

УДК 632.937

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОКЦИНЕЛЛИДЫ *Harmonia axyridis* Pall. ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ С УЧЕТОМ ЕЕ ПИЩЕВЫХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ

Н.А.Белякова, кандидат биологических наук, **Е.Н.Балуева**, аспирант
(Представлено академиком Россельхозакадемии **В.А.Павлюшиным**)

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, 196608, Санкт-Петербург-Пушкин
E-mail: belyakovana@yandex.ru*

Проведена оценка прожорливости и индекса пищевого предпочтения у личинок кокцинееллиды *Harmonia axyridis* 6 морфотипов, которые различаются по рисунку надкрылий. Выявлено, что морфотип у хармонии маркирует пищевые предпочтения ее личинок.

Ключевые слова: кокцинееллида *Harmonia axyridis*, рисунок надкрылий, пищевые предпочтения

Хищную кокцинееллиду *Harmonia axyridis* Pallas используют для защиты овощных и зеленных культур от тлей в теплицах Приморского края и Северо-Западного региона РФ [1, 2]. Этот вид распространен в Юго-Восточной Азии и Сибири [3], в течение последних 10-15 лет акклиматизировался в Европе, Северной и Южной Америке [4]. Для хармонии характерна значительная эколого-морфологическая внутривидовая изменчивость, одно из проявлений которой – наличие в природных популяциях нескольких устойчивых морфотипов, различающихся по рисунку надкрылий (рис. 1), поведенческим особенностям и репродуктивным показателям [5, 6].

Для понимания факторов, обеспечивших быстрое расселение хармонии на трех континентах, а также для полноценного освоения ее природных ресурсов необходимы детальные исследования экофизиологических особенностей морфотипов *H. axyridis* и прежде всего их пищевых предпочтений – важного критерия оценки энтомофага в биологическом методе защиты растений. Поэтому целью работы была оценка пищевых предпочтений личинок *H. axyridis* разных морфотипов. Личинки выбраны в качестве объекта исследований, поскольку на личиночной стадии хармонию применяют в теплицах.

Методика. Использовали лабораторную культуру *H. axyridis*, которая была заложена от выборки насекомых, собранных на местах зимовки в 2007 г. на острове Чеджу (33°10' с.ш.) в южной части Корейского п-ва. Культуру поддерживали на обыкновенной злаковой и персиковой тлях. Суточную прожорливость оценивали на личинках хармонии из линий *aulica*, *axyridis*, *intermedia*, *spectabilis*, *conspicua* SS, *conspicua* BS и *succinea*; аллель рисунка их надкрылий предваритель-

но выделяли в гомозиготное состояние [7]. Опыт проводили при температуре 25°C, относительной влажности воздуха 70-80 % и фотопериоде 18 ч. В чашку Петри отсаживали по одной личинке I возраста в течение первых суток после отрождения из яиц. В течение первых трех дней эксперимента в каждую чашку ежедневно помещали по 20 бескрылых самок тлей. В старших личиночных возрастах количество тлей увеличивали до 50-200 особей/сут. Использовали два варианта корма: смесь персиковой и бобовой (1), злаковой и бобовой тлей (2) при соотношении 1:1. Суточную прожорливость оценивали в течение 10-11 дней до окукливания личинок. Индекс пищевого предпочтения (ИПП) хищника рассчитывали по формуле: $ИПП = \ln(e_1/A_1) / [\ln(e_1/A_1) + \ln(e_2/A_2)]$, где A_1 и A_2 – исходное число тлей 1-го и 2-го вида в смеси; e_1 и e_2 – число тлей 1-го и 2-го вида, выживших в течение суток [8]. Для статистической обработки использовали дисперсионный анализ, который проводили с помощью пакета статистических программ SPSS v.13.0.

Результаты и обсуждение. Выявлены существенные различия по динамике суточной прожорливости личинок при питании на разных видах тлей (рис. 2А). В смеси бобовой и злаковой тлей хармония предпочитала злаковую, что особенно проявлялось у личинок первых двух возрастов (ИПП – 0,65-0,75), а также в последнем четвертом возрасте (рис. 2Б). Личинки старших возрастов поедали оба вида тлей в равных количествах (рис. 2А), тогда как личинки I-II возрастов – чаще персиковую тлю (ИПП – 0,60-0,63), рис. 2Б.

