

УДК 632.937

Итоги интродукции и применения кокциnellиды *Harmonia axyridis* в защите растений

Н.А. БЕЛЯКОВА,
руководитель лаборатории
биологической защиты растений
ВИЗР

Хищную кокциnellиду *Harmonia axyridis* широко применяют для защиты растений от тлей в теплицах Приморского края [2]. Высокая плотность природных популяций *H. axyridis* в Приморье позволяет в значительных объемах использовать природные ресурсы энтомофага не только для закладки лабораторных культур, но и для непосредственного применения в теплицах. Свойственные хармонии экологическая пластичность и высокая прожорливость дают возможность использовать этот вид в борьбе с тлями на широком спектре культур как в открытом, так и в закрытом грунте. Хармония способна сдерживать численность персиковой тли на сладком перце и салате, бахчевой – на огурце, соевой – на сое, розанно-злаковой – на розах [3].

История интродукции хармонии насчитывает более полувека. Первые выпуски хармонии за пределами ее ареала проводили в Предкарпатье в конце 1960-х годов (Воронин, 1968), в Калифорнии. Пенсильвании, Луизиане и ряде других штатов – в 1964–1981 гг. [4].

В последние 10–15 лет вид акклиматизировался в Европе (Англия, Бельгия, Франция), Северной и Южной Америке [5]. Широкое распространение в разных климатических зонах и продолжающееся расширение ареала свидетельствуют о высоких адаптационных способностях *H. axyridis*, что является необходимым условием для ее успешного использования в биологической защите растений, в том числе для колонизации в теплицах.

Однако в настоящее время в винодельческих районах Франции возникли проблемы с бесконтрольным распространением хармонии в местах интродукции, прежде всего, на виноградниках. Есть данные о том, что хармония может наносить вред культуре. Жуки в качестве дополнительного питания используют зрелые ягоды винограда, что снижает качество вина [6].

Этот факт не ограничивает применение хармонии в регионах с умеренным климатом и на севере, однако в зонах виноградарства следует применять этого афидофага с осторожностью даже в теплицах.

Активная инвазия *H. axyridis* в Европе и Северной Америке привела к введению ограничений в ряде стран на ее использование как агента биологического контроля. Производители энтомофагов (Корперт в Нидерландах, BioPlant в Бельгии) с 2003 г. приостановили продажу средств биологической защиты на основе *H. axyridis*.

Вероятно, акклиматизация *H. axyridis* связана с глобальным потеплением климата, которое в будущем может привести к распространению хармонии в северо-западных областях Европы, а также на европейской части РФ.

Высокая эффективность хармонии, как агента биометода, обусловлена ее значительным адаптационным и репродуктивным потенциалом. Эти же причины способствовали ее акклиматизации в Европе и Америке.

Дабы не отказываться от использования такого эффективного средства биологической защиты, как хармония, и при этом предотвратить нежелательную акклиматизацию этого вида на европейской части

РФ, особенно в винодельческих регионах, мы предлагаем следующее технологическое решение. В теплицы для биологического подавления вредителей следует выпускать только самок хармонии в стадии личинки. Отсутствие самцов предотвратит нежелательное распространение *H. axyridis* за пределами агроценозов.

Для получения чисто женского потомства у хармонии предполагается использовать андроцидный эффект, который вызывают у кокциnellид альфа-протеобактерии, *Wolbachia* и *Spiroplasma*. Самцы гибнут в эмбриональных стадиях развития (ранний андроцид).

Перспективы применения бессамцовых линий в теплицах очевидны. Мы получаем возможность вносить в теплицу инкубированные яйцекладки, полученные от зараженных самок. Личинки 1-го возраста после отрождения будут питаться погибшими мужскими эмбрионами, что повысит их шансы на выживание в агроценозе. Необходимо отметить, что у личинки 1-го возраста ограничены возможности передвижения и выбора жертвы. Жертва должна соответствовать размерам личинки, длина которой в 1-м возрасте меньше 2 мм, поэтому яйца своего вида являются наиболее доступной и предпочитаемой пищей для молодых личинок. В бессамцовых линиях каждой личинке после отрождения гарантирован полноценный корм, что особенно важно для сохранения афидофага в агроценозе, где численность жертвы (вредителя) подвержена колебаниям.

Явление бессамцовости отмечено у хармонии в двух сибирских популяциях (Новосибирск, Кызыл), а также в японской популяции из Саппоро. Доля самок, наследующих андроцидный эффект, в природных популяциях хармонии колеблется от 2–4 до 80 %. Самки хармонии, которые давали чисто женское потомство, были заражены альфа-протеобактериями рода *Spiroplasma* [1].

На первом этапе наших исследований основной задачей было вы-

деление бессамцовых линий хармонии. Жуков собирали с мест зимовки в 2007–2008 гг. в центральной части Корейского п-ова (окрестности г. Нонсана, 36°20' с.ш.). Доля самок составила 60±5 %. Была проведена оценка уровня эмбриональной гибели в индивидуальных яйцекладках, полученных от перезимовавшего поколения, в котором отмечалось незначительное преобладание самок. Кладки с повышенным уровнем эмбриональной гибели инкубировали. После выхода личинок подсчитывали количество вылупившихся и неразвившихся яиц. Последние разделяли на два типа: 1) желтые яйца без признаков развития (ранние эмбриональные летали или неоплодотворенные яйца – РЛ); 2) яйца, погибшие на поздних стадиях эмбрионального развития; они отличаются от РЛ серой окраской (поздние эмбриональные летали – ПЭЛ).

