

УДК [632.654+632.7]:632.937.1.01

© 2000 г. В. Н. ФУРСОВ

ПРИМЕНЕНИЕ ВИДОВ РОДА *TRICHOGRAMMA* WESTWOOD (HYMENOPTERA, TRICHOGRAMMATIDAE) В БИОЛОГИЧЕСКОМ МЕТОДЕ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В КИТАЕ

Китай – одна из активно развивающихся и самая крупная страна Юго-Восточной Азии с наибольшим населением и огромным экономическим потенциалом в области сельского хозяйства. Во многих странах мира интенсификация развития сельского хозяйства привела к увеличению использования минеральных удобрений и химических средств защиты растений. Применение пестицидов для защиты растений способствует развитию устойчивости вредителей к ядохимикатам, увеличению остатков пестицидов в продуктах питания, повышению риска для здоровья, разрушению водных и наземных экосистем. Данному вопросу уделяется особое внимание в Китае.

В настоящее время в Китае принята система интегрированной и биологической защиты растений как ключевая линия в национальной политике защиты растений. Крупнейшие программы интегрированной и биологической защиты были разработаны для риса, кукурузы, хлопчатника и овощных культур (томаты, капуста, свекла, перец). Интегрированная защита растений принимается как экологически значимая и экономически эффективная система, альтернативная химической защите.

В 90-х годах годовые потери урожая от вредителей в Китае составляли 25–40%. Однако к настоящему времени в 200 городах 22 провинций Китая были успешно внедрены несколько программ интегрированной защиты растений. Использование этих программ в Китае показало, что потери урожая от вредителей могут быть значительно снижены.

Внедрение программ интегрированной защиты растений в провинции Хенань (Henan) на площади 1800 га позволило уменьшить потери урожая хлопчатника от вредителей на 20–35%, что составило в за три года экономическую прибыль в 900 тыс. долл. США (Jingyuan, 1994).

В провинции Шихези (Shihezi) на северо-западе Китая при выращивании хлопка в течение 10-летнего периода количество обработок в течение года уменьшилось с 10 до 1,5. Применение инсектицидов уменьшилось и было основано на учете уровня поврежденности растений, при определении которого принималось во внимание и количество природных врагов (Matthews, 1991). Так, в провинции Шандонг (Shandong) при уменьшении химических обработок на хлопчатнике были выявлены 150 видов полезных животных (Lirui, Deling, 1994).

Основным компонентом интегрированной защиты в Китае является биологический метод защиты растений. Здесь несколько видов насекомых используются как эффективные агенты биометода – яйцееды бабочек (виды рода *Trichogramma*, *Anastatus*), златоглазки (*Chrysopa sinica*), хищные жуки (*Rodolia*) и другие. В 1991 году в Китае биологический метод защиты растений применялся на площади 25,85 млн. га (Raheja, 1995).

В настоящее время паразитические перепончатокрылые насекомые рода *Trichogramma* являются основным агентом биологического метода защиты растений в Китайской Народной Республике. Виды этого рода применялись ежегодно для защиты растений на площади от 1 до 2,1 млн. га (Li Liying, 1995, 1997). В 26 провинциях Китая работают около 100 биологических лабораторий по разведению видов рода *Trichogramma* (Lu, Zhang, Wu, 1997). Государственные биологические лаборатории производят до 300–500 млн. особей паразитов рода *Trichogramma* ежедневно.

Крупные центральные (областные или региональные) биологические лаборатории используются для массового разведения видов этого рода, а также для передачи производственного опыта фермерам.

К настоящему времени в Китае отмечено 23 вида рода, среди которых 5 интенсивно используются для контроля вредителей сельского и лесного хозяйств (*T. dentrolimi* Mats., *T. chilonis* Ishii, *T. ostriniae* Pang et Cheng, *T. evanescens* Westw., *T. japonicum* Girault).

Для массового разведения трихограммы используются разные хозяева. Для разведения *T. dentrolimi* Mats. и *T. chilonis* Ishii – дубовый шелкопряд (*Anthereae pernyi* Guer.-Menev.) и клещевинный шелкопряд (*Philosamia cynthia ricini* (Donovan)), рисовая моль (*Corcyra cephalonica* (Stainton)) – для *Trichogramma ostriniae* Pang et Cheng и *T. evanescens* Westw.

