

# 玉米螟赤眼卵蜂（膜翅目：小蜂科）冷藏 後之羽化、生殖與壽命

余志儒\* 陳炳輝

臺中縣霧峰鄉 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組

(接受日期：中華民國91年12月26日)

## 摘 要

余志儒\*、陳炳輝 2003 玉米螟赤眼卵蜂（膜翅目：小蜂科）冷藏後之羽化、生殖與壽命 植保會刊 45 : 35-44.

玉米螟赤眼卵寄生蜂 (*Trichogramma ostriniae* Pang & Chen) 用外米綴蛾 (*Corcyra cephalonica* Stainton) 卵做為代用寄主時，雌雄蜂自卵寄生至成蟲羽化之發育速率皆隨溫度之升高而呈直線加快。其一次迴歸之  $R^2$  值分別達 0.9962 與 0.9930，發育臨界低溫分別為 9.59 °C 與 8.91 °C。將不同日齡蜂片分別在 9 °C 與 6 °C、12 °C 下進行冷藏試驗，結果在 12 °C 下之較老齡蜂片於冷藏期間即陸續羽化，其餘日齡蜂片冷藏 5 日後之潛在寄生數亦多比 6、9 °C 者顯著較少，因此認為 12 °C 較不適做為冷藏溫度。6 °C 與 9 °C 之冷藏效果相近，但皆有負面影響。雌成蜂壽命，經此二溫度冷藏後分別為 3.5-6.3 日與 2.8-5.0 日，皆比對照組的 9.0 日顯著減短。潛在寄生數除第 6 日齡在 9 °C 冷藏結果與對照組差異不顯著外，其餘處理皆顯著減少，其中尤以第 3、4、8 日齡蜂冷藏者更少。可知不同冷藏溫度對蜂片冷藏後之雌蜂羽化數、壽命及繁殖有不同之影響，而進入冷藏的日齡亦是影響冷藏效果的重要因素。

(關鍵詞：玉米螟赤眼卵蜂、外米綴蛾、冷藏、溫度、日齡)

## 緒 言

玉米栽培期間田間釋放玉米螟赤眼卵寄生蜂 (*Trichogramma ostriniae* Pang & Chen) 為亞洲玉米螟 (*Ostrinia furnacalis*

Guenée) 防治策略之重要一環<sup>(10, 11)</sup>。該寄生蜂通常由養蜂中心供應，養蜂中心則多參照台灣糖業研究所應用之大量繁殖方法<sup>(4)</sup>生產蜂片，即以白米或糙米大量飼養外米綴蛾 (*Corcyra cephalonica* Stainton)，刊

\* 通訊作者。E-mail: jzyu@wufeng.tari.gov.tw

收集玉米蛾卵作為寄生蜂之寄主，進行寄生蜂之大量繁殖及製成蜂片。當玉米播種後約 2-3 週時，將 1、2 日內即將羽化之蜂片送至農民手中進行田間釋放。此時，若遇不良氣候干擾，如替作之輪作期適值雨季，秋作有颱風或雷雨等，必須將蜂片暫時予低溫保存以延緩其羽化時機，俟氣候適宜時再行釋放。但冷藏後的寄生蜂，其繁殖力與活動力通常會有負面影響<sup>(12, 13)</sup>。尤其是冷藏的溫度與進入冷藏的蜂齡影響最甚。例如將 4 種 *Trichogramma* 卵蜂各分別在 2、5、10 °C 下冷藏經 7-49 天後，結果得知溫度愈低者羽化率也愈低，而不同齡期 *T. achaeae* Nagaraja 在 10 °C 下冷藏 30 日後之羽化率則齡期愈長者愈高<sup>(13)</sup>。另有學者<sup>(16)</sup>認為 *T. pretiosum* Riley 對不同低溫的忍受程度在不同齡別間有差異，在 0 °C 以第 6 日齡者忍受性最高，第 1-4 日齡者顯著較低，在 -5 °C 時第 1 日齡者反而最高。可見適宜的冷藏條件有利於寄生蜂品質的保持。

