

УДК 632.937

Отбор энтомофагов для теплиц

Н.А. БЕЛЯКОВА,
руководитель лаборатории
биологической защиты растений
ВИЗР
И.М. ПАЗЮК,
аспирант

Одной из тенденций в развитии биологического метода в течение последних 10–15 лет является стремительное расширение спектра энтомофагов, предлагаемых для использования в закрытом грунте. В настоящее время на мировом рынке средств защиты представлены культуры 90 видов, в 1990 г. их было не более 50, в 1985 г. – около 20 (van Lenteren, 2004).

Тенденция к расширению ассортимента энтомофагов обусловлена современной стратегией защиты, целью которой является управление популяциями вредителей. Основная задача биоконтроля – не тотальное уничтожение вредителя, а долгосрочное сосуществование популяций вредителя и энтомофага при низких (допороговых) плотностях. Поэтому современные защитные системы поликомпонентны. На одного вредителя ориентировано несколько энтомофагов с разными экологическими предпочтениями. Для наиболее вредоносных объектов число агентов биоконтроля достигает 10–15 видов (см. таблицу).

Важнейшим критерием, определяющим ценность вида для биометода, является его экологическая пластичность, возможность занимать все ниши, в которых обитает жертва (вредитель). Вид должен развиваться и сохранять эффективность в качестве энтомофага в широком диапазоне температур и фотопериодических режимов, при различной влажности и освещенности. Однако на деле по уровню толерантности к абиотическим факторам эн-

томофаги нередко уступают своим целевым объектам. Существуют три основных способа преодолеть данное несоответствие между вредителем и энтомофагом:

формирование культур энтомофага на основе материала, отобранного из разных географических популяций, максимально удаленных друг от друга и локализованных на краю ареала, где условия не оптимальны для вида и поэтому его адаптационный потенциал проявляется наиболее полно. Этот прием весьма перспективен, особенно для широко распространенных энтомофагов, ареал которых продолжает расширяться. Ярким примером является азиатская кокцинеллида *Harmonia axyridis*, которая, будучи интродуцирована в 1994 г. на юг Северной Америки, распространилась на север, до Канады, за 4 года, что свидетельствует о высоких адаптационных возможностях вида (Colunga-García, Gage, 1998). Популяции гармонии, обитающие в различных частях ареала, обособлены друг от друга и отличаются по целому ряду эколого-физиологических параметров. Это дало возможность отбирать из природы материал, пригодный для создания высокоэффективного средства биозащиты тепличных культур от тлей (Яркулов, Белякова, 2000);

селекционно-генетическое улучшение культур энтомофагов. Одним из последних успешных примеров в этой области является повышение холодоустойчивости галлицы *Aphidoletes aphycimyza* путем межпопуляционной гибридизации и массового отбора, в результате чего у хищника снизился температурный порог фотопериодической реакции до 15 °С и порог развития до 10 °С (Козлова и др., 2002). В обозримом будущем выделение селекционных

линий энтомофагов с заданными свойствами станет общепринятой практикой. Однако на сегодняшний день использование селекционно-генетических методов применительно к энтомофагам весьма ограничено, поскольку не достаточно разработана их частная генетика. Даже для ключевых видов, на которых базируются современные системы биозащиты, мы располагаем лишь фрагментарными данными о генетике пола и некоторых других аспектах их наследственности;

формирование комплексных средств защиты на основе нескольких видов энтомофагов, близких по пищевой специализации, но различающихся по требованиям к абиотическим и иным факторам среды и поэтому занимающих разные экологические ниши. В теплицы выпускают смесь из 2–4 видов. Например, наездников афидиид и афелинид против комплекса тлей на овощных культурах используют в соотношениях *Aphidius colemani* : *A. ervi* (1:1), *A. colemani* : *A. ervi* : *Aphelinus abdominalis* (2:1:1). Смесь формируют при производстве энтомофагов и поставляют потребителю в готовом к употреблению виде (The manual of Biocontrol Agents. Copping L.G. [ed.], 2004).

Против табачного трипса выпускают смесь двух видов хищных клещей – *Amblyseius cucumeris* и *A. mckenziei*, что гарантирует защиту огурцов на протяжении первого культурооборота (Зуева, 2007). Для защиты культур перца и баклажана от трипсов успешно апробирован комплекс клопов рода *Orius* из коллекции ВИЗР: *O. majusculus*, *O. laevigatus*, *Orius sp.* и *O. strigicollis* (последний принадлежит восточно-азиатской фауне и ранее не использовался в практике отечественного биометода).

Создание комплексных средств биозащиты на основе нескольких близких видов является доступным и высокоэффективным приемом, повышающим суммарную эффективность энтомофагов, каждый из

которых контролирует вредителя в пределах своей экологической ниши.

