

文章编号:1003-8701(2005)03-0023-06

# 螟黄赤眼蜂人工繁殖与应用技术的研究进展

李丽娟,鲁新,刘宏伟,汪洋洲,张国红,丁岩

(吉林省农业科学院植保所,吉林 公主岭 136100)

**摘要:**对螟黄赤眼蜂的形态及生物学特性进行了介绍,总结了我国螟黄赤眼蜂人工繁殖的方法及其在农业生产中的应用,概括了目前与之相关的研究内容,提出加强基础研究和工厂化生产以及提高防治效果的合理化建议。

**关键词:**螟黄赤眼蜂;繁殖;应用;防治效果

**中图分类号:** S476.3

**文献标识码:** A

赤眼蜂是全世界害虫生物防治中研究最多、应用最广的一类卵寄生蜂,它是多种农林害虫的重要天敌,国内外以将其作为防治害虫的重要手段。其中螟黄赤眼蜂(*Trichogramma chilonis*)因其寄主种类较多,应用的范围较广,具有较强的研究和应用前景。

## 1 螟黄赤眼蜂人工繁殖研究

### 1.1 螟黄赤眼蜂的形态及生物学特性

螟黄赤眼蜂属膜翅目,小蜂总科、纹翅卵蜂科,赤眼蜂属,是寄生害虫卵的小型蜂类。蜂体小,体长在0.5~1.0 mm左右;复眼朱红色。体色暗黄,中胸盾片及腹部呈黑褐色。触角毛较长而略尖,最长的鞭节是最宽处的2.5倍;前翅臀角的毛长度约为翅宽的1/6。外生殖器的阳基背突成三角形,有明显的半圆形侧叶,未短达阳基侧瓣的1/2,复中突的长度相当于阳基侧瓣的1/3;中脊成对,钩爪末端伸达侧瓣的1/2左右;阳基与其内突等长。鉴定该蜂主要采用雄性外生殖器。该蜂一生要经过卵、幼虫、蛹和成蜂几个阶段。卵至成虫羽化前的发育阶段都在寄主卵内完成,出壳前的成蜂多数已在大卵内交尾。雌蜂在15~20℃条件下育出的个体,体色暗黄;中胸背片及腹部呈褐色;在25℃条件下育出的个体,腹部褐色而中央出现暗黄色的窄带。

### 1.2 螟黄赤眼蜂的人工繁殖

螟黄赤眼蜂人工繁殖寄主卵主要有米蛾卵、蓖麻蚕卵、柞蚕卵及人工卵。因米蛾卵成本较高,一卵内只寄生1头蜂,雌雄比为0.85:1,繁殖效率低,故一般作为保种及复壮的中间寄主。

蓖麻蚕每粒寄生卵可羽化蜂数为19~59头,雌雄比为4.9:1,在23.5℃条件下蓖麻蚕卵育出的雌蜂单雌产子数为43~108头,平均57头,成蜂寿命1~5 d,产卵期1~4 d,以第1 d最多。补充蜜糖水,雌蜂寿命延长且产子数增加。

柞蚕是我国的一项特产,主产区在东北。柞蚕卵是比较大而坚硬的昆虫卵,用来繁殖赤眼蜂不但蜂量大,而且雌雄比例大,繁殖效率高。柞蚕卵每粒卵羽化蜂数为7~146头,平均81头,雌雄比是8.8:1,柞蚕卵呈略扁平的椭圆形,直径为2.3~3.0 mm,高度约为1.5~2.0 mm,卵壳厚度40 μm,能满足寄生的赤眼蜂胚胎后生长发育所需要的营养物质,而且柞蚕卵壳的气孔和气体交换系统也能满足赤眼蜂发育过程中呼吸代谢的需要,特别是能满足蛹期呼吸量增加的需要。一般认为是大量繁殖松毛虫赤眼