В северо-восточных провинциях Китая, например, провинции Ляонин (Liaoning), маточный материал коконов дубового шелкопряда (*Anthereae pernyi* Guer.-Menev.) закупается

биолaborаториями у фермеров, поскольку шелководство является одним из их основных занятий. Полученные коконы дубового шелкопряда хранятся в течение 6 месяцев при низкой температуре ($-5...-10^{\circ}\text{C}$), а затем перед выведением весной закрепляются на специальных рамах. У самок дубового шелкопряда через 1–2 суток после отрождения отделяется брюшко и его содержимое (яйца бабочки) промывается на специальной машине, а затем высушивается. Весь процесс механизирован. Каждая самка дубового шелкопряда производит около 200 яиц. Затем яйца бабочки используются для разведения трихограммы, причем для разведения указанных видов неоплодотворенные яйца дубового шелкопряда лучше по качеству, чем такие же, но оплодотворенные. Из одного яйца дубового шелкопряда выводится от 50 до 260 экз. паразитов, но оптимальным является 60–80 экз. При разведении соотношение количества самок паразита к количеству яиц дубового шелкопряда составляет 4:1. Яйца шелкопряда при температуре -4°C могут сохраняться до 30 суток, а замороженный материал диссектированных бабочек – до 180 суток. Яйца имеют твердую и толстую оболочку и используются для разведения паразитов, самки которых имеют длинный яйцеклад (*T. dendrolimi*, *T. chilonis*, *T. closterae*). Другие виды (*T. evanescens*, *T. ostriniae*, *T. japonicum*, *T. cacociae*) не могут разводиться на данном хозяине.

В Центральном и Южном Китае, например в провинции Гуандонг (Guandong), фермеры разводят клещевинного шелкопряда, яйца которого используют в биолaborаториях для массового получения паразитов. При разведении гусениц клещевинного шелкопряда используются растения *Ricinus communis* L., *Manihot utilisimi* Pohl., *Sapium sebiferum* (L.), *Evodia meliaefolia* (Hance). Каждая самка клещевинного шелкопряда откладывает 300–500 яиц, в одном яйце может развиваться 20–60 паразитов, но оптимальным является 25 экз. Соотношение количества самок *Trichogramma* к количеству яиц клещевинного шелкопряда составляет 2:1. Яйца клещевинного шелкопряда могут сохраняться до 30 суток при температуре $+1...+3^{\circ}\text{C}$, а замороженные – до 120 суток. Яйца этой бабочки используются для разведения *T. dendrolimi*, *T. chilonis*, *T. closterae*, *T. evanescens*, *T. ostriniae*, *T. pretiosum*, *T. cacociae*. Зараженные яйца дубового и клещевинного шелкопряда могут сохраняться в биолaborатории при температуре $+3...+5^{\circ}\text{C}$ до 60 суток.

Удобным лабораторным хозяином является рисовая моль (*Corcyra cephalonica* (Stainton)), которая разводится на отходах (отрубях) риса и пшеницы. С одного килограмма отходов наrabывается около 260000 яиц бабочки (весом около 10 г). Из одного зараженного яйца рисовой моли вылетает 1–2 паразита. Оптимальным соотношением количества самок *Trichogramma* к количеству яиц рисовой моли является 1:16. Яйца рисовой моли могут сохраняться до 15 суток при температуре $+1...+3^{\circ}\text{C}$, а замороженный материал яиц – до 24 ч. Перед использованием материал стерилизуется с помощью ультрафиолетовых ламп, чтобы избежать каннибализма личинок из незараженных яиц.

В Китае для массового производства *T. dendrolimi* и *T. chilonis* разработана технология производства, заражения и использования паразитов путем разведения их на искусственной среде. Процесс производства яиц на искусственной питательной среде механизирован.

