

УДК 591.3 (595.792)

ДИНАМИКА ВЫЛЕТА И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ТРИХОГРАММЫ

С.Я. Резник, Н.Д. Войнович

Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург

Исследование самок *Trichogramma telengai*, развивавшихся в одновременно зараженных яйцах зерновой моли при температуре 20 °С и длине светового дня 18 ч, выявило существенную зависимость их качества от дня вылета имаго из хозяина. Циркадное время вылета (т.е. время, прошедшее после включения света) также влияло на качество трихограмм. Чем позже вылетали самки, тем меньше были их размер и плодовитость. Следовательно, день и циркадное время вылета имаго должны учитываться при составлении методик контроля качества трихограмм при массовом разведении.

Ключевые слова: размер, плодовитость, время развития, ритм вылета, *Trichogramma telengai*.

Низкая эффективность массово разводимых энтомофагов – одна из основных проблем биологической защиты растений. Для оценки размеров тела, потенциальной и реализованной плодовитости, способности к поиску хозяев и других компонентов «качества» паразитоидов-яйцеедов из рода *Trichogramma* Westw. используются различные способы [Щепетильникова и др., 1974; Bigler, 1994; Сорокина, 2001; Lenteren, Bigler, 2010]. Впрочем, точность контроля качества партии трихограмм зависит не только от используемых методик тестирования, но и от метода отбора проб. Известно, что вылет имаго разных видов трихограмм из одновременно зараженных яиц хозяев растянут, в зависимости от температуры, на срок до нескольких дней. Кроме того, трихограммам, как и многим другим насекомым, свойствен суточный ритм вылета имаго, причем продолжительность периода вылета составляет, в зависимости от фотопериода и температуры, до 6–8 ч [Резник и др., 1998; Резник, Карпова, 2006]. Ранее было показано, что время развития коррелирует с некоторыми биологическими параметрами *Trichogramma evanescens* Westw [Doyon, Boivin, 2005]. Однако эта зависимость не учтена в большинстве учебников и руководств по контролю каче-

ства трихограмм. Трихограммы, используемые для биологической борьбы с вредными насекомыми, как правило, поставляются в виде зараженных яиц хозяев. Протоколы контроля качества обычно начинаются с отбора имаго для тестов, причем время, прошедшее с начала вылета имаго исследуемого образца, и, тем более, циркадное время (время с момента включения света) не учитываются или указываются приблизительно, например, «после массового вылета» [Щепетильникова, 1974; Bigler, 1994; Сорокина, 2001; Lenteren, Bigler, 2010]. Целью нашего исследования была оценка размера и плодовитости самок трихограмм, вылетевших в разное время из одной порции одновременно зараженных яиц хозяев.

Опыты были проведены с партеногенетической лабораторной линией *Trichogramma telengai* Sor. Вначале в каждой повторности опыта около 3000 яиц зерновой моли в течение 2 ч подвергались заражению примерно 1000 самками лабораторной линии *T. telengai*. Зараженные яйца инкубировали при температуре 20 °С и длине дня 18 ч. При таких условиях вылет имаго продолжается 4 дня, начинается ежедневно перед самым включением света и завершается практически через 6 ч после включения [Резник и

др., 1998; Заславский и др., 1999]. Через 10–12 дней после заражения несколько сотен потемневших (зараженных) яиц помещали в отдельную пробирку, вылетающих самок использовали согласно схеме конкретного опыта.

Целью первого опыта было выявление корреляции между днем вылета, размером и плодовитостью самки. На протяжении 4 дней из самок, вылетевших в течение каждого дня, выбирали 40–50 особей и помещали их по одной в маленькие пробирки. Каждой из самок предоставили карточку с 50–60 яйцами зерновой моли, для подкормки на стекло пробирки помещали каплю меда. После этого самок содержали 6 дней при температуре 25°C и длине дня 18 ч. Через 2 и 4 дня после начала опыта карточки заменяли на новые со свежими яйцами зерновой моли, а старые карточки инкубировали при тех же условиях. Через 6 дней после индивидуальной рассадки по пробиркам самок фиксировали и под микроскопом измеряли длину средней голени каждой особи. Когда зараженные яйца темнели, их подсчитывали на каждой карточке. В качестве двух оценок плодовитости использовали число хозяев, зараженных за первые два дня и за все время опыта. Всего было проведено 8 повторностей первого опыта, в общей сложности включавших 555 особей.

