхности и условий аэрации при культивировании нематод на ИПС гомогенатом компонентов питательной среды пропитывается инертный носитель — полиуретановая губка, создающая трехмерную, хорошо вентилируемую поверхность с многочисленными ходами. Поверхность носителя, пропитанная питательной средой, пригодна как для роста нематод, так и бактерий-симбионтов. Пористую измельченную массу носителя, пропитанную питательной средой (общая масса ИПС 70 г), помещают в конические колбы объемом 500 мл, автоклавируют, после охлаждения инокулируют первичной формой симбиотических бактерий и в течение 1—2 дней содержат при 20—30°C, после чего в колбы вносят моноксенную культуру нематод. Колбы содержатся при температуре 25°C в

течение одного месяца для видов нематод рода *Steinernema* и до 5 недель — для видов рода *Heterorhabditis*.

После завершения цикла развития нематод в ИПС полученные моноксенные личинки используются для дальнейшего размножения и испытаний в качестве средства борьбы с насекомыми. На основе способа моноксенного культивирования нематод в колбах с искусственной питательной средой в ВИЗР разработана технология производства, позволяющая увеличить выход нематод и снизить себестоимость производства единицы продукции за счет использования для их культивирования емкостей (биореакторов), конструктивные особенности которых защищены патентом РФ (Данилов и др., 1999).

Оптимизация процесса культивирования нематодо-бактериальных комплексов применительно к условиям промышленного производства проведена с отработкой следующих элементов технологического процесса: определение оптимальных соотношений инокулюмов бактериальных клеток и инвазионных личинок нематод; определение оптимальной дисперсности инертного носителя; определение способов инокуляции микроорганизмов (нематоды и их симбиотические бактерии) в питательную среду; определение конструктивных характеристик биореакторов, вмещающих большой объем питательной среды (до 1,4 кг), с выявлением наиболее благоприятных условий естественной аэрации для развития нематодо-бактериального комплекса в биореакторах; разработка процессов отделения зрелой культуры нематод от твердого носителя и концентрации осадка нематод из культуральной жидкости.

По результатам экспериментов в качестве оптимальной для развития нематод отобрана ИПС, имеющая следующий компонентный состав: соевая мука — 16%, куриное яйцо — 20, кукурузное масло — 5, пивные дрожжи — 1, поролоновая крошка — 8, вода — 50%. С разработкой технологии культивирования нематод на ИПС впервые в нашей стране появилась реальная возможность создания промышленного производства по наработке нематодных препаратов.

По результатам многолетних исследований в ВИЗР созданы (с технологиями производства и применения) два биологических препарата на основе нематод *Steinernema carpocapsae*, штамм *agriotis* и на основе *Steinernema feltiae*, штамм SRP18-91. Многие технологические узлы промышленной технологии уже включены в функционирующую на базе ВИЗР опытно-технологическую линию производства препаратов на основе ЭПН. На опытно-технологической линии ВИЗР можно в короткий срок получить и размножить маточные культуры инвазионных личинок ЭПН и первичные формы симбиотических бактерий любого из перспективных видов и штаммов нематод.

Основной средой обитания ЭПН является почва, где и создаются наиболее благоприятные условия для их жизнедеятельности. С учетом особенностей экологии нематод разрабатываются и технологии эффективного использования этих паразитов против вредных насекомых.

При отборе вида насекомого рассматриваются особенности биологии этого вредителя, определяются фазы развития, и прежде всего связанные с пребыванием в почве, против которых можно было бы эффективно применять нематод. Доступны для заражения нематодами и фазы развития насекомых, связанные с пребыванием в ходах стеблей, побегов и стволов деревьев, то есть в тех местах обитания, в которых благодаря высокой относительной влажности воздуха создаются благоприятные условия для жизнедеятельности нематод. Экстремальные условия для существования нематод создаются на открытой поверхности, где инвазионные личинки быстро погибают от высыхания и солнечной инсоляции. В этом случае разра-

батываются технологии применения нематод, предусматривающие проведение обработок водными суспензиями инвазионных личинок в вечерние часы под росу либо добавление в эти водные суспензии антииспарителей, способствующих более длительному сохранению нематод на поверхности растений.