В 3 линиях (из 30 тестируемых) было выявлено стабильное наследование эмбриональной гибели на уровне 40–60 %, а доля самок в потомстве составила 99,8 %.

В одной из линий в потомстве F2 были отмечены единичные самцы. Это объясняется тем, что микроорганизмам не всегда удается заразить 100 % яиц. Кроме того, гибель мужских эмбрионов наступает лишь в том случае, если в яйце имеется определенная пороговая концентрация паразита. При более низкой концентрации из яйца развивается зараженный самец.

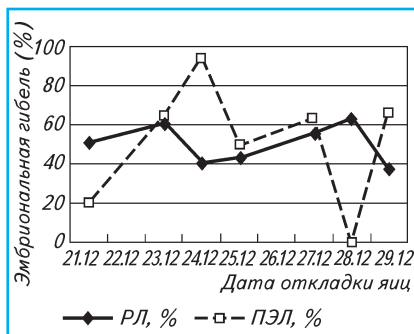
В нашем случае от таких самцов было получено обоеполое потомство, что свидетельствует об отсутствии заражения. Это является помехой для достижения нашей цели – получения чисто женского потомства хармонии, предназначенного для выпуска в теплицу. Хотя доля самцов в потомстве зараженных самок невелика (около 2 %), мы решили не использовать в дальнейшей работе линию, в которой фиксировалось нестабильное проявление андроцидного эффекта.

В четвертом поколении в бессам-

цовых линиях был отмечен рост общего уровня стерильности, который произошел в основном за счет увеличения доли поздних леталей. Мы предполагаем, что гибель эмбрионов на поздних стадиях (ПЭЛ) не является проявлением андроцидного эффекта. Скорее всего, рост частоты ПЭЛ – это реакция насекомых на введение в культуру. Адаптация кокцинетеллид к лабораторным условиям проходит, как правило, в течение 3–4 поколений и сопровождается снижением выживаемости во всех стадиях развития, в том числе в эмбриональной.

Андроцидный эффект в выделенных линиях *H. axyridis* проявляется преимущественно в раннем эмбриогенезе. Об этом свидетельствует анализ динамики частоты ранних и поздних леталей у яйцекладущих самок в пределах одного поколения. Уровень РЛ стабилен и в среднем соответствует ожидаемой доле самцов – 50 %, а уровень ПЭЛ колеблется в широком диапазоне от 0 до 97 % (см. рисунок).

В литературе описаны случаи реализации андроцидного эффекта в поздних стадиях развития эмбриона *H. axyridis*. С практической точки зрения, чем раньше внутриклеточный паразит убьет зародыша, тем выше будет пищевая ценность погибшего яйца. Отродившиеся личинки предпочитают ранние летали поздним. Поэтому для использования в целях биоконтроля предпочтительно отбирать линии с ранним андроцидом.



Динамика эмбриональной гибели в яйцекладках самок *Harmonia axyridis* из бессамцовых линий

В лабораторных культурах хармонии заражение самок вольбахией или спиropлазмой может иметь двойные последствия. Но при массовом разведении хармонии часть яиц неизбежно гибнет в результате «родственного» каннибализма (sibling cannibalism), когда личинки поедают своих не отродившихся «братьев» и «сестер». Каннибализм этого типа не зависит от плотности жертвы, поэтому с ним невозможно бороться при массовом разведении. В семьях с нормальной фертильностью жертвами молодых личинок становятся жизнеспособные яйца, из которых личинки еще не успели отродиться. В бессамцовых семьях жертвами каннибалов станут погибшие эмбрионы самцов. Ориентировочные потери от «братско-сестринского» каннибализма у хармонии составляют 20–25 %. В результате реальное снижение коэффициента репродукции в бессамцовых линиях будет гораздо меньше ожидаемых 50 %.

Кроме того, зараженные самки, как правило, отличаются повышенной плодовитостью, а иногда и жизнеспособностью. Это – адаптация, которую выработали микроорганизмы, чтобы наилучшим образом обеспечить собственное распространение в популяции насекомых-хозяев.

Все перечисленные выше факторы (родственный каннибализм и повышенная плодовитость зараженных самок) способствуют сохранению высокого коэффициента репродукции в бессамцовых линиях, что обеспечит их эффективное использование в массовом разведении хармонии. Ярко выраженный половой диморфизм хармонии позволит без особого труда отбирать самцов из незараженных лабораторных культур для оплодотворения самок из бессамцовых линий.

В будущем бессамцовые линии кокцинетеллид предполагается получать не только путем выявления зараженных особей в природных популяциях, но и путем искусственного заражения лабораторных культур. Одним из возможных путей переда-

чи инфекции являются эктопаразитические клещи *Coccipolipus hippodamiae*, которые, питаясь гемолимфой жуков, способны, по мнению ряда авторов, переносить внутриклеточных паразитов.