Разработаны искусственные питательные среды для разведения 15 видов рода *Trichogramma*: *T. cacociae*, *T. cordubensis*, *T. chilonis*, *T. chiloetraea*, *T. closterae*, *T. dendrolimi*, *T. embryophagum*, *T. evanescens*, *T. japonicum*, *T. maidis*, *T. nagarkatti*, *T. nubiale*, *T. ostriniae*, *T. pretiosum*, *T. tryapitzini* (Li Liying, 1990, 1997). Искусственные питательные среды состоят из 27–50% гемолимфы дубового или клещевинного шелкопряда с добавлением желтка, молока, экстракта куриных зародышей, антибиотиков и солевого раствора Нейзенхеймера. Процент окукливания *Trichogramma* в искусственных яйцах составлял до 87,3%, а вылет паразитов – 44–70,4%.

В Китае паразиты этого рода используются для подавления численности различных вредителей: азиатского кукурузного стеблевого мотылька (*Ostrinia furcarnalis* Guenee), хлопковой совки (*Heliothis armigera* Hubn.), капустной белянки (*Barathra brassicae* L.), соевой моли (*Leguminivora glycinivorella* Mats.), рисовой листовёртки (*Cnaphalocrocis medinalis* Guenee), сосновых шелкопряда (*Dendrolimus* spp.), а также стеблевых бурьщиков *Chilo infuscatellus* Snellen, *Chilo saccharifagus indicus* (Kapur), яблоневой коричневой листовёртки *Pandemis heparana* (Denis et Schiff.), цитрусовой листовёртки *Adoxophyes fasciata* Wals., *Clanis bilineata tsingtauca* Mell., *Argyroplote schistaceana* Snellen и ряда других видов. Трихограмма применяется на полевых культурах (кукурузе, хлопчатнике, сорго, сои), рисе, на овощах (томатах, капусте, свекле, перце), сахарном тростнике, плодовых культурах (цитрусовых, яблони), лесных породах (сосны).

На различных сельскохозяйственных культурах используются разные виды рода *Trichogramma*: *T. dendrolimi* – против *Adoxophyes* spp., *Agrotis* spp., *Dendrolimus* spp., *Cydia*

pomonella, *Heliothis armigera*, *Leguminivora glycinivorella*, *Ostrinia furcarnalis*, *Pandemis heparana*, *Pieris* sp., *Rhyacionia buoliana* на яблоне, цитрусовых, овощах, хлопчатнике, сосне, сое, свекле и сорго; *T. chilonis* – против *Agrotis* spp., *Anomia flava*, *Argyroplote schistaceana*, *Chilo* spp., *Cnaphalocrocis medinalis*, *Diatraea* spp., *Heliothis armigera*, *Leguminivora glycinivorella*, *Spodoptera exiquum*, *Plutella xylostella* на овощах, рисе, сахарном тростнике, хлопчатнике, сое, свекле и сорго; *T. evanescens* – против *Leguminivora glycinivorella*, *Loxostege sticticalis*, *Mamestra brassicae*, *Pieris* spp. на овощах и винограде; *T. japonicum* – против *Chilo suppressalis*, *Cnaphalocrocis medinalis* на рисе; *T. ostrinia* – против *Ostrinia furcarnalis* на кукурузе и сорго.

Для применения трихограммы против разных вредителей были изучены и разработаны нормативы выпусков. Разработана технология, позволяющая успешно использовать массовой материал, наработанный в биолaborаториях на искусственной среде, причем с высокой эффективностью, что говорит о хорошем качестве материала.

При норме выпуска 45–300 тыс. экз. *T. dendrolimi* против азиатского кукурузного мотылька (*Ostrinia furcarnalis*) заражение яиц вредителя составляло 71–90,3%, а повреждение кукурузы уменьшилось на 56,1–64%. При выпуске 34,5 тыс. экз. *T. ostrinia* яйца вредителя были заражены на 94,1%, повреждение кукурузы уменьшилось на 85,3%. При норме выпуска 300–600 тыс. экз. *T. dendrolimi* против хлопковой совки (*Heliothis armigera* Hubn.) заражение яиц вредителя составляло 78–90,7%. При двукратном выпуске 150 тыс. экз. этого паразита, выращенного на искусственной среде, яйца хлопковой совки были заражены на 92,3%. Использование данного вида против соснового шелкопряда (*Dendrolimus punctatus*) (норма выпуска 150–450 тыс. экз.) привело к заражению яиц вредителя на 80–96,2%.