收稿日期:2005-04-04

基金项目:国家科技攻关项目(2004BA509B04-01)和吉林省科技厅项目(20040204-2)共同资助

作者简介:李丽娟(1967-),女,助理研究员,主要从事害虫生物防治研究。

蜂和螟黄赤眼蜂的优良寄主。柞蚕卵可以繁殖螟黄赤眼蜂,但实践中一直存在寄生率和羽化率不稳定、成本相对偏高的问题,而柞蚕卵繁殖松毛虫赤眼蜂已形成产业化。近年来人们开始对螟黄赤眼蜂的繁殖生物学进行研究。刘志诚(1989)通过采集3个不同地区但同是寄生在甘蔗条螟卵上的螟黄赤眼蜂,测定在米蛾卵、人工寄主卵和柞蚕卵上的生活力、抗病力,尤其是在柞蚕卵上的寄生率和羽化率。得出不同地理种群的螟黄赤眼蜂在繁殖力,特别在寄生卵和羽化率上存在明显差异。指出在人工繁殖利用上,应多采集不同地理种型的蜂种,选育出易于人工大量繁殖、寄生率和羽化率较高的地理种型,这是大量繁殖的关键。鲁新(2003)在室内不同温度下,对螟黄赤眼蜂不同品系在柞蚕卵上的发育历期、有效积温、寄生率、羽化出蜂数、单卵蜂数和雄蜂率进行研究,认为螟黄赤眼蜂存在不同品系且品系间存在较大差异。温度对该蜂的寄生、发育和羽化影响较大,对单卵蜂数有一定影响,对雄蜂比例的影响不明显。23~26℃范围内螟黄赤眼蜂对柞蚕卵的寄生率较高。TC品系26℃羽化出蜂率相对较高,而GL品系20℃羽化出蜂率相对较高,YM品系23℃羽化出蜂率相对较高。发育温度在20~26℃范围内不同品系的单卵蜂数无明显变化,高温条件下单卵蜂数有所降低。鲁新(2004)在室内不同接蜂倍数下,对螟黄赤眼蜂不同品系在柞蚕卵上的寄生率、羽化出蜂数、单卵蜂数和雄蜂率进行研究,认为接蜂倍数对寄生率、羽化出蜂数、单卵蜂数的影响较大,且因品系而异,对雄蜂率影响不明显。TC品系和GL品系在5~15倍之间对柞蚕卵的寄生率较高,YM品系在15~20倍之间对柞蚕卵的寄生率较高,TC品系在25倍时羽化出蜂率最高,YM品系在10倍时羽化出蜂率较高,不同品系均随着接蜂倍数的降低而下降,但在同一接蜂倍数下,各品系之间单卵蜂数不同,提出大量繁殖时应考虑不同品系之间的差异。孙光芝(1999)通过对松毛虫赤眼蜂和螟黄赤眼蜂分别用柞蚕卵和米蛾卵进行繁殖保存,然后再对寄生亚洲玉米螟卵和柞蚕卵的潜能进行测试。结果发现,柞蚕卵作为中间繁殖寄主比米蛾卵对赤眼蜂有更强的寄生潜能,在保存和复壮赤眼蜂方面大卵比小卵有更强的优势。另外,寄主和赤眼蜂的接种比例对赤眼蜂本身的寄生潜能也有影响,接蜂比例过高或过低,都不利于发挥赤眼蜂的寄生潜能,所以选择适宜的接蜂比例,有助于发挥赤眼蜂的寄生能力。

