寄生性天敌专栏

# 冷藏米蛾卵对稻螟赤眼蜂和玉米螟赤眼蜂子代质量的影响*

周淑香[1**] 鲁 新[1***] 李丽娟[1] 张国红[1] 毛 刚[2]
孙康娜[2] 丁 岩[1] 常 雪[1] 李光雪[2]

（1. 吉林省农业科学院植物保护研究所，公主岭 136100；2. 吉农高新技术公司生防分公司，公主岭 136100）

**摘 要** **【目的】** 以稻螟赤眼蜂 *Trichogramma japonicum* Ashmead 和玉米螟赤眼蜂 *T. ostriniae* 为试验对象，研究低温冷藏米蛾卵对赤眼蜂子代质量的影响，为米蛾卵的合理利用，赤眼蜂的工厂化生产和应用提供理论依据。**【方法】** 将米蛾卵在不同温度（1、4、7、10 ℃）下冷藏不同时间（3、5、7、10、15、20、25、30、40 d），研究米蛾卵冷藏后作为寄主卵对两种赤眼蜂子代寄生卵量、$F_2$ 代羽化出蜂率和雌蜂率的影响，利用赤眼蜂子代寄生卵量、$F_2$ 代羽化出蜂率和雌蜂率三者乘积表示赤眼蜂子代质量（Q），根据赤眼蜂子代质量判断冷藏米蛾卵对子代质量的影响。**【结果】** 米蛾卵冷藏温度和时间对赤眼蜂子代寄生卵量影响显著，但不同赤眼蜂种类和不同冷藏温度间表现不同。繁殖稻螟赤眼蜂时，米蛾卵在 4 ℃下冷藏赤眼蜂寄生卵量下降最缓，米蛾卵冷藏 20 d 内赤眼蜂寄生卵量与对照之间差异不显著，在其他温度下米蛾卵冷藏 3 d 稻螟赤眼蜂寄生卵量与对照之间差异达到显著水平；繁殖玉米螟赤眼蜂时，米蛾卵在 4 ℃下冷藏赤眼蜂寄生卵量下降最缓，米蛾卵冷藏 20 d 赤眼蜂寄生卵量与对照之间差异达到显著水平，1 ℃下冷藏赤眼蜂寄生卵量下降最快，米蛾卵冷藏 5 d 赤眼蜂寄生卵量与对照之间达到显著水平。米蛾卵冷藏对稻螟赤眼蜂和玉米螟赤眼蜂 $F_2$ 代的羽化率和雌蜂率产生的不利影响相对较小，米蛾卵冷藏 30 d 赤眼蜂 $F_2$ 代的羽化率仍在 70%以上，雌蜂率仍在 75%以上。**【结论】** 米蛾卵冷藏超过一定的时间以后会对稻螟赤眼蜂和玉米螟赤眼蜂子代的寄生卵量，$F_2$ 代的羽化出蜂率和雌蜂率产生不利影响，从而降低子代稻螟赤眼蜂和玉米螟赤眼蜂的质量，但在适宜的温度下冷藏一定时间内对其子代质量影响不显著，其中 4 ℃下冷藏米蛾卵繁殖的赤眼蜂子代质量最佳，冷藏 30 d 赤眼蜂子代质量降低不到 50%。

**关键词** 米蛾卵；冷藏；赤眼蜂；子蜂质量

# Influence of cold-storage of *Corcyra cephalonica* eggs on the offspring quality of *Trichogramma japonicum* and *Trichogramma ostriniae*

ZHOU Shu-Xiang[1**] LU Xin[1***] LI Li-Juan[1] ZHANG Guo-Hong[1] MAO Gang[2]
SUN Kang-Na[2] DING Yan[1] CHANG Xue[1] LI Guang-Xue[2]

(1. Institute of Plant Protection, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100, China;
2. Subsidiary Company of Biological Control, Jinong Hi-Tech Co., Ltd. Gongzhuling 136100,China)

**Abstract** **[Objectives]** To investigate the effects of cold-storage of *Corcyra cephalonica* eggs on the offspring quality of *Trichogramma japonicum* and *T. ostriniae*. **[Methods]** *C.* ce*phalonica* eggs were stored at 0，3，6 and 10 ℃ for 0, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30 and 40 days, and the effects of feeding eggs subject to these treatments on the parasitic capacity of *Trichogramma* sp. offspring, adult emergence rate and the proportion of females in the second generation were recorded and