Особенности использования ЭПН против насекомых, связанных в процессе своего развития с почвой в условиях защищенного грунта

Долгоносики (*Curculionidae*)

В декоративном садоводстве к наиболее опасным насекомым-вредителям могут быть отнесены долгоносики, и особенно бороздчатый скосарь (*Otiorrhynchus sulcatus* L.), который повреждает цикламен, азалию, бегонию, примулу и розу. Наиболее вредоносна личиночная стадия развития долгоносика, против которой и разрабатываются способы борьбы с применением ЭПН. Нематоды, внесенные на поверхность почвы в виде водной суспензии инвазионных личинок, способны эффективно заражать личинок жука, распределенных по всему объему почвы.

В качестве оптимальной при горшечной культуре выращивания под одно растение рекомендуется доза 10 тыс. инвазионных личинок, что в переводе на единицу поверхности почвы составляет 500 тыс. нематод/м². При такой норме расхода достигается высокий процент заражения вредителя. Нематоды двух видов *S. feltiae* SRP 18-91 и *S. carpocapsae* штамм *agriotis* существенно не различаются по биологической эффективности против личинок долгоносика.

Результаты лабораторных и производственных испытаний позволяют рекомендовать нематод к применению в защищенном грунте против личинок долгоносиков (в период с августа по ноябрь) путем внесения с поливной водой в цветочные горшки из расчета 10 тыс. особей нематод на один горшок.

Трипсы (*Thysanoptera*)

Западный цветочный трипс (*Francliniella occidentals* Perg) — один из наиболее вредоносных видов трипсов, повреждающих тепличные культуры. Появление вредителя в России зарегистрировано в конце 1980-х гг., и в настоящее время ареал его достаточно широк. Западный цветочный трипс — полифаг и повреждает практически все возделываемые в защищенном грунте растения, но особенно опасен для розы. Питаясь на розе, личинки и имаго трипса концентрируются в цветах, и даже невысокая их численность (3—5 особей/цветок) приводит к резкому снижению сортности продукции. Поскольку розы — многолетняя культура, то с годами численность трипса в теплице увеличивается и вредоносность его возрастает.

Нимфальные стадии западного цветочного трипса, как и у многих видов этого отряда, в основном, развиваются в почве и являются постоянным источником возобновления популяции из-за недоступности для традиционных химических средств защиты растений. С учетом сложности химической защиты надземной части растений розы от личинок и имаго трипса особую актуальность приобретает возможность использования в борьбе против этого вредителя нематодных препаратов.

Результаты производственных испытаний показывают, что даже при однократном, но ежегодном внесении *S. feltiae* SRP 18-91 на поверхность почвы в норме расхода 10 млрд инвазионных личинок нематод в 300 л воды в расчете на 1 га достигается 3-кратное и более снижение численности западного цветочного трипса. При этом не наблюдается резких подъемов численности вредителя, как это имеет место при использовании химических средств защиты.

Сверчки (*Grillidae*)

Выращивание перца и зеленых культур (петрушка, салат, укроп) в тепличных хозяйствах осуществляется по технологии, исключающей применение пестицидов. Борьба с основными видами насекомых-вредителей на перце проводится с использованием биологических средств защиты. В отсутствие химического прессинга на овощных культурах возрастает вредоносность сверчков. Биологические средства борьбы с этим вредителем до сих пор не разрабатывались, и в этой связи особый интерес могут представлять энтомопатогенные нематоды. Сверчки ведут скрытый образ жизни. Большее время суток они обитают под комочками почвы и конструкциями теплиц, имеющими контакт с ее поверхностью. Условия обитания сверчков создают благоприятные предпосылки для эффективного использования против них энтомопатогенных нематод.

В производственных условиях *S. feltiae* SRP 18-91 испытаны против сверчков на овощных культурах в двух нормах расхода — 1 млрд и 2 млрд инвазионных личинок/га. Препарат внесен в 300 л воды в виде водной суспензии на поверхность почвы под растения и на конструкции в период появления вредителя. Биологическая эффективность применения препарата на 4 сутки соответственно составляла 74 и 78%, в последующие сроки учета (33-е сутки) — 95 и 100%.