Hoffman(1975)报道,用昆虫血淋巴在体外培养赤眼蜂,采用人造卵使赤眼蜂产卵并培育出成蜂。一些省份,由于离柞蚕产地较远,并且在大量发蛾时的气候又不适合柞蚕的发育和贮藏,研究出人工卵作为赤眼蜂的寄主卵。1983年湖北省赤眼蜂人工寄主卵协作组研制人工寄主卵繁殖赤眼蜂成功,并通过正式技术鉴定。用人工卵繁殖拟澳洲赤眼蜂的寄生率可达70%~90%,每粒人工卵平均出蜂52.5头,雌雄比为4.5:1,羽化的赤眼蜂展翅率达92.3%,成蜂寿命达7d。人造卵的羽化出蜂规律与柞蚕卵蜂基本相似,但夜晚(18~6时)出蜂量更多,占67.34%(柞蚕卵蜂为42.92%),上午(6~12时)出蜂占18.99%,下午(12~18时)出蜂为13.61%,2d内可以出完。人造卵蜂在5~7℃的条件下,最佳贮存虫态为前蛹期,贮存10d和20d出蜂率为87.26%和82.81%,但在高温(室温30℃以上)低湿(RH<60%)条件下,用冰箱贮存,蜂卡不耐冷藏,冷藏20d的出蜂率仅为42.27%~52.63%。因此,生产上应用冷藏时间一般不宜超过15d。刘志诚(1996)在研制成功GD-5型全自动控制生产人造卵的基础上,研制出大量工厂化生产赤眼蜂的工艺流程及产品质量标准化的检验方法。包括人造卵液的制备(配方原料主要有新鲜鸡蛋、脱脂奶粉和鲜活的柞蚕蛹)、人造卵壳塑料膜准备、人造卵种蜂的繁殖(采用1:5的括繁比例、3~5℃条件下以中幼虫期或老熟幼虫期冷藏)、用人造卵卡机大量生产人造卵卡、大量繁蜂、种蜂卡的发育管理、人造卵蜂卡的冷藏保存、人造卵蜂卡质量检验方法、人造卵蜂的田间释放以及田间效果调查。刘文惠等在第1代赤眼蜂人工卵机的基础上,研制出第2代人工卵制卵机;吴钜文等针对北京地区的自然条件研制出适于北京条件的生产线和工艺流程;张君明等认为,不同水质卵液对赤眼蜂的寄生及发育有影响。

## 2 螟黄赤眼蜂的应用研究

### 2.1 主要防治对象

螟黄赤眼蜂的防治对象较多,主要用于防治棉铃虫、大豆食心虫、稻纵卷叶螟、小菜蛾和甘蔗螟虫,近期又有学者开展对水稻二化螟及玉米螟的应用研究。印度主要用于防治甘蔗上的禾草螟及菲律

宾防治甘蔗上的蔗螟。

## 2.2 防治方法及效果

棉铃虫是棉花生产的主要害虫,利用赤眼蜂防治棉铃虫是一种有效的防治方法。山东省用人工卵繁殖的螟黄赤眼蜂防治棉铃虫,采用纸袋放蜂器出蜂率可达 91.83%~99.09%,认为防治 2 代的效果要好于 3 代的效果,2 代的平均寄生率为 80.3%,3 代的平均寄生率为 41.28%,放蜂效果不稳的主要原因与蜂卡的冷藏时间、高温、多雨及施药有关。山西省则采用罐头瓶放蜂法和纸袋放蜂法,1、2 代棉铃虫卵期均放 4 次,放蜂  $9 \times 10^4$  头/667 m<sup>2</sup>,1 代寄生率为 56.7%,2 代寄生率为 83.4%。

大豆食心虫是我国北方大豆产区的主要害虫,宋木权(1982)筛选出寄生大豆食心虫卵的优势蜂种为螟黄赤眼蜂,利用螟黄赤眼蜂防治大豆食心虫放蜂时间为成虫在田间出现始期,8 月 5~6 日开始放第 1 次蜂,第 2 次放蜂为 8 月 10~11 日,第 3 次为 8 月 15~16 日。生产上以  $2 \times 10^4$  头/667 m<sup>2</sup> 较合适,分 3 次放,采用 1:1:2 的比例。每 667 m<sup>2</sup> 设 5 个放蜂点,食心虫卵平均寄生率为 54.62%,虫食率降低,明显提高了大豆的品质。王克勤(1994)认为,选育螟黄赤眼蜂防治大豆食心虫,应选择当地的蜂种,防治效果优于外地蜂种的防治效果,地理相近的蜂种防治效果差异不明显,放蜂量  $3 \times 10^4$ /667 m<sup>2</sup> 头以上为宜,设 4 个放蜂点,防治效果为 60%~70%。还要准确把握放蜂时间,人工卵繁殖的螟黄赤眼蜂与柞蚕卵繁殖的螟黄赤眼蜂对大豆食心虫的寄生效果无明显差异。