Личинки младших возрастов ограничены в выборе жертвы. Тля должна соответствовать размерам хищника, который в первых двух личиночных возрастах не превышал по длине 3 мм (табл. 1). Чем меньше тля,



Рис. 1. Морфотипы *Harmonia axyridis*, различающиеся по рисунку надкрылий: 1 – *succinea*, 2 – *aulica*, 3 – *intermedia*, 4 – *axyridis*, 5 – *spectabilis*, 6 – *conspicua*.

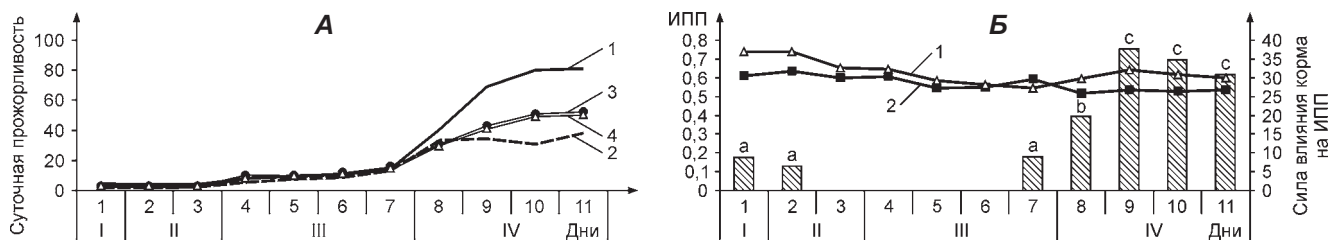


Рис. 2. Динамика суточной прожорливости (А) личинок I-IV возрастов при питании смесью злаковой (1) и бобовой (2), персиковой (3) и бобовой (4) тлей и индекса их пищевого предпочтения (Б) соответственно к злаковой (1) и персиковой (2) тлям; буквы над столбиками обозначены варианты, в которых влияние корма на ИПП достоверно: а – $p < 0,05$; б – $p < 0,01$; с – $p < 0,001$.

тем более доступна она для поедания молодыми личинками. В наших экспериментах наименьшей по размеру была злаковая тля, длина тела которой в 1,5-1,8 раза меньше личинок I-II возрастов. Бобовая и персиковая тли равны по размеру личинке I возраста, что затрудняет задачу хищника при поимке и удержании жертвы. Можно предположить, что выраженное предпочтение злаковой тли личинками младших возрастов обусловлено в первую очередь ее малыми размерами.

В варианте 1 как персиковая, так и бобовая тли имели сходную длину тела, но существенно различались по массе: персиковая весила в среднем в 2 раза меньше бобовой – соответственно 0,49 и 1,09 мг. В связи с этим личинки младших возрастов охотнее поедали персиковую тлю.

Личинки старших возрастов по размерам в 3-6 раз больше тлей (табл. 1). Поэтому их предпочтение определяется не размерами или массой жертвы, а соотношением пищевой ценности корма и временем, которое необходимо затратить на преследование, поимку, поедание. В соответствии с теорией оптимального добывания пищи хищник стремится максимально повысить скорость получения энергии, при этом выгода жертвы равна E_i/h_i , где E_i – содержание энергии (пищевая ценность), h_i – время обработки жертвы [9].

В III личиночном возрасте у хармонии не отмечено каких-либо пищевых предпочтений. По результатам дисперсионного анализа, ИПП в этот период не зависел от вида тли. В то же время в IV возрасте пищевой фактор оказывал на индекс высокое достоверное ($p < 0,001$) влияние, сила которого составляла 30-35 %, что в 3 раза выше, чем в младших личиночных возрастах (рис. 2Б). Столь существенная разница подчеркивает различия в механизмах, которые определяют пищевые предпочтения у личинок младших и старших возрастов. В начале личиночного развития

пищевые предпочтения зависят от размера и массы жертвы, в конце определяются прежде всего ее пищевой ценностью. III возраст – промежуточный этап, в ходе которого особь осваивает имеющийся пищевой ресурс и формирует из доступных жертв рацион, обеспечивающий максимальный приток энергии при минимальных затратах усилий и времени.

Различия между морфотипами по ИПП выявлены только для личинок из линии *itermedia*, у которых в III возрасте четко выражено пищевое предпочтение к злаковой тле (рис. 3А). ИПП к персиковой тле у личинок постепенно снижался в ходе развития и к IV возрасту приближался к 0,5 (рис. 3Б), что свидетельствует о равной пищевой ценности обоих видов тлей, несмотря на их 2-кратную разницу по массе.