Несмотря на огромное значение экологической пластичности энтомофага, основным критерием оценки вида в биометоде остается его пищевая специализация, вернее, ее границы. Н.В. Бондаренко в 1979 г. сформулировал одно из основных требований к энтомофагу, предназначенному для колонизации в теплицах: вид должен относиться к одной из первых ступеней биоценологического регуляторного механизма. Предпочтение было отдано специализированным видам энтомофагов, которые и по сей день широко используются в биометоду (см. таблицу). Преимущества олиго- и монофагов очевидны: они прицельно бьют по одной мишени, для них типична ярко выраженная численная реакция на изменение плотности вредителя. Однако, если целью ставить долгосрочное сохранение равновесия в агроценозе, то узкоспециализированными видами не обойтись. Стабильность экосистем в природе обеспечена работой хищников и паразитов на нескольких уровнях (принцип стабильности Викторова). При низкой численности вредителей сдерживают в основном многоядные хищники. Очевидна необходимость отбора для целей биометода видов с различной пищевой специализацией, в том числе полифагов.

Не менее трети видов, которые в настоящее время используются в практике биометода, – многоядные хищники из сем. Coccinellidae, Miridae, Anthocoridae, Chrysopidae и др. Их колонизация является перспективным приемом стабилизации тепличных агроценозов особенно в тех случаях, когда защищаемая культура заселена несколькими видами фитофагов одновременно или когда вредители сменяют один другого во время периода вегетации. При наличии выбора жертв полифаг, как правило, отдает предпочтение вредите-

Энтомофаги для защиты сельскохозяйственных культур в теплицах

Семейство, вид энтомофага	Основной объект контроля в теплицах	С какого года применяется для защиты растений в теплицах	Происхождение культуры энтомофага в коллекции ВИЗР (место, год)
1	2	3	4
Coccinellidae			
<i>Cycloneda limbifer</i>	тли	1975	Куба, 1972
<i>Delphastus pusillus</i>	белокрылки	1993	–
<i>Harmonia axyridis</i>	тли	1970	Приморский край, 2001
<i>Hippodamia convergens</i>	тли	1993	–
<i>Leis dimidiata</i>	тли	1990	Юго-Восточный Китай, 1990
<i>Propylea 14-punctata</i>	тли	1980	Приморский край, 2005
<i>Stethorus punctillum</i>	паутинные клещи	1995	–
Anthocoridae			
<i>Orius albidipennis</i>	трипсы	1991	–
<i>Orius insidiosus</i>	трипсы, тли	1991	–
<i>Orius laevigatus</i>	трипсы	1991	Ленинградская область, 2000
<i>Orius majusculus</i>	трипсы	1991	Краснодарский край, 2002
<i>Orius strigicollis</i>	трипсы	2000	Корейский п-ов, 2004
Miridae			
<i>Dicyphus errans</i>	белокрылки	1995	Краснодарский край, 2002
<i>Dicyphus tamaninii</i>	белокрылки	1996	–
<i>Macrolophus caliginosus</i>	белокрылки	1994	–
<i>Macrolophus nubilis</i>	белокрылки, трипсы	1990	Белоруссия (Гомель), 1990
Pentatomidae			
<i>Picromerus bidens</i>	чешуекрылые	1990	–
<i>Podisus maculiventris</i>	чешуекрылые	1984	Сев. Америка, 1974–1979 (многократные завозы)
Cecidomyiidae			
<i>Aphidoletes aphidimyza</i>	тли	1989	Ленинградская область, 1995 Мурманская область, 2003
<i>Feltiella acarisuga</i>	паутинные клещи		–
Syrphidae			
<i>Episyrphus balteatus</i>	тли	1990	–
Hemerobiidae			
<i>Micromus angulatus</i>	тли	1983	Приморский край, 2005
Chrysopidae			
<i>Chrysoperla carnea</i>	белокрылки, тли	1965	Ленинградская область, 1995
<i>Chrysopa sinica</i>	белокрылки, тли	1975	Приморский край, 2005
<i>Chrysopa rufilabrus</i>	тли	1987	–
Aphidiidae			
<i>Aphidius colemani</i>	тли	1992	Северный Кавказ, 1992
<i>Aphidius matricariae</i>	персиковая тля	1970	Краснодарский край, 2002
<i>Aphidius gifuensis</i>	бахчевая тля	1989	Приморский край, 2000
<i>Aphidius ervi</i>	тли	1996	–
<i>Lysiphlebus fabarum</i>	бахчевая тля	1986	Ленинградская область, 1997
<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	тли	1990	Мексика, 1987–1989
<i>Lysiphlebus japonica</i>	тли	1987	Приморский край, 2000
<i>Praon volucre</i>	тли	1987	Иркутская область, 2002
Aphelinidae			
<i>Aphelinus abdominalis</i>	тли	1992	–
<i>Encarsia formosa</i>	тепличная белокрылка	1926 (1966)	Южная Америка, 1965