*资助项目 Supported projects：国家重点研发计划（2017YFD0201000）；吉林省科技发展计划重点项目（20180201036NY）
**第一作者 First author，E-mail：df-200@yeah.net
***通讯作者 Corresponding author，E-mail：luxin58@163.com
收稿日期 Received：2018-12-27；接受日期 Accepted：2019-02-28

compared．The product of the number of parasitized eggs, emergence rate and proportion of females was used to evaluate the quality of *Trichogramma* offspring. **[Results]** Refrigerating *C*. cep*halonica* eggs had significant effects on the parasitizing capacity of *T. japonicum* and *T. ostriniae* offspring. The effect was least apparent when eggs were refrigerated at 4 ℃ and eggs refrigerated at this temperature had the least effect on the oviposition rate. Eggs that had been refrigerated for 20 days had no clear effect on the oviposition rate. Oviposition of wasps raised on eggs refrigerated at 1 ℃ decreased the fastest, eggs refrigerated for 3 days for *T. japonicum* and 5 days for *T.ostriniae* significantly reduced oviposition rates of both species. Clear differences were also observed in the emergence rate and proportion of females in the second generation, however, the emergence rate of wasps produced by eggs refrigerated for 30 days was still above 70%, and the proportion of females was still above 75%. **[Conclusion]** Refrigerating *C*. cep*halonica* eggs at a suitable temperature for a certain period of time had no significant effect on the quality of offspring produced by *T. japonicum* and *T. ostriniae*. The optimum temperature for refrigerating eggs was 4 ℃ and the quality of *Trichogramma* sp. offspring was decreased by less than 50% by 30 days of refrigeration.

**Key words** *Corcyra cephalonica* eggs; cold storage; *Trichogramma*; offspring quality

米蛾 *Corcyra cephalonica* 卵是繁殖赤眼蜂的优良寄主（邱式邦等，1980），大多数种类的赤眼蜂均能利用米蛾卵繁殖（张国红等，2008）。但是由于米蛾饲养技术环节的工厂化程度不高，限制了人工饲养米蛾规模的进一步扩大，很难在同一时期内获得足够的米蛾卵作为赤眼蜂的繁殖寄主，必须积累不同时期所产的卵才能繁殖一定数量的赤眼蜂，因此贮存米蛾卵对规模化繁殖赤眼蜂非常重要。目前，冷藏米蛾卵对赤眼蜂适合性的影响已有许多报道（马德英等，2001；张国红等，2008；潘雪红等，2011；袁曦等，2013；胡晓暄等，2017；Wu *et al.*，2018），结果表明随着冷藏时间延长，被赤眼蜂寄生米蛾卵粒数下降、赤眼蜂羽化率降低，马德英等（2001）认为在 0-5 ℃条件下冷藏米蛾卵时间不宜超过 3 d；张国红等 （2008）、潘雪红等（2011）和 Wu 等（2018）认为米蛾卵 4 ℃低温贮存时间不宜超过 15 d；胡晓暄等（2017）认为工厂化繁殖稻螟赤眼蜂时，米蛾卵最佳冷藏温度为 6-10 ℃，冷藏时间为 12 d。然而在田间真正发挥生物防治作用的是利用米蛾卵繁育的子代赤眼蜂，子代赤眼蜂的质量直接影响其对目标害虫的控制效果。因此，对子代赤眼蜂质量的评价在大面积推广赤眼蜂进行害虫生物防治的应用中尤为重要（易帝玮等，2014）。本研究以两种重要的赤眼蜂——稻螟赤眼蜂 *Trichogramma japonicum* Ashmead 和玉米螟赤眼蜂 *T. ostriniae* 为实验对象，研究不同冷藏温度和时间对两种赤眼蜂子代质量的影响，为米蛾卵的合理利用及两种赤眼蜂的大面积推广提供实验数据依据。