При выпуске *T. chilonis* (150–180 тыс. экз.) против 3–4-го поколений стеблевых бурильщиков (*Chilo* spp.) на сахарном тростнике заражение яиц вредителей составляло 51,4–80,4%. В провинции Шанкси (Shanxi) для защиты от хлопковой совки (*Heliothis armigera* Hubn.) выпускали 150–225 тыс. экз. *T. chilonis* на прилегающие овощные поля, где подавлялась естественная популяция *Agrotis ypsilon*, а затем трихограмма мигрировала на хлопчатник (Li Liying, 1997).

Трихограмма применяется в Китае на больших площадях. Например, в провинции Хенань (Henan) выпуск *T. dendrolimi* против кукурузного мотылька и рисовой листовёртки проводился на площади 50 тыс. га (Shen et al., 1988). В провинции Шанкси (Shanxi) трёхразовое применение *T. dendrolimi* на овощных культурах и хлопчатнике проводилось на площади 75 тыс. га (Wang et al., 1988).

В провинции Гуандонг (Guandong) успешно проводился выпуск видов рода *Trichogramma* против стеблевых вредителей сахарного тростника на площади 11 тыс. га в течение 20 лет. В данной провинции повреждение сахарного тростника вредителями уменьшилось на 50–80%, что привело к повышению сбора урожая до 2,6–7,5 т сахарного тростника на гектар и получению дополнительно 24,7–43,5 кг сахара с гектара. Прибыль каждой биолaborатории составила до 33 тыс. долл. США (Li Liying, 1995). При инвестировании 340 тыс. долл. США применение яйцевых паразитов в 1981–1985 гг. позволило получить прибыль в размере 9 млн. долл. США (Li Liying, 1995). Применение видов этого рода на сахарном тростнике дало возможность уменьшить на 112 кг на гектар использование химических средств защиты. Согласно исследованиям, применение биологических средств защиты сахарного тростника позволило снизить содержание остатков ядохимикатов на 34,84–63,42% в стеблях сахарного тростника и на 51,16–61,74% в почве, по сравнению с полями, обработанными химическими средствами защиты (Zhou, 1988).

Разработка фундаментальных вопросов биологии, систематики и разведения видов трихограммы проводится в фундаментальных научных учреждениях Китая: Институте охраны окружающей среды Пекинской Академии сельского и лесного хозяйства (Beijing), Институте зоологии Китайской Академии наук (Beijing) и Институте биометода Фуджанского университета (Fujian, Fuzhou Prov.). Изучение применения видов рода *Trichogramma* и разработка систем интегрированной и биологической защиты растений от вредителей проводится в прикладных научных учреждениях Китая: Шеньянском сельскохозяйственном университете (Shenyang), Шеньянском институте карантина растений (Shenyang), Гуандонгском энтомологическом институте (Guandong, Guangzhou Prov.), Жеджанском сельскохозяйственном университете (Zhejiang, Hangzhou Prov.), Национальном институте исследований риса (Hangzhou Prov.), Институте биометода Китайской Академии сельскохозяйственных наук (Beijing), Джилинском сельскохозяйственном университете (Jilin, Changchun Prov.), Шанхайском Институте энтомологии (Shanghai), Институте защиты растений Гуандонгской Академии сельскохозяйственных наук (Guandong, Guangzhou Prov.).