Оценка репродуктивного потенциала бессамцовых линий хармонии и анализ особенностей биологии этого вида свидетельствуют о принципиальной возможности производства чисто женского потомства этой кокцинеллиды в промышленных масштабах без существенных потерь коэффициента размножения культуры в сравнении с обоеполыми линиями.

Разработанная в ВИЗР технология производства и применения хармонии является отечественным аналогом предлагаемой новой разработки. Основные технико-экономические показатели: с бокса площадью 20 м² (30 садков размером 50×50×45 см, плотность загрузки 50–70 имаго на садок) получают ежедневно от 15 до 22 тыс. яиц хармонии. Выход конечного продукта от обоеполой культуры составляет 12 тыс. личинок 2-го возраста в день с бокса площадью 20 м². Прогнозируемое снижение выхода продукта при производстве бессамцовых линий составит 25–30 %. Но основным достоинством новой технологии будет не производительность, а отсутствие региональных ограничений ее реализации. Старая технология пред-

назначена для применения в пределах естественного ареала обитания хармонии – Сибирь и Дальний Восток. Выпуск самок будет безопасен на европейской части РФ, куда хармония еще не проникла.

Разработка новой технологии применения *H. axyridis* позволит снять

ограничения на применение данного средства биологической защиты в винодельческих регионах, что весьма актуально, так как этот высокоэффективный афидофаг включен в существующие системы защиты тепличных культур (овощных, зеленых и цветочных).

ЛИТЕРАТУРА

1. Захаров И.А., Зинкевич Н.С., Шайкевич Е.В., Высоцкая Л.В., Джоржу Ч.М., Межерс М.Е.Н. Соотношение полов и явление бессамцовости в Сибирских популяциях *Harmonia axyridis* Pallas (Col., Coccinellidae). // Генетика, 1999. т. 35, №6. с. 771–776.
2. Яркулов Ф.Я., Белякова Н.А. Экологические основы биологической защиты тепличных культур. // Защита и карантин растений, 2007, № 1, с. 19–22.
3. Яркулов Ф.Я., Белякова Н.А., Леднёв Г.Р., Новикова И.И., Павлюшин В.А. Экологические основы биологической защиты овощных культур в теплицах Приморского края. – Санкт-Петербург-Владивосток, 2006, 183 с.
4. Gordon R.D. The Coccinellidae (Coleoptera) of America north of Mexico. // J. New York Entomol Soc., 1985, vol. 93, p. 1–912.
5. Koch R.L., Venette R.C., Hutchison W.D. Invasions by *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) in the Western Hemisphere: Implications for South America. // Neotropical Entomology, 2006. v. 35, №4, p. 421–434.
6. Koch R.L., Burkness E.C., Burkness S.J.W., Hutchison W.D. Phytophagous Preferences of the Multicolored Asian Lady Beetle (Coleoptera: Coccinellidae) for Autumn-Ripening Fruit // J. Econ. Entomol, 2004, v. 97, № 2, p. 539–544.

Аннотация. Кокцинеллида *Harmonia axyridis* за последние 10–15 лет акклиматизировалась в Европе, Северной и Южной Америке. Во Франции отмечено питание жуков на зрелых гроздьях винограда, что снижает качество вина. Поэтому в винодельческих регионах РФ в теплицы для биологического подавления вредителей следует выпускать только самок хармонии в стадии личинки. В ВИЗР разработана технология массового разведения бессамцовых линий *H. axyridis* с производительностью 12 тыс. личинок в день с бокса площадью 20 м².

Abstract. Ladybeetles *Harmonia axyridis* during the last 10–15 years was acclimatized in Europe, North and South America. *H. axyridis* has been reported feeding on grapes. The flavor of the resulting wine can be tainted by the alkaloids contained in *H. axyridis*. Therefore in the Russian winegrowing regions we must use in greenhouses only the *Harmonia's* females. In VIZR there is technology for mass rearing male-free lines of *H. axyridis* with its productivity 12 000 larvae per day from room's square 20 m².

Вниманию специалистов биометода

ВПРС МОББ планирует проведение следующих международных мероприятий:

Международная конференция «Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии» (31 мая – 4 июня, Институт микробиологии НАН Беларуси, г. Минск)

Международное совещание «Современное состояние и развитие карантина и защиты растений» (август, ФГУ «ВНИИКР», г. Москва)

Международная конференция «Биологическая защита растений как основа экологического земледе-

лия и фитосанитарной стабилизации агроэкосистем» (21–24 сентября, ВНИИБЗР, г. Краснодар)

Международный симпозиум по вопросам таксономии паразитоидов (октябрь, Лаборатория идентификации паразитоидов, г. Ваш, Венгрия)

Международный симпозиум по интегрированной защите лесов и озеленительных посадок (5–8 декабря, Белградский университет, г. Белград)

Подробную информацию можно получить в секретариате ВПРС МОББ: тел/факс (8-495) 479-90-17; моб. 8-903-007-77-39 – Эдуард Александрович Садо́мов