# 1　材料与方法

## 1.1　试验材料

米蛾卵：用麦麸饲料饲养米蛾，每日收集米蛾卵，除去杂物后用 55 目的筛选器过筛，获得清洁、新鲜的米蛾卵。

稻螟赤眼蜂：采自吉林省梅河市水稻田，在室内鉴定后，用米蛾卵繁殖 3 代后用于试验，繁殖条件：温度（25 ±1）℃、相对湿度 RH 75%±5%，光周期 L：D = 16：8。

玉米螟赤眼蜂：采自吉林省公主岭市玉米田，在室内鉴定后，用米蛾卵繁殖 3 代后用于试验，繁殖条件：温度（25 ± 1）℃、相对湿度 RH 75% ± 5%，光周期 L：D = 16：8。

## 1.2　试验方法

**1.2.1**　冷藏米蛾卵的准备　将当天收集的清洁新鲜米蛾卵制成卵卡（4 cm×10 cm）、紫外杀胚 20 min 后放入牛皮纸袋中，分别置于 1、4、7 和 10 ℃的冰箱中（美的，251WTGZM）冷藏保存。每 3-5 d 冷藏一次卵，冷藏时间分别为 0（对照）、3、5、7、10、15、20、25、30 和 40 d。冷藏到相应天数后取出卵卡，剪成 1 cm × 0.5 cm 卵片，约 200 粒卵，备用。

**1.2.2**　冷藏米蛾卵对子代赤眼蜂质量的影响　将即将羽化的蜂种（稻螟赤眼蜂，玉米螟赤

眼蜂）寄生卵与冷藏米蛾卵按 1∶5 比例在温度（25± 1）℃、相对湿度 RH 75% ± 5%，全黑暗条件下接蜂，8 h 后去除成蜂，在温度（25±1）℃、相对湿度 RH 75% ± 5%，全黑暗条件下继续培养至羽化出蜂。将当天收集的清洁正常米蛾卵制成卵卡、紫外杀胚 20 min 后剪成 1 cm × 0.5 卵片，备用。将当日羽化 6 h 以内的赤眼蜂单头引入指型管（8 cm×10 cm）内，放入准备好的新鲜米蛾卵片，置于温度 25（±1）℃、相对湿度 RH 75%± 5%，全黑暗条件下培养，待寄生蜂羽化结束后镜检，调查寄生米蛾卵粒数，以寄生米蛾卵粒数代表赤眼蜂子代寄生卵量、$F_2$ 代羽化出蜂率和雌蜂率。每个处理 3 次重复，每次重复 10 头赤眼蜂。

### 1.3 数据统计方法

用 Excel 2007 和 SPSS 17. 0 统计软件进行数据处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 冷藏米蛾卵对赤眼蜂子代寄生卵量的影响