Целью второго опыта было сравнение самок, вылетевших в течение одного дня. Этот эксперимент был проведен по той же методике, что и первый опыт, но самок отбирали только на второй день вылета через 2, 3, и 6 ч после вклю-

чения света. Таким образом, все самки были разделены на «раннюю, среднюю и позднюю» фракции, вылетевшие в течение 2 часов после включения света, с 2 до 3 часов после включения света, и с 3 до 6 часов после включения света. Всего было проведено пять повторностей второго опыта, в общей сложности включавших 566 особей.

Статистическая обработка данных включала дисперсионный анализ и тест Тьюки. Все подсчеты были проведены с помощью программы SYSTAT 10.2.

Двухфакторный дисперсионный анализ результатов первого и второго опытов показал, что все три исследуемых параметра (размер тела и число хозяев, зараженных за 2 и за 6 дней) достоверно ($p < 0.001$) зависят от дня и от времени вылета. Различия между повторностями опыта, впрочем, тоже были статистически достоверными, поэтому для лучшего выявления различий между особями, вылетевшими в разное время, данные были нормированы: каждая величина была заменена ее процентным отклонением от среднего для повторности по формуле $D = 100 (X - M) / M$, где D – нормированная величина (%), X – исходная величина, а M – среднее для повторности. Обработка нормированных данных ясно показала: чем позднее вылетают самки, тем они мельче и тем ниже их плодовитость, причем этот эффект наблюдается как на протяжении всего вылета (табл. 1), так и в течение одного дня (табл. 2).

Таблица 1. Размер и плодовитость самок *Trichogramma telengai* в зависимости от дня вылета из хозяина

Анализируемые показатели	День вылета (со дня вылета первой особи)			
	1	2	3	4
Длина средней голени *	10.6 ± 0.7 a	3.0 ± 0.9 b	-3.5 ± 0.9 c	-13.6 ± 1.0 d
Число яиц зерновой моли, зараженных за 2 дня *	30.9 ± 3.4 a	8.9 ± 3.6 b	-14.3 ± 3.7 c	-35.5 ± 3.8 d
Число яиц зерновой моли, зараженных за 6 дней *	39.0 ± 4.3 a	2.9 ± 3.8 b	-15.9 ± 4.0 c	-36.5 ± 4.8 d

*) Приведены нормированные данные (среднее процентное отклонение от среднего по повторности и его ошибка); величины в одной строке таблицы, помеченные разными буквами, достоверно различаются ($P < 0.05$ по тесту Тьюки).

Таблица 2. Размер и плодовитость самок *Trichogramma telengai* в зависимости от циркадного времени вылета из хозяина

Анализируемые показатели	Время вылета (с момента включения света)		
	от 0 до 2 ч	от 2 до 3 ч	от 3 до 6 ч
Длина средней голени *	2.1 ± 0.6 a	-0.6 ± 0.6 b	-1.8 ± 0.7 b
Число яиц зерновой моли, зараженных за 2 дня *	14.0 ± 2.2 a	-4.9 ± 2.4 b	-9.4 ± 2.4 b
Число яиц зерновой моли, зараженных за 6 дней *	9.3 ± 2.5 a	-2.5 ± 2.7 b	-7.0 ± 2.6 b

*) См. примечание к табл. 1.

Как видно из приведенных выше данных, различия в размере и плодовитости между особями, вылетевшими в разные дни, составили, соответственно, более 20 и 70% среднего. Различия между ранней, средней и поздней фракциями самок, вылетевших в один и тот же день, также были значительными (около 5% в размерах тела и около 25% в плодовитости). Можно заключить, что размер, плодовитость и, возможно, некоторые другие биологические характеристики трихограмм существенно зависят не толь-

ко от дня, но и от циркадного времени вылета. Поэтому, если протокол контроля качества трихограмм включает отбор имаго для тестов, следует указывать день (считая с момента вылета первой особи) и циркадное время отбора образцов. Если же для каких-либо целей требуются наиболее крупные и плодовитые особи, сбор имаго следует проводить в первый день вылета сразу после включения света.