При равной прожорливости личинок потребляемая ими биомасса бобовой тли в 2 раза больше, чем персиковой (табл. 2). Аналогичное соотношение массы отмечено при питании личинок одним видом тли. Следовательно, персиковая тля по пищевой ценности на единицу массы в 2 раза превосходит бобовую.

При питании смесью наибольшее количество тлей как по числу, так и по массе потребляли личинки из линий *conspicua BS* и *conspicua SS* (табл. 2). Это морфологически близкие морфотипы, которые различа-

Табл. 1. Соотношение размеров тлей и личинок кокциnellиды разного возраста

Тля		Возраст			
вид	длина тела, мм	I	II	III	IV
Бобовая	1,8-2,5	1:1,1	1:1,4	1:2,8	1:4,4
Персиковая	2,0-2,5	1:1,0	1:1,3	1:2,7	1:4,2
Злаковая	1,2-2,0	1:1,5	1:1,8	1:3,8	1:5,9

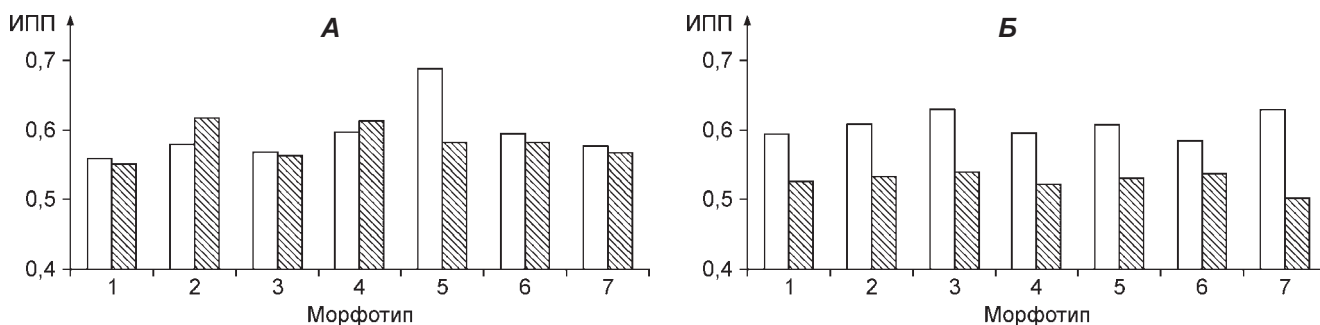


Рис. 3. Индекс пищевого предпочтения у личинок III (А) и IV (Б) возраста из линий соответственно *aulica* (1), *axyridis* (2), *conspicua BS* (3), *conspicua SS* (4), *intermedia* (5), *spectabilis* (6), *succinea* (7); 1-й столбик – злаковая тля, 2-й – персиковая.

Табл. 2. Потребление биомассы (мг) личинками кокцинееллиды при питании бобовой и персиковой тлями

Морфотип	Питание двумя видами тлей			Питание одним видом тлей		
	бобовая	персиковая	соотношение по массе	бобовая	персиковая	соотношение по массе
<i>Axyridis</i>	233,3±7,9	110,6±2,3	2,11	423,2±6,0	194,0±5,7	2,18
<i>Succinea</i>	234,4±8,6	108,2±2,5	2,17	402,9±6,3	198,2±6,4	2,03
<i>Aulica</i>	220,2±19,2	102,7±5,6	2,14	—	—	—
<i>Conspicua BS</i>	263,8±6,8	123,8±2,0	2,13	—	—	—
<i>Conspicua SS</i>	242,9±7,9	113,4±2,3	2,14	—	—	—
<i>Intermedia</i>	222,6±6,8	106,3±2,0	2,09	—	—	—
<i>Spectabilis</i>	222,2±6,8	107,2±2,0	2,07	—	—	—
Сила влияния морфотипа, %	42,90	61,50	—	27,90	—	—
Достоверность	p < 0,001	p < 0,001	—	p < 0,01	—	—

ются только размером светлого пятна на надкрыльях (рис. 1). Сходство рисунка надкрылий сочетается с близкими значениями биомассы, необходимой личинке для завершения развития. Дисперсионный анализ показывает, что влияние морфотипа на потребление биомассы личинками высокодостоверно ($p < 0,001$), сила влияния этого фактора составляет около 40-60 % в зависимости от вида тли (табл. 2).