随着米蛾卵冷藏时间延长，赤眼蜂子代寄生卵量下降，米蛾卵贮存时间对赤眼蜂寄生卵量影响显著（稻螟赤眼蜂：$F$=6.164，$P$=0.000；玉米螟赤眼蜂：$F$=17.632，$P$=0.000），米蛾卵贮存温度对赤眼蜂寄生卵量的影响也达到了显著水平（稻螟赤眼蜂 $F$=3.651，$P$=0.020；玉米螟赤眼蜂 $F$=3.417，$P$=0.017），但两者之间不存在交互作用（稻螟赤眼蜂 $F$=1.471，$P$=0.077；玉米螟赤眼蜂 $F$=0.837，$P$=0.686）。繁殖稻螟赤眼蜂时，米蛾卵在 4 ℃下冷藏，赤眼蜂寄生卵量下降较缓，米蛾卵冷藏 20 d 内赤眼蜂寄生卵量与对照之间差异不显著（3 d∶$t$=0.740，$P$=0.464；5 d∶$t$=1.860，$P$=0.073；7 d∶$t$=1.500，$P$=0.140；10 d∶$t$=1.067，$P$=0.294；15 d∶$t$=0.799，$P$=0.430；20 d∶$t$=0.853，$P$=0.408），在其他温度下米蛾卵冷藏 3 d 稻螟赤眼蜂寄生卵量与对照之间差异达到显著水平（1 ℃：$t$=3.151，$P$=0.004；7 ℃：$t$=2.282，$P$=0.030；10 ℃：$t$=2.375，$P$=0.026），冷藏 30 d 赤眼蜂寄生卵量减少 50%左右（图 1∶A）；繁殖玉米螟赤眼蜂时，米蛾卵在 1 ℃下冷藏赤眼蜂寄生卵量下降最快，冷藏 5 d 与对照之间达到显著水平（$t$=2.640，$P$=0.013），在 7 ℃和 10 ℃下米蛾卵冷藏 10 d 赤眼蜂寄生卵量与对照之间差异达到显著水平（7 ℃ 3 d: $t$=1.068，$P$=0.294；7 ℃ 5 d∶$t$=1.426，$P$=0.164；7 ℃ 7 d∶$t$=1.184，$P$=0.245；7 ℃ 10 d∶$t$=2.036，$P$=0.049；10 ℃ 3 d∶$t$=1.692，$P$=0.101；10 ℃ 5 d∶$t$=0.958，$P$=0.346；10 ℃ 7 d∶$t$=1.510，$P$=0.140；10 ℃ 10 d∶$t$=2.807，$P$=0.007），在 4 ℃下米蛾卵冷藏 20 d 赤眼蜂寄生卵量与对照之间差异达到显著水平（3 d∶$t$=1.376，$P$=0.782；5 d∶$t$=1.940，$P$=0.061；7 d∶$t$=1.548，$P$=0.131；10 d∶$t$=2.014，$P$=0.051；15 d∶$t$=1.850，$P$=0.071；20 d∶$t$=2.935，$P$=0.006），冷藏 30 d 赤眼蜂寄生卵量减少 50% 左右（图 1∶B）。