浙江省研究了螟黄赤眼蜂防治稻纵卷叶螟的放蜂技术,田间蛾量在 300 只/667 m<sup>2</sup> 以下时,可采用放蜂量  $(5 \sim 10) \times 10^4$  头/667 m<sup>2</sup>,防治效果为 82.4%~88%,当蛾量为 500~750 只/667 m<sup>2</sup> 时,则采用放蜂  $15 \times 10^4$  头/667 m<sup>2</sup>,防治效果为 88.7%。张敏玲(1996)做了拟澳洲赤眼蜂对小菜蛾卵的适应能力试验,认为喂蜜糖水的赤眼蜂寿命得以延长,能很好的适应小菜蛾卵,雌蜂在小菜蛾卵上的产卵比例提高。

螟黄赤眼蜂田间防治甘蔗螟虫,用人工卵蜂和柞蚕卵蜂防治效果相同,放蜂量  $7 \times 10^4$  头/667 m<sup>2</sup>,蔗螟卵寄生率达 80.66%~94.60%,效果高于化防区和不防治区。郭良珍也认为,螟黄赤眼蜂防治甘蔗螟虫具有较好的效果。

近年有报道螟黄赤眼蜂防治水稻二化螟的方法及效果,认为应先调查当地二化螟的发生规律,在化蛹率达 16%~20% 为化蛹始盛期,向后推 7~10 d,即为发蛾始盛期,在这个时期放第 1 次蜂,生产中以 3 次放蜂,放  $5 \times 10^4$  头/667 m<sup>2</sup> 为宜。放蜂田卵块校正寄生率为 44.21%,防治效果达 55.84%。气候对螟黄赤眼蜂寄生行为影响很大,多雨、蜂卡潮湿,影响寄生蜂孵化;阴雨不利于寄生蜂活动,寄生率低。经大面积放蜂后,培养自然种群对保持生态平衡,减少农药用量,保护环境具有重要意义。

在新疆利用螟黄赤眼蜂防治玉米螟防效好于松毛虫赤眼蜂。螟黄赤眼蜂防治 1 代玉米螟,每 667 m<sup>2</sup> 设 3 个放蜂点,共放 3 次,总蜂量为  $3 \times 10^4$  头/667 m<sup>2</sup>,玉米螟虫口减退率为 44.9%,能有效地控制玉米螟的发生与危害,且可降低玉米螟越冬基数。防治 2 代玉米螟,  $3 \times 10^4 \sim 6 \times 10^4$  头/667 m<sup>2</sup>,玉米螟卵块最高寄生率达 81.6%,卵粒寄生率最高达 53.0%,虫口减退率最高达 65.4%,其防效较显著,经测产,放蜂田的平均单产较对照田增加 9.4%。

## 3 螟黄赤眼蜂繁殖和应用的相关研究

随着赤眼蜂研究和应用的进展,人们开始对寄主选择的生态行为进行研究,寄主卵壳厚度对拟澳洲赤眼蜂寿命和产卵量具有很大的影响,在卵壳较薄的米蛾卵,产卵时间为 1 min 6 s,雌蜂平均寿命为 12.55 d,产卵有效历期为 10.64 d,雌蜂的平均产卵量为 146.64 粒。在小菜蛾卵上雌蜂平均寿命是 12.74 d,产卵历期 10.98 d,产卵量 134.17 粒。在卵壳较厚的柞蚕卵上,产卵时间为 1 h 16 min,雌蜂平均寿命为 7.95 d,产卵历期为 1.13 d,产卵雌蜂的平均产卵量为 47.21 粒。可见,拟澳洲赤眼蜂在这 3 种寄主上的各项指标间存在着明显的差异,其原因可能是在卵壳较厚的柞蚕卵上,拟澳洲赤眼蜂需较长的时间去完成每一产卵过程,因而消耗能量大,并且有效的产卵主要集中在第 1~2 d,以后尽管拟澳洲赤眼蜂有产卵动作,但不再产出后代,而且不同蜂种对不同寄主卵有各自的偏嗜性选择。赤眼蜂所用中间寄主卵,对蜂种原有的寄主选择嗜好性具有驯化改造作用。赤眼蜂对寄主卵的有机溶剂提取物