冷藏寄生蜂的目的是期望能延長其某個生活時期，並且避免減低其原有的活力，可以在數量上得到累積，在釋放時機上可以擴大緩衝時間。由於休眠 (diapause) 是生物體因為不適的外在環境導致其發育被強迫抑制<sup>(8)</sup>，與冷藏的目的頗為接近，故有關寄生蜂冷藏的探討，國外多以能使之休眠的條件為研究目標。雖然影響休眠的因子繁多，如光週期、寄主種類與狀態等是<sup>(8, 14, 17)</sup>，然而溫度始終是主要控制因子之一<sup>(9, 17, 18)</sup>。台灣地區尚無玉米螟赤眼卵蜂休眠條件之相關研究報告，對於該蜂的冷藏多延用台灣糖業研究所繁殖與應用 *T. chilonis* Ishii 時之建議，以 5 °C<sup>(5)</sup> 或 6 °C<sup>(4)</sup> 為冷藏溫度，但對於何齡期較適於冷藏則未多加深究。鑒於此，本試驗以探討冷藏溫度與冷藏時寄生蜂之日齡為主，暫不考慮光週期之影響。先探求玉米螟赤眼卵寄生蜂以外米綴蛾卵為寄主時之發育臨界

低溫，再依此溫度為參考基準，評估不同溫度之冷藏效果及較適於進入冷藏的蜂齡，供需要冷藏蜂片者參酌。

## 材料與方法

外米綴蛾之種原於 1987 年秋季取自台灣糖業公司烏樹林養蜂中心，即依據糖研所已建立之方法<sup>(4)</sup>，以糙米飼養於農試所養蟲室。寄生卵片之製備係取當日產之蛾卵，均勻撒佈在含有水溶性透明膠水之 120 磅紙片上，隨即置入紫外線殺卵箱內進行殺卵處理，紫外線燈 10W，卵片距光源約 15 cm。經 2 小時後取出，並切割成 0.5 × 3.5 cm<sup>2</sup> 之卵片，每片計數 100 粒卵，多出者以 3 號蟲針剔除。靜置待膠水乾後備用。

1988 年春季於農試所農場玉米田採集已被寄生且呈黑色之亞洲玉米螟卵塊，置於管壁塗有少許蜂蜜之指形玻管內，並以石蠟膜封住管口，放入 25 °C 生長箱中。將各卵塊第 1 日羽化之成蜂分別移置另 1 新玻管內，亦塗有蜂蜜及石蠟膜封口，經 24 小時後，各玻管取 3 隻雌蜂，分單隻移置新玻管內，除淨蜂蜜外並提供 1 片寄生卵片任其寄生。再經 24 小時後移除成蜂，俟子代蜂羽化時各玻管取 1 隻雌成蜂製成玻片標本並進行鏡檢。將鑑定為玉米螟赤眼卵蜂之所屬蜂片集中，並提供新鮮寄生卵片進行繁殖放群。

將上述寄生卵片置於 8 號透明塑膠封口袋內接殖 10 對當日羽化之成蜂，置於 25 °C 生長箱中任其寄生。經 2 小時後取出卵片 (egg card)，並移除卵片上所有成蜂，是為第 1 日齡之蜂片，放入另新封口袋內，置回 25 °C 生長箱中。被寄生之卵片取出後再經 24 小時者是為第 2 日齡之蜂片，餘類推即為各不同日齡蜂片供試。

試驗分二階段，第一階段在測試本蜂自出生至羽化之發育臨界低溫：將第 1 日

齡蜂片放入指形玻管（1.5×7.0 cm）內，以石蠟膜封口，分別於 15、20、25、30 °C 之定溫箱中各置 1 片。記錄寄主蜂發育至羽化所需日數，至連續 3 日無蜂羽化為止，重複 4 次。由發育所需日數換算成每日發育速率，再由各溫度之平均發育速率與溫度作直線回歸，並以外插法求得發育速率為 0 時之對應溫度，是為發育臨界低溫<sup>(3,7)</sup>。