По результатам испытаний *S. feltiae* SRP 18-91 рекомендуются к применению в защищенном грунте против сверчков в норме расхода 2 млрд инвазионных личинок в 300 л воды на 1 га путем внесения водной суспензии нематод на поверхность почвы в период проявления вредоносности объекта.

Грибные комарики (*Sciaridae*)

Наиболее экономически значимыми вредителями шампиньонов при промышленном культивировании являются грибные комарики. Личинки сциарид, питаясь мицелием и плодовыми телами грибов, снижают урожайность и качество готовой продукции. В системе защиты шампиньонов от этих вредителей рекомендованы химические препараты фосфорорганической и пиретроидной групп и ингибиторы синтеза хитина.

Наибольший интерес в борьбе со сциаридами представляют ЭПН, применение которых уже осуществляется в промышленном масштабе в ряде стран.

Испытания *S. feltiae* SRP 18-91 против личинок сциарид в производственных условиях проведены путем внесения препарата на поверхность покровной почвы в виде водной суспензии инвазионных личинок из расчета 1 млн и 2 млн особей в 1 л воды в расчете на 1 м² в период роста мицелия грибов, при этом урожайность шампиньонов повышалась на 32—51% по сравнению с контролем (без обработки).

На основании результатов испытаний *S. feltiae* SRP 18—91 рекомендуются к применению в качестве средства защиты шампиньонов от грибных комариков в норме расхода 1 млн инвазионных личинок/м² поверхности почвы путем поверхностного опрыскивания покровной почвы водной суспензией нематод в период начала роста мицелия грибов.

Л.Г. Данилов, В.Г. Айрапетян, И.А. Антонова, Т.Ю. Нащекина, В.С. Турицин — сборник научных статей «Биологические средства защиты растений, технологии их изготовления и применения», 2005. — С. 294—303

РАЗВИТИЕ РЕЗИСТЕНТНОСТИ У ЗАПАДНОГО ЦВЕТОЧНОГО ТРИПСА В ТЕПЛИЦАХ ИСПАНИИ

В России до 2006 г. в «Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» фигурировал препарат для борьбы с западным цветочным трипсом на основе продуктов метаболизма актиномицета *Saccharopolyspora spinosa* (спиносины). Однако многие производственники столкнулись с такой проблемой как снижение эффективности препарата после многократного его использования.

Западный цветочный трипс (*Frankliniella occidentalis*) наносит огромный экономический ущерб при выращивании овощных культур, и прежде всего сладкого перца, в пленочных берадерах Испании (окрестности городов Мурсия и Альмерия). С 2002 г. проводится мониторинг резистентности этого вредителя с целью разработки эффективной системы защиты с ротацией пестицидов.

После интенсивных химических обработок, проводившихся в коммерческих теплицах, образцы популяций трипса были доставлены в научную лабораторию. Проведены исследования по определению их чувствительности к метиокарбу, акринатрину и форметанату. Кроме того, селекционным путем в течение нескольких генераций выведены расы трипса, резистентные к каждому из этих инсектицидов.

Установлено, что и в полевых, и в лабораторных условиях наиболее быстрое формирование устойчивости происходит под воздействием акринатрина. При этом уровень резистентности достигает максимального значения ($PP_{50} > 3000$). Использование форметаната и метиокарба также приводило к резистентности вредителя, но более слабой, чем у акринатрина ($PP_{50} = 10—30$).

Чтобы оценить потенциал кросс-резистентности, каждую отобранную расу испытывали на чувствительность к другим пестицидам. В паре акринатрин — форметанат была выявлена значительная кросс-резистентность, что также подтвердилось и для полевых популяций трипса.

В паре форметанат — метиокарб отмечена слабая кросс-резистентность в лабораторных условиях, однако в полевых условиях это не подтвердилось.

Взаимодействие между инсектицидами (метиокарб, форметанат, акринатрин, дельтаметрин, метамидофос и эндосульфат) и синергистами (пиперонил бутил, трибутил фосфоротритиоат, диэтил малеат) изучали методом топикальной оценки. Это исследование показало, что усиление детоксикации посредством цитохром-Р-450-монооксигеназы является главным механизмом, наделяющим резистентностью западного трипса к различным инсектицидам.