有敏感的趋向行为发生。赤眼蜂对寄主的选择性行为可能与寄主卵的化学信息物质有关。其机制在于行为上的信息联系和寄主卵的生理防卫反应,而与寄主卵内的氨基酸含量和组成比关系不大。影响赤眼蜂寄生的因素是众多研究者最为关心的问题之一,所报道的影响因素包括温度、湿度、风以及赤眼蜂的种类、品系、放蜂时间、寄主卵的新鲜程度和赤眼蜂及寄主的生理状态等,其中赤眼蜂的种类、品系是最为关键的因素。品系的形成缘于不同的生境与寄主种类等因素,品系的寄生能力会随着有关条件而发生变化。赤眼蜂寄主偏爱可塑性研究证明:拟澳洲赤眼蜂对玉米螟卵选择性和寄生能力是可塑的,白树雄(2001)又从植物源和昆虫源信息化合物对寄生蜂寄主定向、定位行为进行了论述,植物源信息化合物包括寄主植物挥发性物质、寄主植物-植食性昆虫复合体挥发物和间(套)作植物的挥发性物质。而昆虫源信息化合物则包括寄主卵、寄主鳞片、寄主性外激素、寄主性附腺和寄主排泄物。寄生蜂还有对气味的学习能力。这些论述对螟黄赤眼蜂繁殖和应用具有一定的指导意义。引诱赤眼蜂产卵的他感化合物物质源研究及生物活性测定试验进一步表明,利用培养皿法和玻璃球法对棉叶(幼嫩棉叶和虫伤棉叶)和棉铃虫本身的物质源(产出卵、剖腹卵、幼虫粪、雌蛾鳞片、雌蛾尾毛、雌蛾腹部末端和混合鳞片)的提取液进行活性测定,测定出棉铃虫的雌蛾腹部鳞片的正己烷提取液及棉铃虫产出卵的水洗液对螟黄赤眼蜂和松毛虫赤眼蜂有较强的引诱和产卵刺激作用,其他物质的提取液效果不明显。轨迹法测定结果进一步表明,螟黄赤眼蜂在用棉铃虫卵水洗液和棉铃虫雌蛾腹部鳞片正己烷提取液处理的区域内有明显的刺探行为,并且滞留时间也明显比对照区长。米蛾卵寄生率法测定结果显示,棉铃虫雌蛾腹部鳞片正己烷提取液浓度为  $1.7 \text{ mg/mL}$  时,对螟黄赤眼蜂和松毛虫赤眼蜂的引诱作用均达到最强,寄生率分别为  $82.5\%$  和  $60.9\%$ ,而对照寄生率分别为  $18.0\%$  和  $28.3\%$ ;提取液浓度过高或过低引诱作用都不明显。螟黄赤眼蜂对用蒸馏水洗过的新鲜棉铃虫卵和未洗过的虫卵在寄生率上差异极显著,前者的寄生率为  $43.5\%$ ,后者的寄生率仅为  $13.3\%$ 。引诱赤眼蜂产卵的他感化合物活性物质的提取及分析得出,具引诱产卵刺激活性的主要成分为  $\text{C}_{12}\sim\text{C}_{36}$  直链烷烃类物质,将棉铃虫雌蛾腹部鳞片的正己烷提取液(浓度为  $1.7 \text{ mg/mL}$ )涂在赤眼蜂人工卵卡表面,可使螟黄赤眼蜂在处理人工卵卡上的寄生率提高  $14.3\%$ 。这一研究对螟黄赤眼蜂的繁殖具有一定的理论指导意义。