Мы предполагаем, что морфотип у хармонии маркирует некоторые экофизиологические особенности. Рисунок надкрылий определяется серией множественных аллелей одного гена [10], который может быть сцеплен с комплексом наследственных факторов, ответственных за прожорливость и пищевые предпочтения. Проведенное нами выделение фенотипического маркера в гомозиготу усилило проявление сцепленных с ним генов, обуславливающих повышенную прожорливость личинок из линий *conspicua BS* и *conspicua SS* при питании смесью тлей.

Представленные данные позволяют сделать ряд выводов относительно перспектив применения хармонии для защиты растений от тлей. Мелкие виды тли (до 1,5-2 мм) наиболее предпочтительны для личинок младших возрастов, которых обычно выпускают в теплицы для подавления очагов вредителя. Среди наиболее вредоносных видов тлей к этому классу относятся бахчевая тля. Взрослые особи крупных видов тлей (большая картофельная, розанно-злаковая) доступны только для личинок III-IV возрастов. Необходимо корректировать методику применения хармонии в зависимости от вида тли, против которого направлен выпуск энтомофага. При использовании хармонии против крупных видов тли следует учитывать, что молодой хищник будет поедать преимущественно личинок вредителя, доступных по размеру, при этом самки тли продолжат размножение. Решением проблемы мо-

жет быть выпуск личинок после линьки в III возрасте, когда размеры хищника позволяют ему справиться практически с любым видом тли, а возможности перемещения и поиска вредителя значительно возрастут.

Полученные данные подтвердили выдвинутое ранее в литературе предположение о том, что ген рисунка надкрылий у хармонии сцеплен с комплексом наследственных факторов, определяющих экофизиологические особенности энтомофага, в том числе его пищевые предпочтения.

Это дает основание для формирования типовых культур *H. axyridis*, которые будут наиболее полно отражать и сохранять свойственную виду генотипическую изменчивость при длительном разведении в лаборатории. В основе предлагаемой методики лежит использование рисунка надкрылий в качестве фенотипического маркера. Выделение маркера в гомозиготу позволит контролировать сцепленные с ним гены, определяющие пищевые предпочтения, репродуктивные и поведенческие особенности, свойственные разным морфотипам хармонии. При необходимости эти типовые культуры хармонии послужат исходным материалом для селекции линий *H. axyridis* с заданными характеристиками, например с повышенной прожорливостью при питании определенным видом тли.

Литература. 1. Яркулов Ф.Я., Белякова Н.А. Экологические основы биологической защиты тепличных культур // Защита и карантин растений. – 2007. – № 1. 2. Козлова Е.Г. Биологическая защита зеленных культур при возделывании на салатных линиях // Гавриш. – 2008. – № 9. 3. Кузнецов В.Н. Жуки-кокцинееллиды (Coleoptera: Coccinellidae) Дальнего Востока России. – Владивосток: Дальнаука, 1993. – Ч. 2. 4. Soares A.O., Borges I., Borges P.A., Labrie G., Lucas E. *Harmonia axyridis*: What will stop the invader? // BioControl. – 2008. – V. 53. – P. 127-145. 5. Soares A.O., Coderre D., Schanderl H. Influence of prey quality on the fitness of two phenotypes of *Harmonia axyridis* adults // Entom. Exp. Appl. – 2005. – V. 114. – № 3. 6. Seo M.J., Kim G.H., Youn Y.N. Differences in biological and behavioral characteristics of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) according to color patterns of elytra // J. Appl. Entomol. – 2008. – V. 132. – P. 239-247. 7. Белякова Н.А., Балуева Е.Н. Перспективы использования полиморфных культур и бессамцовых линий *Harmonia axyridis* Pall. для биологической защиты растений // Информ. бюл. ВПРС МОББ. – 2007. – № 38. 8. Manly B.F.J., Miller P., Cook L.M. Analysis of a selective predation experiment // American Naturalist. – V. 106. – P. 719-736. 9. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. – М.: Мир, 1989. – Т. 1. 10. Tan C.C. Mosaic dominance in the inheritance of color patterns in the ladybird beetle, *Harmonia axyridis* (Pallas) // Genetics. – 1946. – V. 31. – № 1.

Belyakova N.A., Balueva E.N. Food preferences of the lady bird *Harmonia axyridis* Pall. and prospects for its use in biological plant protection

*Voracity and food preference index of the *Harmonia axyridis* larvae were investigated. We tested 6 morphotypes, which differ in their elytra pattern. Supposedly, some genes determining the *Harmonia* food preferences must be linked with phenotype controlling alleles. Morphotype marks food preference of the *Harmonia* larvae.*