На образцах 39 популяций западного цветочного трипса, собранных с различных культур в теплицах (сладкий перец, томат, артишок, дыня, огурец, бобы, салат, гвоздика) в юго-восточной части Испании установлено, что только метиокарб характеризуется высокой эффективностью, тогда как акринатрин и метамидофос были умеренно эффективны.

В 2001—2002 гг. в юго-восточной Испании (Мурсия) уровень чувствительности западного цветочного трипса к спиносину варьировал от 0,05 до 0,077 мг/л.

Образцы популяции вредителя, собранные в теплицах Альмерии в 2003 г., показали, что она была резистентной к спиносину ($CK_{50} > 54$ мг/л). В сравнении с высокочувствительной лабораторной расой трипса полевые популяции имели высокий показатель резистентности ($PP_{50} > 13500$), но такие значительные соотношения не обязательно означали, что в

теплицах остро стоял вопрос о неэффективности препарата, поскольку норма расхода спиносина в производственных условиях составляет 90—120 мг/л.

Образцы популяций трипса, собранные в некоторых теплицах в Мурсии в 2004 г., также проявили резистентность к спиносину ($PR_{50} > 3600$). Многократное применение спиносина (более чем 10 раз в течение вегетации) спровоцировало формирование резистентности.

Спиносин не проявил кросс-резистентности к акринатрину, форметанату или метиокарбу в лабораторных линиях трипса, отобранного на резистентность к каждому из этих инсектицидов. Корреляционный анализ не показал кросс-резистентности между спиносином и другими тремя инсектицидами в 13 полевых популяциях и в 9 лабораторных линиях. Синергисты (пиперонил бутил, трибутил фосфоротиоат, диэтил малеат) не усиливали токсичность спиносина у резистентных рас, показывая, что детоксикация метаболитных медиаторов не является ответственной за спиносин-резистентность.

Полученные данные свидетельствуют о том, что эффективной стратегией управления резистентностью может быть ротация ассортимента инсектицидов со спиносином.

Авторами исследована генетическая основа спиносин-резистентности у западного цветочного трипса. Отобранная в лабораторных условиях линия трипса показала очень высокий уровень резистентности к спиносину ($PR_{50} > 356000$). Данные смертности в реципрокных скрещиваниях резистентной и чувствительной линий показали, что резистентность была аутосомальной, вырабатываемой под влиянием материнских форм.

Пробит-анализ скрещиваний родительских и реципрокных линий показал, что резистентность экспрессировалась как почти полный рецессивный признак. Прямой тест на моногенетическое наследование, основанный на беккроссе, доказал, что резистентность к спиносину, вероятно, контролируется одним локусом. Другие подходы, основанные на фенотипических вариансах, показали, что nE , или минимальное число свободных генетических факторов для резистентной линии, равно 0,59.

**P. Espinosa, P. Bieiza и J. Contreras —
Pest Management Sciensis**

НЕКОТОРЫЕ СИНОНИМЫ В ПАЗАРИТОЛОГИИ ЭНТОМОФАГОВ И О ТЕРМИНАХ «ПАЗАРИТОИД» И «КАРНИВОРОИД»

В защищенном грунте широко используются паразитические энтомофаги, эффективно контролируемые численность многих вредителей культивируемых растений. Вместе с тем для понимания природы паразитирования требуется уточнение некоторых терминов, имеющих дело с паразитическими перепончатокрылыми (отряд Нутепортера). В частности, автором обсуждается необходимость разделять понятия паразитоид и карнивороид.

Литература по паразитологии перенасыщена терминологией. Это связано с многообразием типов паразитизма и вместе с тем с широкой распространенностью самого явления паразитизма. Например, в случае паразитирования на одном (или в одном) хозяине двух или более видов паразитов в общей паразитологии существуют 3 термина — синпаразитизм, ко-

паразитизм и сопаразитизм, в паразитологии энтомофагов — еще и множественный, или мультипаразитизм. Кстати, в русской литературе «множественным» нередко неправильно называют групповой, или гregarный, паразитизм, когда на одном (или в одном) хозяине одновременно развивается несколько личинок одного вида паразита.