螟黄赤眼蜂在棉田的扩散距离和方向及其影响因素的研究结果表明,螟黄赤眼蜂在棉田的扩散距离和方向主要是受当时的风向和风速影响,当平均风速为  $1.6 \text{ m/s}$  时,螟黄赤眼蜂非常明显地顺风扩散;当平均风速为  $1.1 \text{ m/s}$  时,顺风扩散稍高于逆风扩散;当平均风速为  $0.9\sim 1.0 \text{ m/s}$  时,逆风扩散高于顺风扩散;当平均风速为  $0.6 \text{ m/s}$  时,各方向上扩散差异不大。其次是光照,日照时间越长,有效扩散距离越远。螟黄赤眼蜂在棉田的群体有效扩散距离与放蜂期间的田间平均气温呈显著正相关,田间气温较高时( $>24^\circ\text{C}$ ),螟黄赤眼蜂可扩散到  $25 \text{ m}$  以远;当田间平均气温较低时( $<20.7^\circ\text{C}$ ),使  $100\%$  的蜂个体都仅仅分布在距放蜂点  $25 \text{ m}$  的范围内。在山东省 6~8 月份,螟黄赤眼蜂在田间的有效扩散距离为  $10\sim 25 \text{ m}$ 。降雨可严重抑制赤眼蜂的田间扩散,湿度与螟黄赤眼蜂在棉田有效扩散距离呈显著负相关,当湿度太大时(相对湿度 $>89\%$ ),使螟黄赤眼蜂聚集在放蜂点附近。

目前,分子生物学技术应用于赤眼蜂种类鉴定和系统进化研究已经起步,这有助于赤眼蜂的行为学、生态学研究,并为赤眼蜂的有效利用提供工具,将来可用于赤眼蜂田间种群动态监测和蜂种的选育、繁育和品质评价。

## 4 展望及建议

我国是农业大国,农业的研究目标已经由追求产量向高效、优质方向发展,环境保护和可持续农业是今后科研的主题。随着水稻、玉米、大豆以及棉花、甘蔗及蔬菜种植面积的增加,化学农药的使用,害虫抗药性的产生,人们不断的加大农药的施用量,不仅增加了成本,而且对环境造成污染;农产品的农药残留量增加,影响了产品的质量和出口,也影响了人们的身体健康。螟黄赤眼蜂是许多害虫的天敌,由于应用面积较大,因此具有很高的应用前景。

螟黄赤眼蜂的繁殖和应用研究已经很多,但目前还存在繁殖时寄生率不稳定、羽化率不高和田间防治效果不好的现象,从而也影响了这一技术的应用和推广。今后应加强以下几方面的研究:

第 1 ,加强基础研究。应加强螟黄赤眼蜂的生物学及生态学研究 ,针对当地不同靶标害虫及气候特点 ,选育出适应当地自然条件 ,易于人工繁殖的种型作为蜂种 ,同时应不断探索螟黄赤眼蜂的种下遗传与分化 ,选育优良品系 ,采用分子生物技术 ,进行繁殖和应用。

第 2 ,加强工厂化工艺研究 ,提高繁殖效率 ,降低生产成本 ,加大推广部门的宣传力度及推广应用面积。最主要还是要搞好基础研究 ,来解决生产问题。同时要改进大卵和人工卵的繁蜂工艺和设备。

第 3 ,加强应用研究 ,提高防治效果。要研究不同的靶标害虫的发生规律 ,针对不同的地理环境及气候特点 ,确定最佳放蜂时间 ,采用不同的放蜂量及放蜂方法 ,研制有效的放蜂器 ,不断提高防治效果。