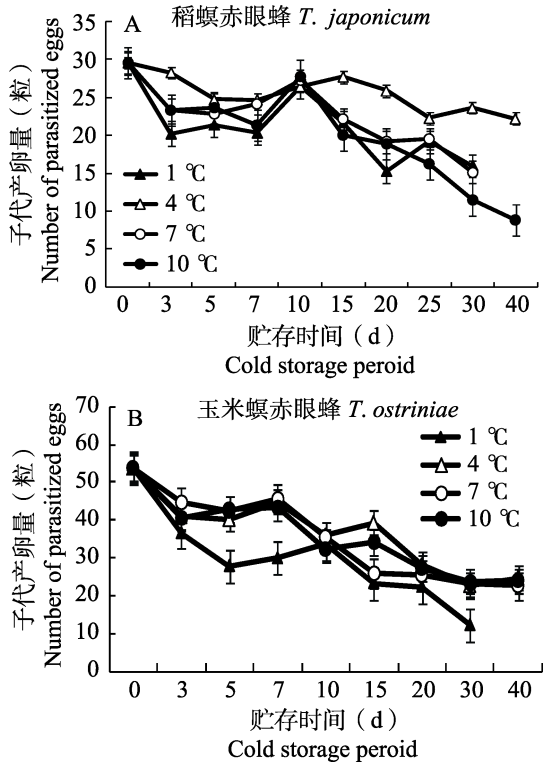



**图 1 米蛾卵冷藏对赤眼蜂子代寄生卵量的影响**

**Fig. 1 Effect of cold-storage conditions for *Corcyra cephalonica on* parasitization of offspring females**

### 2.2 冷藏米蛾卵对赤眼蜂 $F_2$ 代羽化出蜂率的影响

随着米蛾卵贮存时间延长赤眼蜂的羽化出蜂率有先升高又下降的趋势，贮存时间对赤眼蜂

$F_2$ 代羽化出蜂率影响显著(稻螟赤眼蜂 $F$=8.677，$P$=0.000；玉米螟赤眼蜂 $F$=2.739，$P$=0.006)，但米蛾卵贮存温度对赤眼蜂 $F_2$ 代羽化出蜂率影响不显著（稻螟赤眼蜂 $F$=0.314，$P$=0.815；玉米螟赤眼蜂 $F$=2.381，$P$=0.124)，且两者之间不存在交互作用（稻螟赤眼蜂 $F$=0.600，$P$=0.935；玉米螟赤眼蜂 $F$=1.954，$P$=0.052)。米蛾卵冷藏 5 d 稻螟赤眼蜂 $F_2$ 代羽化出蜂率最高，除 1 ℃外，其他温度处理稻螟赤眼蜂 $F_2$ 代羽化出蜂率均达到 90%以上，然后随着贮存时间延长稻螟赤眼蜂 $F_2$ 代羽化出蜂率逐渐降低，米蛾卵冷藏 10 d 稻螟赤眼蜂 $F_2$ 代羽化出蜂率下降 10%左右，米蛾卵冷藏 30 d 赤眼蜂 $F_2$ 代羽化率下降 15%左右，但仍在 70%以上（图 2：A)；繁殖玉米螟赤眼蜂时，米蛾卵冷藏 3 d 时赤眼蜂羽化出蜂率最高，除 4 ℃外，其他温度处理赤眼蜂羽化出蜂率均达到 90%以上，随后随着贮存时间的延长赤眼蜂羽化出蜂率逐渐降低，但是下降幅度较小，米蛾卵冷藏 30 d，赤眼蜂羽化出蜂率仍在 70%以上（图 2：B)。

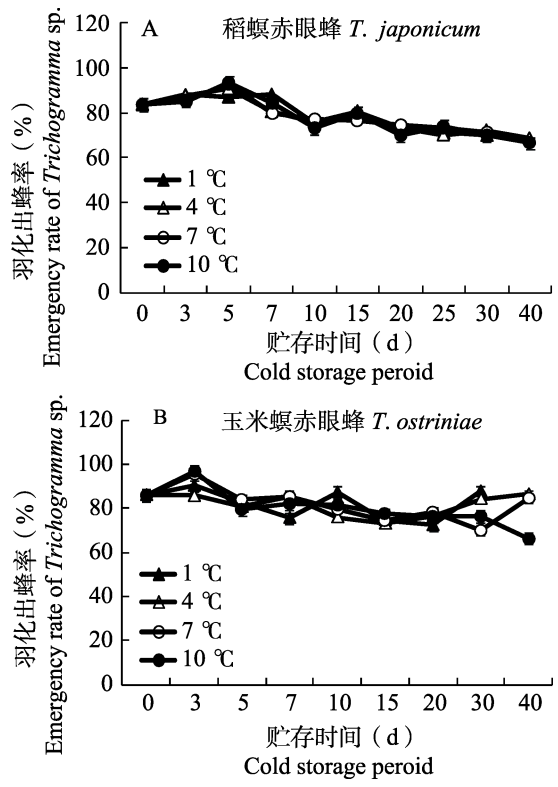



图 2　米蛾卵冷藏对赤眼蜂 $F_2$ 代羽化出蜂率的影响

**Fig. 2　Effect of cold-storage conditions for *Corcyra cephalonica* on emergence rate of $F_2$**

## 2.3　冷藏米蛾卵对赤眼蜂 $F_2$ 代羽化雌蜂率的影响

繁殖稻螟赤眼蜂时，贮存时间对赤眼蜂 $F_2$ 代羽化雌蜂率影响显著（$F$=9.952，$P$=0.000)，随着米蛾卵冷藏时间延长，稻螟赤眼蜂 $F_2$ 代羽化雌蜂率先增加后降低，米蛾卵冷藏 30 d 赤眼蜂 $F_2$ 代羽化雌蜂率下降 10%左右，但仍在 75%以上，米蛾卵贮存温度对赤眼蜂 $F_2$ 代羽化雌蜂率影响不显著（$F$=0.317，$P$=0.813)，不同冷藏温度之间稻螟赤眼蜂 $F_2$ 代羽化雌蜂率差异不大（图 3：A)。繁殖玉米螟赤眼蜂时，贮存时间对赤眼蜂 $F_2$ 代羽化雌蜂率影响显著（$F$=9.952，$P$=0.000)，随着米蛾卵冷藏时间延长，玉米螟赤眼蜂 $F_2$ 代羽化雌蜂率下降，下将幅度在 5%左右。但米蛾卵贮存温度对赤眼蜂 $F_2$ 代羽化雌蜂率影响不显著（$F$=2.135，$P$=0.095)，不同冷藏温度之间玉米螟赤眼蜂 $F_2$ 代羽化雌蜂率差异不大(图 3：B)。