第二階段：測試不同日齡蜂片之發育臨界低溫下之冷藏結果。由於蜂片送至農民手中通常需時 1 日以上，故第 1 日齡未納入試驗，且日間放蜂之頻度為每週 1 或 2 次<sup>(1, 2, 11)</sup>，故以 5 日為冷藏時間進行本試驗。為方便操作，蜂之齡期以蜂片日齡為區別。取第 2、3、4、5、6、7、8 及 9 日等 8 個不同日齡之蜂片各 1 片，分別置於管壁塗有少量蜂蜜之指形玻管內，並以石蠟膜封口，置入取雌雄蜂發育臨界低溫之平均並四捨五入之整數，即 9 °C 定溫箱中冷藏。經 5 日後立即移入 25 °C 生長箱中，記錄各蜂片之雌性成蜂羽化數，取首日羽化之成蜂 1 對，置於同前之新指形管中，每日置換新鮮卵片供其寄生及補充蜂蜜，至雌蜂死亡時止，但雄蜂未死者則繼續補充蜂蜜而不提供寄主卵片，至雄蜂亦死亡為止，記錄成蜂壽命。每日置換出之被寄生卵片分別置於指形管中待子代蜂羽化，計算每雌蜂一生總繁殖成蜂數並依下列公式計算其潛在寄主數（number of potential

parasitism）。

潛在寄主數 = 冷藏後每蜂片之雌蜂羽化數 × 每雌繁殖成蜂數。

同時另分別以 6 °C 及 12 °C 為冷藏溫度，及另將第 1 日齡蜂片置於 25 °C 作為對照組，進行相同試驗與記錄。

以上試驗各重複 4 次。各冷藏處理之溫度變異皆 ±1 °C，光照 LD 0:24，濕度 80 ± 10 % RH。對照組與冷藏後放置處皆為 25 ± 1 °C、光照 LD 14:10、濕度同前。不同處理間之比較，先行變異分析求其 F 值，達顯著差異時，再以 5 % LSD 測試法（Least Significant Difference test）比較其均值之差異顯著性。

## 結 果

玉米螟赤眼卵寄主蜂以外米綴蛾卵為寄主，自卵出至成蟲羽化之發育所需日數，如表 1 所示。在 15、20、25 及 30 °C 不同定溫下雌蜂分別為 30.2、17.0、10.7 及 8.3 日，雄蜂分別為 28.0、16.9、10.5 及 8.4 日。每日發育速率，雌蜂分別為 3.3、5.9、9.4 及 12.0 %，雄蜂分別為 3.6、5.9、9.5 及 11.9 %。雌、雄蜂每日發育速率與溫度之一次迴歸式分別為  $y = 0.5922x - 5.677$ 、 $y = 0.5686x - 5.066$ ，其決定係數（ $R^2$ ）分別為 0.9962 與 0.9930，求得發育臨界低溫分別為 9.59、8.91 °C（表 2）。

表 1、不同溫度下玉米螟赤眼卵蜂自卵至成蟲羽化之發育日數與速率

Table 1. The development time and rate of *Trichogramma ostrinae* from egg to adult emergence at different temperature (mean ± S.D.)