#### 参考文献:

- [1] 赤眼蜂的人工繁殖及应用编写组. 赤眼蜂的人工繁殖及应用[M]. 长春:吉林人民出版社,1977,3-8,25.
- [2] 李元林,等. 拟澳洲赤眼蜂的年生活史和繁殖力观察初报[J]. 陕西农业科技,1980,(6):37-39.
- [3] 夏帮颖,等. 柞蚕卵壳的结构及其与赤眼蜂寄生的关系[J]. 昆虫学报,1979,22(1):30-33.
- [4] 鲁新,等. 温度对螟黄赤眼蜂不同品系的影响[J]. 吉林农业科学,2003,28(5):18-21.
- [5] 鲁新,等. 接蜂倍数对螟黄赤眼蜂不同品系的影响[J]. 吉林农业科学,2004,29(1):32-34.
- [6] 孙光芝,等. 繁殖寄主和接蜂比例对赤眼蜂寄生潜能的影响[J]. 吉林农业大学学报,1999,21(增刊):18-22,44.
- [7] Hoffman, et al. In vitro rearing of the endoparasitic wasp, *Trichogramma Pretiosum*. Ann. Entomol Soc. Am. 1975, 68: 335-336.
- [8] 刘志诚,等. 利用人工卵繁殖拟澳洲赤眼蜂防治甘蔗螟虫[J]. 生物防治通报,1985,1(3):2-5.
- [9] 冯建国,等. 用人造卵繁殖的螟黄赤眼蜂防治棉铃虫研究[J]. 中国生物防治,1997,13(1):6-9.
- [10] 刘志诚,等. 人造卵生产赤眼蜂的工艺流程及质量标准化研究[J]. 昆虫天敌,1996,18(1):23-25.
- [11] 刘文惠,等. 第二代寄生蜂人工卵制卵机的研制[J]. 全国赤眼蜂学术讨论会论文摘要,1999,28.
- [12] 吴钜文,等. 适于北京条件的人造卵赤眼蜂工艺流程的初步研究[C]. 全国赤眼蜂学术讨论会论文摘要集,1999,27.
- [13] 张君明,等. 不同水质的人造卵液对赤眼蜂寄生及发育的影响[J]. 北京农业科学,2001,2(2):19-21.
- [14] 周运宁,等. 利用人工卵繁殖螟黄赤眼蜂防治棉铃虫田间释放试验[C]. 全国生物防治学术讨论会论文摘要集,1995,65.
- [15] 宋木权,等. 拟澳洲赤眼蜂--寄生于大豆食心虫卵的优势蜂种[J]. 昆虫天地,1982,4(4):16-18.
- [16] 裴文泽,等. 利用螟黄赤眼蜂防治大豆食心虫的研究[J]. 吉林农业科学,1991,(3):33-35,26.
- [17] 王克勤. 利用赤眼蜂防治大豆食心虫蜂种筛选及应用技术研究[J]. 黑龙江农业科学,1994,(6):26-29.
- [18] 王克勤,等. 应用人工卵繁殖螟黄赤眼蜂防治大豆食心虫的初步研究[J]. 黑龙江农业科学,1996,(3):21-23.
- [19] 王克勤. 应用赤眼蜂防治大豆食心虫的研究[J]. 植物保护,1996,22(1):8-10.
- [20] 浙江省金华地区农科所植保组. 利用拟澳洲赤眼蜂防治稻纵卷叶螟放蜂技术的探讨[J]. 昆虫知识,1979,16(2):57-59.
- [21] 张敏玲. 拟澳洲赤眼蜂对小采蛾卵的适应能力[J]. 昆虫天敌,1996,18(3):121-123.
- [22] 刘志诚,等. 利用人工卵繁殖拟澳洲赤眼蜂防治甘蔗螟虫[J]. 生物防治通报,1985,1(3):2-5.
- [23] 郭良珍,等. 螟黄赤眼蜂对甘蔗螟虫的控制效果[J]. 西南农业大学学报,2001,23(5):398-400.
- [24] 董本春,等. 利用螟黄赤眼蜂防治水稻二化螟的田间放蜂技术研究[J]. 农业与技术,2000,20(3):42.
- [25] 董本春,等. 螟黄赤眼蜂防治水稻二化螟的研究[J]. 植物保护,2001,27(4):45-46.
- [26] 许建军,等. 新疆利用赤眼蜂防治玉米螟田间技术研究初报[J]. 新疆农业科学,2001,38(6):315-317.
- [27] 叶正楚. 国外应用赤眼蜂防治农林害虫情况[J]. 生物防治通报,1990,6(2):96-97.
- [28] 张敏玲. 寄主卵壳厚度对拟澳洲赤眼蜂寿命和产卵量的影响[J]. 昆虫天敌,1999,21(4):150-151.
- [29] 黄寿山,等. 赤眼蜂寄主选择性及其机理研究(Ⅱ)赤眼蜂对寄主的选择行为及其机理分析[J]. 昆虫天敌,1995,17(1):13-17.
- [30] 黄寿山,等. 赤眼蜂寄主选择性及其机理研究(Ⅲ)生理生化机制分析[J]. 昆虫天敌,1995,17(3):106-105.
- [31] 姜金林,等. 赤眼蜂寄主偏爱可塑性研究[J]. 昆虫天敌,2004,26(1):7-11.
- [32] 白树雄,等. 信息化合物对寄生蜂寄主定向与定位行为的调控[J]. 中国生物防治,2001,17(2):86-91.
- [33] 陶淑霞,等. 引诱赤眼蜂产卵的他感化合物物质源研究及生物活性测定[J]. 中国农业科学,2000,33(6):59-66.
- [34] 万方浩,等. 引诱赤眼蜂产卵的他感化合物活性物质的提取及分析[J]. 中国农业科学,2001,34(3):277-282.
- [35] 张青文,等. 螟黄赤眼蜂在棉田的有效扩散距离及其影响因素的研究[J]. 昆虫学报,1998,41(增刊):68-75.
- [36] 李正西,等. 赤眼蜂 rDNA-ITS2 克隆测序及蜂种特异引物设计[J]. 中国生物防治,2001,17(2):75-78.
- [37] 李正西,等. 分子标记用于赤眼蜂分子监测的研究[J]. 农业生物技术学报,2001,9(1):65-68.
- [38] 李正西,等. rDNA-ITS2 应用于赤眼蜂分子鉴定的研究[J]. 中国农业大学学报,2002,7(5):80-84.
- [39] 李正西,等. 赤眼蜂分子鉴定技术研究[J]. 昆虫学报,2002,45(5):559-566.