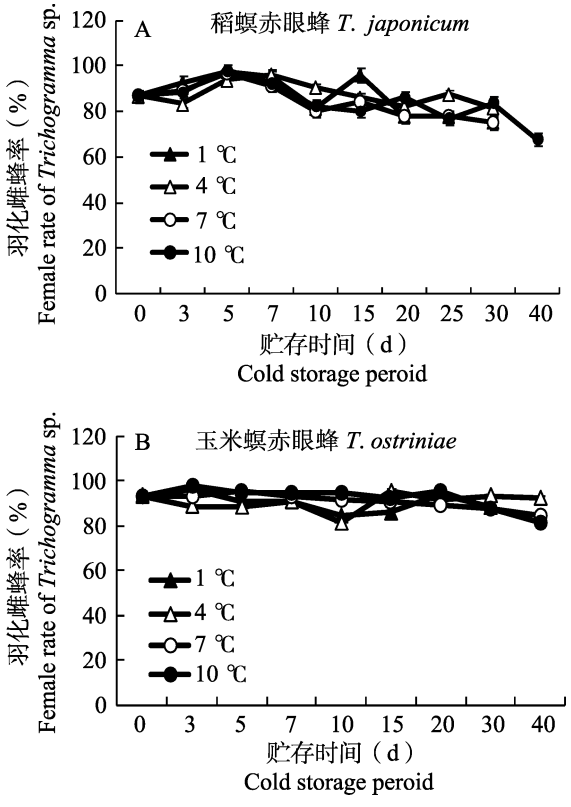



图 3　米蛾卵冷藏对赤眼蜂 $F_2$ 代雌蜂率的影响

**Fig. 3　Effect of cold-storage conditions for *Corcyra cephalonica* on female rate of $F_2$**

### 2.4 冷藏米蛾卵对赤眼蜂子代质量的影响

利用赤眼蜂子代寄生卵量、$F_2$ 代羽化出蜂率和 $F_2$ 代羽化雌蜂率三者乘积表示赤眼蜂子代质量（Q），赤眼蜂子代质量 Q=子代寄生卵量×$F_2$ 代羽化出蜂率×$F_2$ 代羽化雌蜂率×100，子代质量受米蛾卵冷藏时间和温度影响，在同一冷藏温度下随着冷藏时间延长赤眼蜂质量 Q 值逐渐减少，在同一冷藏期内不同温度下的 Q 也不尽相同。整体看繁殖稻螟赤眼蜂时，米蛾卵在 4 ℃下冷藏赤眼蜂子代质量最高，米蛾卵冷藏 30 d 赤眼蜂子代质量降低不到 50%，7 ℃和 10 ℃次之，米蛾卵冷藏 20 d 赤眼蜂子代质量降低 50%左右，1 ℃最差，米蛾卵冷藏 15 d 赤眼蜂子代质量降低 50%左右（图 4：A）；繁殖玉米螟赤眼蜂时，米蛾卵在 4 ℃下冷藏赤眼蜂子代质量最高，米蛾卵冷藏 30 d 赤眼蜂子代质量降低不到 50%，10 ℃次之，米蛾卵冷藏 20 d 赤眼蜂子代质量降低 50%左右，1 ℃最差，米蛾卵冷藏 15 d 赤眼蜂子代质量降低 50%左右（图 4：B）。