Temperature (°C)	Development time (day)		Development rate (%/ day)	
	Female	Male	Female	Male
15	30.2 ± 0.9	28.0 ± 0.4	3.3 ± 0.1	3.6 ± 0.1
20	17.0 ± 0.4	16.9 ± 0.6	5.9 ± 0.2	5.9 ± 0.2
25	10.7 ± 0.1	10.5 ± 0.1	9.4 ± 0.1	9.5 ± 0.1
30	8.3 ± 0.2	8.4 ± 0.3	12.0 ± 0.2	11.9 ± 0.4

表二、玉米螟赤眼卵蜂自卵至成蟲羽化之發育臨界低溫及其發育速率迴歸

Table 2. The low threshold temperature of development and linear regression of the development rate of *T. ostriniae* from egg to adult emergence

Sex	Low threshold temperature of development (°C)	Linear regression of development rate	R <sup>2</sup> value
Female	9.59	$\hat{y} = 0.5922x - 5.677$	0.9962
Male	8.91	$\hat{y} = 0.5686x - 5.066$	0.9930

表三、不同日齡玉米螟赤眼卵蜂經不同溫度冷藏 5 日後之每蜂片雌蜂羽化數

Table 3. Number of female emergence per card with various age of *T. ostriniae* after cold storage at different temperature for 5 days (mean $\pm$  S.D.)

Day age of parasitoid	Temperature (°C)				LSD <sub>2</sub> <sup>4)</sup>
	6	9	12		
2nd	64.7 $\pm$ 17.2 B a <sup>1)</sup>	82.5 $\pm$ 14.9 AB a	17.3 $\pm$ 8.3 C b		25.9
3rd	41.6 $\pm$ 7.5 CD a	54.2 $\pm$ 9.6 CDE a	51.2 $\pm$ 10.5 B a		13.8
4th	39.5 $\pm$ 21.4 D a	44.3 $\pm$ 11.1 DE a	20.7 $\pm$ 12.5 C a		30.8
5th	70.2 $\pm$ 7.3 B a	54.7 $\pm$ 23.0 CDE a	0 $\pm$ 0 D b		26.3
6th	65.8 $\pm$ 14.7 B ab	84.7 $\pm$ 14.2 AB a	49.2 $\pm$ 8.8 B b		26.9
7th	59.7 $\pm$ 17.8 BC ab	78.2 $\pm$ 8.5 ABC a	40.1 $\pm$ 13.0 B b		25.7
8th	57.8 $\pm$ 6.1 BCD a	42.3 $\pm$ 40.4 E a	—		56.1
9th	69.3 $\pm$ 16.0 B a	67.4 $\pm$ 5.1 BCD a	—		29.7
Control <sup>2)</sup>	100.7 $\pm$ 3.1 A	100.7 $\pm$ 3.1 A	100.7 $\pm$ 3.1 A		
LSD <sub>1</sub> <sup>3)</sup>	20.3	24.5	11.2		

<sup>1)</sup> Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Least Significant Difference Test, the capital and small letter were used for columns and rows, respectively.

<sup>2)</sup> Control is held at 25 °C constantly.

<sup>3), 4)</sup> LSD<sub>1</sub> and LSD<sub>2</sub> were used for columns and rows, respectively.

表三 為不同日齡蜂片於不同溫度冷藏 5 日後之雌成蜂羽化數。第 2、3、4、5、6、7、8 及 9 日齡蜂片於 6 °C 冷藏後分別為 64.7、41.6、39.5、70.2、65.8、59.7、57.8 及 69.3 隻，以第 2、5、6、9 日齡者較多，但仍皆顯著比對照組的 100.7 隻少。於 9 °C 冷藏後分別為 82.5、54.2、44.3、54.7、84.7、78.2、42.3 及 67.4 隻，以第 2、6、7 日齡者與對照組無顯著差異為最多，餘皆顯著少於對照組。於 12 °C 下冷藏，第 8、9 日齡於冷藏未滿 5 日即陸續有成蜂羽化，視

為不宜冷藏日齡故不予記錄，餘分別為 17.3、51.2、20.7、0、49.2、40.1 隻，以第 3、6、7 日齡者顯著較多，但亦顯著少於對照組，其中第 5 日齡均無成蜂羽化。同日齡蜂片於 3 種溫度冷藏結果之比較，第 3、4 日齡於不同溫度間皆無顯著差異，第 8、9 日齡於 12 °C 處理無記錄，而另一種溫度之間亦無顯著差異。第 2、5 日齡以 12 °C 顯著較差，6 °C 與 9 °C 差異不顯著。第 6、7 日齡以 9 °C 效果較優，顯著優於 12 °C，6 °C 居中，而與前二者皆無顯著差異。