Исследование было осуществлено при частичной финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований ОБН РАН «Рациональное использование биологических ресурсов России: фундаментальные основы управления».

Библиографический список (References)

- Резник С.Я. Метод синхронизации вылета трихограммы / С.Я. Резник, С.Г. Карпова // Защита и карантин растений. 2006. N 2. С. 54–55.
 Резник С.Я. Зависимость ритма вылета имаго от фото- и термопериода у видов рода *Trichogramma* Westw. (Hymenoptera, Trichogrammatidae) / С.Я. Резник, К.Б. Зиновьева, Т.Я. Умарова, В.А. Заславский // Энтомологическое обозрение. 1998. Т. 77. N 1. С. 17–25.
 Сорокина А. П. Оценка перспективных видов рода *Trichogramma* в защите растений / А.П. Сорокина // СПб.: ВИЗР. 2001. 44 с.

Щепетильникова В.А. Методические указания по массовому разведению и применению трихограммы для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур / В.А. Щепетильникова, Г.В. Гусев, Н.М. Тронь, Г.Н. Цыбульская // М.: Колос. 1974. 80 с.

Bigler F. Quality control in *Trichogramma* production / F. Bigler // Biological Control with Egg Parasitoids. Wallingford, UK: CAB International. 1994. P. 93–111.

Doyon J. The effect of development time on the fitness of female *Trichogramma evanescens* / J. Doyon, G. Boivin // Journal of Insect Science. 2005. V. 5. N 1. P. 4.

Lenteren J. C. Quality control of mass reared egg parasitoids / J. C. van Lenteren, F. Bigler // Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on *Trichogramma*. Dordrecht, The Netherlands: Springer. 2010. P. 315–340.

Translation of Russian References

Reznik S.Ya. A method of synchronization of *Trichogramma* emergence. *Zashchita i karantin rastenii*, 2006, N 2. P. 54–55. (In Russian).

Reznik S.Ya., Zinovieva K.B., Umarova T.Ta., Zaslavskii V.A. Dependence of emergence rhythm on photoperiod and thermoperiod in species of the genus *Trichogramma* Westw. *Entomologicheskoe obozrenie*, 1998, V. 77, N 1. P. 17–25. (In Russian).

Shchepetilnikova V.A., Gusev G.V., Tron' N.M., Tsybul'skaya G.N. Manual of methods of *Trichogramma* mass rearing and application for biological control of agricultural pests. Moscow: Kolos. 1974. 80 p. (In Russian).

Sorokina A.P. Evaluation of *Trichogramma* species promising for plant protection. St. Petersburg: VIZR, 2001. 44 p. (In Russian).

Plant Protection News, 2017, 1(91), p. 61–63

EMERGENCE DYNAMICS AND QUALITY CONTROL IN *TRICHOGRAMMA*

S.Ya. Reznik, N.D. Voinovich

Zoological Institute RAS, St. Petersburg, Russia

Laboratory experiments with *Trichogramma telengai* Sor. females developed at a temperature of 20°C and day length of 18 h in a batch of simultaneously parasitized eggs of the grain moth *Sitotroga cerealella* Oliv. have showed that their quality was significantly dependent on day and circadian time (i.e. time from light-on) of emergence: the later the females emerged, the smaller was their size and fecundity. Based on these results, we conclude that day and circadian time of emergence should be indicated in the protocols for *Trichogramma* quality tests at mass rearing.

Keywords: female size; fecundity; time of development; rhythm of emergence; *Trichogramma telengai*.

Сведения об авторах

Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1, 199034 Санкт-Петербург, Российская Федерация

**Reznik Sergey Yakovlevich*. Заведующий лабораторией, доктор биологических наук, e-mail: reznik1952@mail.ru

Voinovich Natalia Dmitrievna. Старший научный сотрудник, кандидат биологических наук.

Information about the authors

Zoological Institute RAS, Universitetskaya nab., 1, 199034, St. Petersburg, Russian Federation.

**Reznik Sergey Yakovlevich*. Head of laboratory, DSc in Biology. e-mail: reznik1952@mail.ru

Voinovich Natalia Dmitrievna. Senior Researcher, PhD in Biology.

* Ответственный за переписку

* Responsible for correspondence