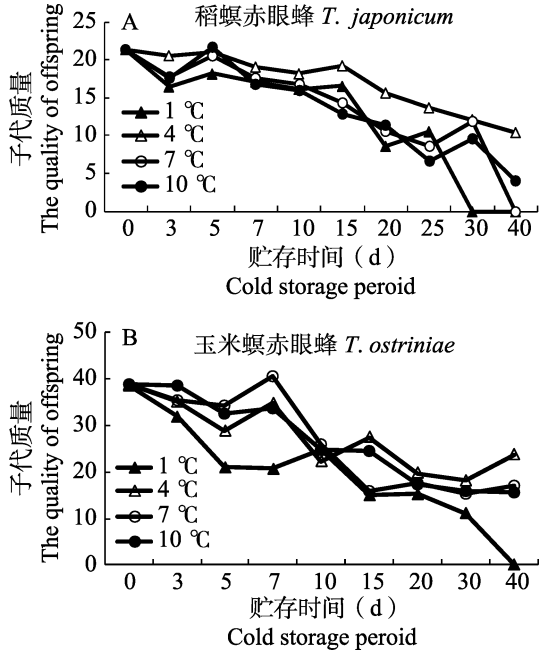



图 4 米蛾卵冷藏对赤眼蜂子代质量的影响

**Fig. 4 Effect of cold-storage conditions of *Corcyra cephalonica* on the quality of *Trichogramma* offspring**

## 3 结论与讨论

米蛾卵冷藏是赤眼蜂生产中的重要环节，对扩大赤眼蜂的防治面积，调节繁蜂需求，降低生产成本具有重要意义。然而米蛾卵冷藏后会对赤眼蜂寄生和羽化产生不利影响。用米蛾卵繁殖赤眼蜂时，随着米蛾卵冷藏时间的延长，被赤眼蜂寄生米蛾卵数量逐渐减少。马德英等（2001）认为在 0-5 ℃变温条件下，米蛾卵的冷藏时间不宜超过 3 d，否则将影响赤眼蜂的产卵寄生；张国红等（2008）研究表明，米蛾卵在 0-5 ℃下贮存不宜超过 15 d，贮存时间超过 50 d，赤眼蜂几乎不能够寄生；潘雪红等（2011）研究通过试验比较了米蛾卵在 4 ℃低温贮存不同时间后，对赤眼蜂寄生的影响，结果表明，米蛾低温贮存时间越长赤眼蜂对其寄生量越少，米蛾卵经低温贮存 15 d，其被寄生量低于新鲜米蛾卵被寄生量的 50%；袁曦等（2013）研究发现，随着冷藏时间的延长，赤眼蜂单雌寄生卵量呈减少趋势。在冷藏 12 d 及更长时间的米蛾卵上，赤眼蜂单雌寄生卵量显著低于对照。关于米蛾卵冷藏对赤眼蜂羽化的影响不同研究间结论存在差异，胡晓暄等（2017）认为稻螟赤眼蜂的羽化率和雌蜂率随米蛾卵冷藏时间延长而降低，袁曦等（2013）和 Wu 等（2018）则认为为赤眼蜂羽化率和雌蜂率与米蛾卵冷藏时间无显著关系。

米蛾卵冷藏不仅会对当代赤眼蜂产生不利影响（马德英等，2001；张国红等，2008；潘雪红等，2011；袁曦等，2013；胡晓暄等，2017；Wu *et al*., 2018），也会影响对子代赤眼蜂的质量，易帝玮等（2014）研究发现随着米蛾卵冷藏时间延长，螟黄赤眼蜂 $F_1$ 代单雌蜂的平均寿命与寄生量呈下降趋势。净增值率、内禀增长率和周限增长率均有不同程度的下降，而世代平均周期和种群倍增时间则相应延长。但关于米蛾卵冷藏对赤眼蜂子代影响的报道不多。本研究发现米蛾卵冷藏超过一定的时间以后会对稻螟赤眼蜂和玉米螟赤眼蜂子代的寄生卵量，$F_2$ 代的羽化率和雌蜂率产生不利影响，从而降低子代稻螟赤眼蜂和玉米螟赤眼蜂的质量。其中对赤眼蜂子代寄生卵量的影响最大，但不同赤眼蜂种类和不同冷藏温度间表现不同，繁殖稻螟赤眼蜂时，米蛾卵在 4 ℃下冷藏赤眼蜂寄生卵量下降最缓，米蛾

卵冷藏 20 d 内赤眼蜂寄生卵量与对照之间差异不显著，在其他温度下米蛾卵冷藏 3 d 稻螟赤眼蜂寄生卵量与对照之间差异达到显著水平；繁殖玉米螟赤眼蜂时，米蛾卵在 4 ℃下冷藏赤眼蜂寄生卵量下降最缓，米蛾卵冷藏 20 d 赤眼蜂寄生卵量与对照之间差异达到显著水平，1 ℃下冷藏赤眼蜂寄生卵量下降最快，米蛾卵冷藏 5 d 赤眼蜂寄生卵量与对照之间达到显著水平。米蛾卵冷藏对稻螟赤眼蜂和玉米螟赤眼蜂 $F_2$ 代的羽化率和雌蜂率产生的不利影响相对较小，米蛾卵冷藏 30 d 赤眼蜂 $F_2$ 代的羽化率仍在 70%以上，雌蜂率仍在 75%以上。在适宜的温度下冷藏一定时间内对赤眼蜂子代质量影响不显著，4 ℃下冷藏米蛾卵赤眼蜂子代质量最佳，冷藏 30 d 赤眼蜂子代质量降低不到 50%。