表四為不同日齡蜂片在不同溫度冷藏 5 日後羽化成蜂之雌蜂繁殖成蜂數。經 6 °C 冷藏後分別可產 56.3、60.0、65.0、61.5、65.0、24.3、25.5 及 49.3 隻，除第 7、8 日齡者顯著較少外，餘皆與對照組的 62.8 隻差異不顯著。9 °C 冷藏後分別可產 41.8、38.0、64.0、72.0、57.5、54.5、42.0 及 42.8 隻，與對照組相較，第 4、5、6 日齡者差異不顯著，餘皆顯著較少。12 °C 之冷藏，第 5、8、9 日齡者無記錄，餘分別為 32.5、43.5、51.0、35.8、32.8 隻，其中以第 3、4 日齡者稍多，但皆顯著比對照組少。同日齡之不同溫度間比較，3 種溫度間差異不顯著者有第 3、4 日齡之處理，第 5、8、9 日齡者無 12 °C 之冷藏記錄，餘 2 溫度間差異不顯著。第 2 日齡者 6 °C 顯著多於 12 °C，9 °C 居中而與前者接無顯著差異。第 6 日齡者於 6 °C 與 9 °C 結果差異不顯著，但皆顯著多於 12 °C。第 7 日齡者則以 9 °C 顯著多於其他 2 種溫度。

表五為不同日齡蜂片在不同溫度冷藏 5 日後之潛產寄生蟲數。第 2-9 日齡蜂片經 6

°C 冷藏後分別有 3533.6、2455.6、2483.0、4300.8、4165.0、1436.0、1507.9 及 3552.8 隻，皆顯著少於對照組的 6331.5 隻，其中以第 2、5、6、9 日齡者較多且其間差異不顯著。經 9 °C 冷藏後分別為 3312.5、2095.9、2847.3、3975.7、4980.2、4155.3、1765.6 及 2873.8 隻，其中除第 6 日齡者外餘皆顯著少於對照組，第 5、7 日齡者次之而與第 6 日齡者差異不顯著。而 12 °C 之冷藏除第 5、8、9 日齡無記錄，餘分別為 589.5、2237.3、1042.4、1739.7、1334.6 隻，皆顯著少於對照組，其中以第 3、6 日齡者稍多。同日齡之不同溫度間比較，除第 2 日齡者於 6 °C、9 °C 間無顯著差異，但顯著多於 12 °C 外，其餘日齡之比較結果同雌蜂繁殖成蜂數。

表六為不同日齡蜂片在不同溫度冷藏 5 日後羽化成蜂之壽命。除 12 °C 之結果在 5.5-9.3 日之間與對照組無顯著差異外，6 °C 與 9 °C 分別在 3.5-6.0 日與 2.8-5.0 日之間，皆顯著比對照組的 9.0 日短。同日齡於不同溫度間之比較，第 3 日齡於 3 種溫

表四、不同日齡玉米螟赤眼卵蜂經不同溫度冷藏 5 日後之雌蜂繁殖成蜂數

Table 4. Number of adult progeny produced per various age of *T. ostriniae* female after cold storage at different temperature for 5 days (mean ± S.D.)