## Progress of Studies on Artificial Propagation and Application of *Trichogramma Chilonis*

LI Li-juan, LU Xin, LIU Hong-wei, et al.

(Institute of Plant Protection, Academy of Agricultural Sciences of Jilin Province, Gongzhuling 136100, China)

**Abstract:** The morphology and biological character of *Trichogramma Chilonis* was informed in the paper. The method for artificial propagating *Trichogramma Chilonis* and its application in agriculture in China was summarized. Current related researches were reviewed. Several suggestions were put forward in the end, such as strengthening the basic studies, reproducing in large scales and raising the effect of pest controlling.

**Key words:** *Trichogramma Chilonis*; Propagation; Application; Effect of pest controlling

(上接第 8 页)

## Studies on Low Temperature Storage in Industrial Production of *Trichogramma dendrolimi* Matsumura

LU Xin, LI Li-juan, ZHANG Guo-hong, et al.

(Institute of Plant Protection, Academy of Agricultural Sciences of Jilin Province, Gongzhuling 136100, China)

**Abstract:** A long-term storage test under constant temperature of 3℃ was carried out to undiapause *Trichogramma dendrolimi* of six stages of growth including young larvae, middle larvae, old larvae, prepupa, initial pupa, middle pupa. The results showed that the storage effect was influenced by different stage of growth. The middle larva is the best stage and young larva is better stage for storage. The storage time of young larvae and middle larvae may not exceed sixty day, others may not exceed fifteen days. As the storing lasted, the number of *Trichogramma dendrolimi* in a single host egg reduced in first twenty days. Later, it no longer changed. If young larva was stored, the number of *Trichogramma dendrolimi* in a single host egg reduced greatly. The change of the single female adult oviposition was not significantly correlated with the length of storage. In case initial pupa and middle pupa were stored, the number of the single female adult oviposition reduced greatly.

**Key words:** *Trichogramma dendrolimi*; Storage; Eclosion-rate; The number in the single host egg; The number of the single female adult oviposition

(上接第 22 页)

YANG Gui-hua, LI Jian-ping, LI Mao-hai, et al.

(Institute of Plant Protection, Academy of Agricultural Sciences of Jilin Province, Gongzhuling 136100, China)

**Abstract:** The results of using bumble bee and leaf-cutting bee to pollinate soybean male sterile plants in cages were reported in the paper. The results showed that both of them are effective pollinator of soybean male sterile strains. Numbers of pods and seed on a single plant were significantly increased by using these two pollinators. Average pods and seeds per plant were 21.3 and 43.1 respectively in cage releasing bumble bee, whereas in cage releasing alfalfa leaf-cutting bees it was 56.8 and 128.2 respectively. Therefore, alfalfa leaf-cutting bee is a better pollinator for pollinating soybean male sterile plants in cages.

**Key words:** Soybean male sterile plants; pollinator; Effect of pollination