## 参考文献 (References)


Hu XX, Du WM, Zhang JJ, Qi YH, Ruan CC, 2017. Effects of *Corcyra cephalonica* egg storage temperature and time on quality of *Trichogramma japonicum* Ashmead. *Journal of Jilin Agricultural University*, 39(3): 287–291. [胡晓暄, 杜文梅, 张俊杰, 祁颖慧, 阮长春, 2017. 米蛾卵冷藏温度及时间对稻螟赤眼蜂质量的影响. 吉林农业大学学报, 39( 3): 287–291.]

Ma DY, Zhang J, Chen WL, Guo YC, 2001. Study on breeding and making use of rice moth in Xinjiang. *Journal of Xinjiang Agricultural University*, 24(4): 25–28. [马德英, 张军, 陈伟利, 郭玉层, 2001. 米蛾在新疆的繁殖与利用研究. 新疆农业大学学报, 24( 4): 25–28.]

Pan XH, Huang CH, Wei JL, Shang XK, 2011. Effects of low temperature storage time of *Trichogramma* sp．and its host-eggs on reproduction of *Trichogramma* sp. *Hubei Agricultural Sciences*, 50(20): 4194–4196. [潘雪红, 黄诚华, 魏吉利, 商显坤, 2011. 赤眼蜂及其寄主卵低温贮存时间对赤眼蜂繁殖的影响. 湖北农业科学, 50(20): 4194–4196.]

Qiu SB, Tian YQ, Zhou WR, Yu JJ, 1980. Improved technique for mass rearing rice moth. *Acta Phytophylacica Sinica*, 7(3): 153–158. [邱式邦, 田毓起, 周伟儒, 于久钧, 王春夏, 王志光, 1980. 改进米蛾饲养技术的研究. 植物保护学报, 7(3): 153–158.]

Wu H, Huang YC, Guo JX, Liu JB, Lai XS, Song ZW, Li DS, Zhang GR, 2018. Effect of cold storage of *Corcyra cephalonica* eggs on the fitness for *Trichogramma chilonis*. *Biological Control*, 124：40–45.

Yuan X, Wang ZY, Feng XX, Li DS, Zhang BX, 2013. Evaluation on the effect of low-temperature refrigeration of *Corcyra cephalonica* eggs on *Trichogramma* fecundity and parasite efficiency of *Ostrinia furnacalis* via life table. *Journal of Environmental Entomology*, 35(6): 792–798. [袁曦, 王振营, 冯新霞, 2013. 利用生命表评价低温冷藏米蛾卵对繁育螟黄赤眼蜂及寄生亚洲玉米螟效果的影响. 环境昆虫学报, 35( 6): 792–798.]

Yi DW, Xiao R, Zhao YL, Li DS, Zhang GR, 2014. Cold storage of *Corcyra cephalonica* eggs affects the quality of *Trichogramma chilonis* offspring. *Journal of Environmental Entomology*, 36 (4): 565–571. [易帝玮, 肖榕, 赵云龙, 李敦松, 张古忍, 2014. 冷藏米蛾卵对子代螟黄赤眼蜂质量的影响. 环境昆虫学报, 36( 4): 565–571.]

Zhang GH, Lu X, Li LJ, Ding Y, Liu HW, 2008. Influence of *Corcyra cephalonica* eggs storage on *Trichogramma* fecundity. *Journal of Jilin Agricultural Sciences*, 33(5): 42–43, 52. [张国红, 鲁新, 李丽娟, 丁岩, 刘宏伟, 2008. 贮存后的米蛾卵对赤眼蜂繁殖的影响. 吉林农业科学, 33( 5): 42–43, 52.]