Day age of parasitoid	Temperature (°C)			
	6	9	12	LSD <sub>-2</sub> <sup>4)</sup>
2nd	56.3 ± 10.6 A a <sup>1)</sup>	41.8 ± 14.8 CD ab	32.5 ± 7.7 D b	21.1
3rd	60.0 ± 41.5 A a	38.0 ± 6.2 D a	43.5 ± 5.6 BC a	42.3
4th	65.0 ± 14.2 A a	64.0 ± 8.2 AB a	51.0 ± 7.2 B a	16.8
5th	61.5 ± 15.2 A a	72.0 ± 3.9 A a	—	20.3
6th	65.0 ± 12.2 A a	57.5 ± 13.5 ABC a	35.8 ± 3.9 CD b	11.5
7th	24.3 ± 6.9 B b	54.5 ± 17.6 BC a	32.8 ± 7.9 D b	18.3
8th	25.5 ± 15.3 B a	42.0 ± 9.0 CD a	—	25.4
9th	49.3 ± 12.4 AB a	42.8 ± 8.3 CD a	—	17.7
Control <sup>2)</sup>	62.8 ± 10.4 A	62.8 ± 10.4 A	62.8 ± 10.4 A	
LSD <sub>-1</sub> <sup>3)</sup>	27.3	16.3	9.5	

1), 2), 3), 4) Footnotes are the same as Table 3.

表 5、不同日齡玉米螟赤眼卵蜂經不同溫度冷藏 5 日後每蜂片之潛在寄生數

Table 5. Potential parasitism<sup>5)</sup> per card with various day age of *T. ostriniae* after cold storage at different temperature for 5 days (mean±S.D.)

Day age of parasitoid	Temperature (°C)			
	6	9	12	LSD <sub>2</sub> <sup>4)</sup>
2nd	3533.6±734.3 BC a <sup>1)</sup>	3312.5±951.2 CD a	589.5±399.6 D b	1236.7
3rd	2455.6±1531.3 CD a	2095.9±682.4 D a	2237.3±635.5 B a	1776.5
4th	2483.0±1307.7 CD a	2847.3±844.5 CD a	1042.4±601.4 CD a	1933.8
5th	4300.8±1039.6 B a	3975.7±1793.0 BC a	—	2534.7
6th	4165.0±629.2 B a	4980.2±1694.4 AB a	1739.7±226.0 BC b	1841.2
7th	1436.0±616.2 D b	4155.3±1022.6 BC a	1334.6±520.6 C b	947.1
8th	1507.9±983.0 D a	1765.6±1688.6 D a	—	1269.9
9th	3552.8±1594.0 BC a	2873.8±571.5 CD a	—	2420.7
Control <sup>2)</sup>	6331.5±1164.8 A	6331.5±1164.8 A	6331.5±1164.8 A	
LSD <sub>1</sub> <sup>3)</sup>	1660.6	1580.4	714.4	

1), 2), 3), 4) Footnotes are same as Table 3.

5) potential parasitism = No. female emergence per parasitoid card × No. adult progeny produced per female.

表 6、不同日齡玉米螟赤眼卵蜂經不同溫度冷藏 5 日後之雌成蜂壽命

Table 6. Female adult longevity of various age *T. ostriniae* after cold storage at different temperature for 5 days (mean±S.D.)

Day age of parasitoid	Temperature (°C)			
	6	9	12	LSD <sub>2</sub> <sup>4)</sup>
2nd	6.0±0.8 BC b <sup>1)</sup>	3.0±0.8 B c	9.3±1.9 A a	2.5
3rd	5.5±1.9 BCD a	3.8±0.5 B a	5.5±3.1 A a	4.0
4th	5.5±1.3 BCD ab	3.8±0.5 B b	8.5±4.4 A a	4.8
5th	3.5±0.6 D a	3.5±0.6 B b	—	1.3
6th	6.3±1.0 B a	2.8±1.3 B b	8.3±2.5 A a	3.0
7th	4.8±1.0 BCD ab	3.8±0.5 B b	6.0±0.8 A a	1.6
8th	3.8±1.0 CD a	5.0±0.8 B a	—	2.7
9th	4.8±1.3 BCD a	5.0±0.8 B a	—	1.5
Control <sup>2)</sup>	9.0±4.8 A	9.0±4.8 A	9.0±4.8 A	
LSD <sub>1</sub> <sup>3)</sup>	2.8	2.5	4.6	

1), 2), 3), 4) Footnotes are the same as Table 3.