Продолжение таблицы

1	2	3	4
<i>Encarsia partenopea</i>	тепличная белокрылка	1998	Северный Кавказ, 2002
<i>Encarsia tricolor</i>	тепличная белокрылка	1985	Приморский край, 2002
<i>Eretmocerus californicus</i>	табачная белокрылка	1995	–
<i>Eretmocerus mundus</i>	табачная белокрылка	1995	–
Trichogrammatidae			
<i>Trichogramma evanescens</i>	чешуекрылые	1975	Воронежская область, 1980
<i>Trichogramma pintoi</i>	чешуекрылые	1975	–
Phytoseiidae			
<i>Amblyseius degenerans</i>	трипсы, паутинные клещи	1993	–
<i>Amblyseius mckenziei</i> *	трипсы	1981	Культура ФГУ «Российская станция защиты растений», Москва
<i>Amblyseius californicus</i>	паутинные клещи	1985	–
<i>Amblyseius cucumeris</i>	трипсы, паутинные клещи	1985	Культура ФГУ «Российская станция защиты растений», Москва
<i>Phytoseiulus persimilis</i>	паутинные клещи	1968	Чили, 1962–1975 (многократные завозы)

Примечание. В таблице приведены только те виды энтомофагов, для которых разработаны технологии массового разведения. Энтомофаги, используемые против шитовок и мучнистых червецов, не включены в таблицу.

* Вид завезен из Нидерландов, в природных условиях обитает в Северной Америке.

лю с растущей плотностью. Это важнейшее для биометода качество многоядных энтомофагов. Оно обеспечивает усиление пресса хищника в ответ на рост численности вредителя. Последовательное переключение с одной жертвы на другую позволяет хищнику удерживать комплекс фитофагов в состоянии устойчивого равновесия (так называемая «яма хищника»).

Примером могут служить клопы-слепняки *Macrolophus nubilis* и *Dicyphus errans*, которые используются против белокрылки. После подавления целевого объекта эти зоофитофаги не мигрируют и не погибают, а переключаются на другой корм (например, тлей, паутинных клещей, трипсов, яйца чешуекрылых). В отсутствие вредителей возможна подкормка клопов заменителями природных кормов (зерновая моль, мельничная огневка), за счет чего слепняки сохраняются в агроценозе в течение всего культурооборота, в том числе продленного. Заменители природного корма используют не только при колонизации, но и при массовом разведении многоядных энтомофагов, что осо-

бенно актуально для биологической лаборатории при тепличных комбинатах, где разведение на целевом объекте (то есть на вредителе) крайне нежелательно из-за внутреннего карантина.

Использование многоядных хищников ставит новые, более жесткие требования к отбору видов. Необходима всесторонняя оценка трофических связей энтомофага в агроценозе (с растением при частичной фитофагии, с другими хищниками и паразитами). Усложняется система тестов, которые должны обязательно включать оценку экологического и фитосанитарного риска, сопряженного с применением полифагов.

Согласно существующим рекомендациям МОББ по контролю качества естественных врагов (IOBC Quality Control Guidelines for natural enemies, 2002), для оценки энтомофага используется лабораторный тест на плодовитость, выживаемость, скорость развития, прожорливость. Однако практика выявила недостатки предложенной системы контроля, особенно для зоофитофагов. Это видно на примере кло-

па-слепняка *Nesidiocoris tenuis*, который апробирован в ряде европейских стран в качестве средства защиты от тепличной и табачной белокрылок (Vazquez et al., 2000; Nannini, 2003; Trottin-Caudal et al., 2005). В коллекции энтомофагов ВИЗР культура этого вида происходит от природного материала (Корейский п-ов, сборы 2003 г.). При тестировании несидиокориса выявлено, что его прожорливость составляет 450–500 яиц белокрылки в сутки, что существенно выше, чем у слепняков, которых используют в настоящее время против алейродид. Высокая прожорливость в сочетании со значительной скоростью эмбрионального развития (8 дней при $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$) и ярко выраженной численной реакцией на целевой объект свидетельствуют о том, что несидиокорис весьма перспективен как агент биометода. Однако дальнейшие исследования выявили, что при определенных условиях он может наносить повреждения растениям томата в виде колец на черешках листьев. Переключение несидиокориса на растительную пищу вызывается дефицитом влаги, который обусловлен нехваткой жертв и/или пониженной влажностью воздуха (40–45 %). В аналогичной ситуации повреждения растений были отмечены при колонизации слепняка *Macrolophus caliginosus* на томатах Cherry, поэтому на данной культуре применение макролофуса признано небезопасным (EPPO Standards. Safe use of biological control, 2002). На фоне низкой численности вредителя вредоносность клопов можно предотвратить путем подкормки яйцами зерновой моли или другим заменителем природного корма. Однако пример несидиокориса и макролофуса показывает, что скрининг зоофитофагов должен включать оценку их потенциальной вредоносности в условиях, провоцирующих переключение на растительную пищу (дефицит влаги, низкая плотность жертв).