Суперпаразитизм, когда хозяин заражен избыточным количеством яиц (личинок) одного вида паразита, также имеет синоним — эпипаразитизм. Суперпаразитизм может произойти двумя путями.

Первый — однократной яйцекладкой избыточного количества яиц. Наиболее обычный случай собственно суперпаразитизм (перезаражение или перезараженность), происходящий обычно при недостаточной плотности популяции хозяина, чаще в лабораторных условиях.

Второй — повторной яйцекладкой (по той же причине или в случае ошибки инстинкта самки) — буквально перезаражение. Именно для этого случая, чтобы ликвидировать синонимии, предложено прилагать термин эпипаразитизм. Впрочем, при эпипаразитизме следует различать случаи (что далеко не всегда возможно), когда одна и та же самка повторно откладывает яйцо — самопаразитизм и когда хозяин заражен другой самкой того же вида — конспецифичный паразитизм.

Для терминов одиночные, или солитарные, паразиты и групповые, или гregarные, также существуют более поздние соответствующие синонимы — монопаразиты и полипаразиты. Сравнительно недавно предложен термин для перепончатокрылых сверхпаразитов (гиперпаразитов), которые заражают хозяина, уже покинувшего первичного хозяина — псевдогиперпаразиты. Термин очень важный, поскольку такой паразитизм в коконах первичного хозяина характерен для подавляющего большинства вторичных паразитов (в отличие от паразитов, заражающих своих хозяев, которые продолжают паразитировать на первичном хозяине). Но здесь приоритет за термином несинхронные (асинхронные) вторичные паразиты. Следует обратить внимание также на то, что недавно предложенный термин транзитный паразитизм находится в рамках закономерности, которая заключается в том, что личинка младшего возраста перепончатокрылого эндопаразита существует в теле хозяина более или менее длительное время, переходя через два и более возраста хозяина, или даже следующие стадии его развития, пока он не достигнет зрелости, достаточной для того, чтобы паразит мог завершить свое развитие и чтобы синхронизировать свой жизненный цикл с таковым хозяина — так называемый Бэлдафов паразитизм.

Паразитоиды — термин, способный подчеркнуть отличие такого рода паразитов от истинных паразитов. Хозяин настоящего паразита остается в конечном счете обычно живым, в то время как у паразитоида он, как правило, гибнет от того, что ему просто не хватает пищи, так как он (обычно энтомофаг) имеет размеры того же порядка, что и хозяин. Чаще всего паразитоидом оказывается представитель паразитических перепончатокрылых насекомых. Принадлежность к одному классу животных, классу насекомых (или, по крайней мере, к членистоногим), также является одной из существенных особенностей паразитоидов и их хозяев, в то время как подавляющее большинство типичных паразитов заражают хозяев из иных, далеко не родственных классов и чаще даже типов животных. Этим, в частности, объясняется полное несовпадение терминологии, имеющей отношение к хозяевам, в общей паразитологии и паразитологии энтомофагов. В общей паразитологии хозяевами обычно являются позвоночные животные (и человек), а паразитами — беспозвоночные. Поэтому паразиты, функционирующие в качестве таковых на стадии личинки, в общей паразитологии называ-

ются личиночными или нимфальными, а во взрослом состоянии — имагинальными (поскольку личинки, нимфы и имаго у позвоночных отсутствуют). В паразитологии энтомофагов, наоборот, личиночные паразиты — это паразиты личинок, а имагинальные — взрослых насекомых (разумеется, паразиты куколок — куколочные). Для браконид подсемейства Euphaginae паразитов личинок с неполным превращением предложено называть нимфальными.

Для термина паразитоиды существуют два достаточно испытанных временем синонима — псевдопаразиты и фатальные паразиты — термины, обращающие внимание на обязательную гибель хозяина. Термин паразитоиды получил более широкое признание, по-видимому, как наиболее удачный.