度間無顯著差異。第 6 日齡於 6 °C 與 12 °C 顯著長於 9 °C，而前二者差異不顯著。第 4、7 日齡則以 9 °C 者最短，6 °C 居中而與另一溫度差異不顯著。第 5、8、9 日齡於 6 °C 與 9 °C 之間皆無顯著差異。

## 討 論

以外玉米螟蛾卵為寄主時，雌性玉米螟赤眼卵寄生蜂多比雌性蜂發育稍快，但差異不顯著（表 1），此與 *T. minutum* Riley

皆 14-27 °C 下亦皆以雄蜂發育較快之現象相近<sup>(15)</sup>。關於發育臨界低溫，雖然有的學者認為將不同溫度下的發育速率作多次迴歸的 S 型分佈線外插至發育速率為 0 時的較為可靠<sup>(3)</sup>，但本蜂經一次迴歸後之  $R^2$  值雌雄蜂分別達 0.9962 與 0.9930 (表二)，故將此迴歸線外插所得之發育臨界低溫應有其參考價值。

有關冷藏效果的評估，許多研究報告多以處理後的成蜂羽化率做為標準，並未考慮羽化率之性別及其繁殖力。例如 *T. pretiosum* 在 16.7 °C 冷藏 4-10 日後，或先於 16.7 °C 冷藏 6 日再移入 15 °C 共 12 日後，再移至 26.7 °C，其平均羽化率皆高達 93%<sup>(19)</sup>；*T. minutum* 於 2 °C 低溫下貯育後仍有很高的羽化率，甚至貯育 300 天後仍達 50% 以上<sup>(14)</sup>；*T. pretiosum* 在 0 °C 至 -20 °C 冷藏後的羽化率來評估其對低溫的忍受性<sup>(16)</sup> 等皆是。除羽化率外，影響冷藏後釋放於日間的寄生效果與繁殖力應該也是重要評估因子，故本試驗亦將此二個因子做為主要討論項目。由於試驗結果對照組之雌蟲羽化數即已超過所提供之寄生卵數，顯然本蜂可行多量寄生，其羽化率之評估乃以雌蜂羽化數取代之。另在增補式日間釋放的方式下，對於寄生蜂寄生力的影響，雄蜂顯然不如雌蜂之產子數與壽命來得重要，而由每蜂片雌蜂羽化數與每雌蜂繁殖成蜂數之乘積所得的潛在寄生數更可以看出該蜂片被冷藏後對其寄生力的影響。

12 °C 冷藏結果，較老齡蜂片於冷藏期間即有陸續羽化，總羽化數多比 6 或 9 °C 冷藏者少，且第 5 日齡蜂片於冷藏後全數死亡 (表三)，其致死原因雖有待進一步探討，但可知 12 °C 不適於冷藏。冷藏後之雌蜂羽化數 6 °C 效果雖與 9 °C 差異不顯著，但前者則所有日齡蜂片處理皆顯著少於對照組，而後者有第 2、6、7 三個日齡蜂片與對照組差異不顯著，效果可能稍佳。而從雌蜂羽化後的每雌蜂繁殖成蜂數觀之，與對照組無

顯著差異的日齡蜂片處理數以 6 °C 冷藏者較多 (表四)。兩觀測值在 6 °C 與 9 °C 各有優劣，若將兩觀測值之乘積，即潛在寄生數再進行比較，結果除第 7 日齡蜂片於 9 °C 冷藏者較優外，餘與 6 °C 之間差異亦不顯著 (表五)，顯示此二溫度之冷藏效果相近。然而如同有關 6 種 *Trichogramma* 蜂的休眠測試時，認為有較高的死亡率的 6、8 °C 是負面影響<sup>(18)</sup>，本試驗 6 °C 與 9 °C 之冷藏處理對玉米螟赤眼卵蜂亦有負面的影響。此由雌成蜂壽命分別為 3.5-6.3 日與 2.8-5.0 日，皆比對照組的 9.0 日顯著減短 (表六)，每蜂片之雌蜂羽化數與每雌蜂繁殖成蜂數亦多顯著少於對照組 (表三與表四)，潛在寄生數除第 6 日齡蜂片在 9 °C 冷藏結果與對照組差異不明顯外，其餘處理皆顯著減少 (表五)，得到驗證。