Таким образом, в Китае успешно освоена методика разведения видов рода *Trichogramma* на искусственной среде и в яйцах лабораторных хозяев, что позволяет использовать данную технологию для защиты сельскохозяйственных культур от вредителей с большим экологическим, экономическим и социальным эффектом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Guang-Soon L. Overview of vegetable IPM in Asia // FAO Plant Protection Bull. – 1990. – Vol. 38. – P. 73–87.
- Jingyuan X. An ecological-based cotton insect pest management system in Northern China // ADB-CABI 2nd Planning and Evaluation on IPM on Cotton, Wuhan, China, June 6–10, 1994. – Wuhan, 1994. – P. 34–36.
- Liyang Li. Mass production and utilization of natural enemies (parasitoids and predators) of insect pests in China // Parasitoids and predators (Insecta) of agricultural and forestry arthropod pests / Proc. of Guangdong Entomol. Ins. – Guangdong High Education Press, 1997. – P. 253–279.
- Liyang Li. Worldwide use of *Trichogramma* for biological control on different crops: a survey // Biological Control with Egg Parasitoids / E. Wajberg, S. A. Hassan (eds.). – Wallingford: CABI Publisher, 1995. – P. 37–53.
- Liyang Li. Mass production of *Trichogramma* spp. and *Anastatus japonicus* Ashmead with artificial diets in China // Proc. of Int. Seminar «The use of parasitoids and predators to control agricultural pests», Tsukuba, October 2–7, 1989. – Taiwan: Publisher Food and Fertilizer Technology Center, 1990. – P. 207–211.
- Lirui X., Deling M. Protection and utilization of natural enemy resources in Shandong cotton fields // ADB-CABI 2nd Planning and Evaluation on IPM on Cotton, Wuhan, China, June 6–10, 1994. – Wuhan, 1994. – P. 65–67.
- Lu H., Zhang Z., Wu J. Mass-rearing and applying *Trichogramma* in China // Biological control of insect pests / K. S. Boo, K. C. Park, J. K. Jung (eds.) / Proc. of Int. Symp. on biol. control of insect pests, Suwon, Korea, November 13–14, 1997. – Suwon, 1997. – P. 108–116.
- Matthews G. A. Cotton growing and IPM in China and Egypt // Crop Protection. – 1991. – Vol. 10. – P. 83–84.
- Raheja A. K. Practice of IPM in South and Southeast Asia // Integrated pest management in the tropics: current status and future prospects / A. N. Mengech, K. N. Saxena, H. N. M. Gopalan (eds.). – London: J. Wiley & Sons Publisher, 1995. – P. 69–119.
- Sheng X., Wang K., Meng G. The inoculative release of *Trichogramma dendrolimi* for controlling corn borer and rice leaf roller // *Trichogramma* and other egg parasitoids / J. Voegelé, J. Waage, J. C. Van Lenteren (eds.). – Les Colloques de l'INRA, 1988. – Vol. 43. – P. 575–583.
- Wang F., Zhang S., Hou S. Inoculative release of *Trichogramma dendrolimi* in vegetable gardens to regulate populations of cotton pests // *Trichogramma* and other egg parasitoids / J. Voegelé, J. Waage, J. C. Van Lenteren (eds.). – Les Colloques de l'INRA, 1988. – Vol. 43. – P. 613–619.
- Zhou Sh. Advance in extension of *Trichogramma* utilization in Guangdong Province // *Trichogramma* and other egg parasitoids / J. Voegelé, J. Waage, J. C. Van Lenteren (eds.). – Les Colloques de l'INRA, 1988. – Vol. 43. – P. 633–639.

Институт зоологии Национальной Академии Наук Украины

V. N. FURSOV

APPLICATION OF *TRICHOGRAMMA* WESTWOOD (HYMENOPTERA, TRICHOGRAMMATIDAE) IN BIOCONTROL OF PESTS IN CHINA

Institute of Zoology, Ukrainian National Academy of Sciences

SUMMARY

The review of current experiments on the applications of egg-parasitoids, *Trichogramma* Westw., against agricultural pests is given for China. Review of peculiarities of mass-rearing of *Trichogramma* on eggs of artificial hosts, *Anthereae pernyi* Guer.-Menev., *Philosamia cynthia ricini* (Donovan) and *Corcyra cephalonica* (Stainton) are discussed. The experiments with *Trichogramma* mass-rearing on artificial media are described. Numerous examples of successful applications of *Trichogramma* against main agricultural pests of many crops in China are reviewed. Names of scientific organizations involved in *Trichogramma* studies in China are listed.