Однако для обозначения паразитических энтомофагов существует и более поздний синоним. Сначала Малышев, а затем Флэндерс применили для них термин карнивороиды. Важно, что при этом Флэндерс сопроводил этот термин развернутым определением: «Карнивороиды — это насекомые-энтомофаги, онтогенетическое развитие которых зависит целиком или почти целиком от питательных веществ, полученных от поедания содержимого тела единственного хозяина или яиц такого индивида, или группы личинок такого индивида. Когда карнивороид является одиночным (никакой конкуренции за пищу), его размеры во взрослом состоянии приблизительно те же, что и у съеденного хозяина». В такой формулировке термин карнивороид охватывает действительно широкий круг насекомых-энтомофагов, и надо полагать, именно определенное противоречие термина паразитоид заставило Малышева и Флэндерса использовать новый термин. Дело в том, что некоторые паразитические энтомофаги ведут себя скорее как хищники, чем как паразиты. Так, ряд хальцид из семейств Eulophidae, Eupelmidae, Eurytomidae и Pteromalidae, начав паразитирование в качестве эндопаразитов яиц, покинув яйцо, продолжают питаться, хищничая на яйцах в кладке, или же изначально известны как хищники в групповых яйцекладках насекомых, причем личинки энтомофага могут поедать и вылупившихся личинок хозяина. Так же ведут себя некоторые ихневмонины, будучи хищниками в яйцевых коконах пауков. Несколько видов хальцид из рода *Encyrtus* перешли вторично к хищничеству на яйцах ложнощитовок, хотя подавляющее большинство энциртид — изначально эндопаразиты.

В большинстве случаев хищники яиц в групповых яйцекладках насекомых происходят от эктопаразитов. Именно к эктопаразитическим наездникам, составляющим весьма зна-

чительную часть паразитических перепончатокрылых насекомых, в первую очередь приложим термин карнивороиды, тем более что большинство из них перманентно парализует своих хозяев, которые не в состоянии оказывать паразиту какого-либо сопротивления. Эктопаразит, поскольку хозяину гибнет и его жизнь протекает в воздушной среде, фактически является хищником. Наоборот, большинство эндопаразитов связано с их хозяевами достаточно «интимными» отношениями на основе физиологической и биохимической специализации. Жизнь их личинок внутри хозяина, который служит для паразита средой обитания первого порядка, протекает значительно более длительное время и зависит от метаболизма внутри хозяина.

Целесообразно во избежание синонимии использовать оба термина — паразитоиды и карнивороиды, оставив название паразитоиды за эндопаразитами, а эктопаразитов и яйцевых хищников называть карнивороидами. Между двумя этими биологическими группами или, по крайней мере, между специализированными эндопаразитами или эктопаразитами существуют глубокие различия. На основе характерной для эндопаразитов физиологической специализации к их хозяевам возможно причислить их к истинным паразитам и только эктопаразитов отнести к паразитоидам (Сугоняев, Войнович, 2006). Однако это противоречило бы исходной идее определения самого термина паразитоид как особого типа паразитов, приводящих к гибели их хозяина в результате паразитирования.

Различия между эндо- и эктопаразитами визуально заметны даже в поведении взрослых паразитических перепончатокрылых в энтомологическом сачке. Эндопаразиты по сравнению с эктопаразитами ведут себя заметно активнее. Правда, это можно объяснить обычным для эктопаразитов более или менее длинным яйцекладом, затрудняющим подвижность. Но снабженные длинным яйцекладом эндопаразиты листоверток из родов *Macrocentrus* и *Apanteles* (Braconidae) не менее активны, чем короткояйцекладные бракониды из подсемейства Microgastrinae по сравнению с многочисленными представителями эктопаразитов рода *Bracon*.

Яйцеклад у личиночных и имагинальных эндопаразитов, короткий он или длинный, используется для быстрого укола с целью яйцекладки, которая должна протекать достаточно быстро из-за подвижности хозяина, обычно ведущего открытый образ жизни, и возможного его физического сопротивления. Для них быстрота реакции на хозяина имеет решающее значение, и отсюда проистекает общая большая двигательная активность.

Продолжение в № 9