除溫度外，進入冷藏的蟲齡亦是重要影響因子。曾有報導<sup>(16)</sup>，*T. pretiosum* 對不同低溫的忍受程度在不同日齡間有差異，在 0 °C 以第 6 日齡者忍受性最高，第 1-4 日齡者顯著較低，在 -5 °C 時第 1 日齡者反而最高。本試驗各日齡蜂片於 6 °C 與 9 °C 冷藏後之表現各有不同 (表三、四、五)。由潛在寄生數觀之，因第 3、4、8 日齡皆顯著較少，為不適宜之冷藏日齡。6 °C 以第 2、5、6、9 日齡處理較優，9 °C 以第 5、6、7 日齡較優，第 5、6 日齡為共通之較佳冷藏日齡。其中尤以第 6 日齡在 9 °C 冷藏後之結果與對照組無顯著差異為最佳，此時正值蛹期<sup>(6)</sup>。結果與某些相關研究，如 *T. nubilale* Ertle and David 之不同日齡蜂分別在低溫冷藏 6 週後之羽化率以第 6 日齡者為最高<sup>(12)</sup>、4 種 *Trichogramma* 蜂之不同蟲期經冷藏後的羽化率皆以蛹期最高<sup>(13)</sup>，而被認為是最佳冷藏蟲期，相當吻合。

成蜂壽命是評估寄生蜂冷藏後品質的方式之一<sup>(13)</sup>，尤其雌成蜂壽命更是日間釋放時間間隔的重要依據。不同日齡的玉米螟赤眼卵蜂蜂片經不同溫度冷藏後之雌成

蜂壽命亦呈現顯著差異(表六)。然而壽命長短與前述之雌蜂羽化數、雌蜂繁殖成蜂數及潛寄蟲數等似無直接相關,例如 12 °C 冷藏後之成蜂壽命表現最佳,但其他三觀測值卻普遍較少。而 6 °C 冷藏後之雌成蜂壽命普遍較長於 9 °C,但潛寄蟲數上卻很接近。因此,於田間釋放冷藏後的寄蟲蜂時,建議應考量其冷藏溫度而調整釋放時間間隔與釋放數量。

### 引用文獻

1. 余志儒、陳健忠、周樑鎰。1992。田間釋放玉米螟赤眼卵蜂 (*Trichogramma ostriniae*) 防治亞洲玉米螟 (*Ostrinia furnacalis*) 效果評估。中華農業研究 41: 295-310。
2. 邱瑞珍、錢景秦。1985。玉米螟之生物防治。植保會刊 27: 299-316。
3. 貢穀紳。1996。昆蟲學,下冊:氣候因素, 35-53 頁。國立中興大學農學院叢書第二號。國立中興大學出版委員會。
4. 梁崇仁、楊兆文。1983。新營區赤眼卵寄生蜂繁殖中心工作報告與檢討。台糖通訊 72 (11): 15-23。
5. 陳金壁。1949。幾種螟蟲之調查及赤眼卵寄生蜂 (*Trichogramma australicum*) 之調查繁殖及釋放。甘蔗研究 3: 397-406。
6. 曾清田。1972。玉米螟卵寄生蜂生物學之研究。玉米研究中心研究彙報 9: 37-48。
7. 鄭明發、鄭秋玲。1992。竹葉蟊 *Oligonychus uruma* Ehara 之生物學研究。中華昆蟲 12: 21-29。
8. Beck, S. D. 1980. Photoperiodism and diapause. pp. 119-155. In: Insect photoperiodism. Academic Press Inc., New York, NY.
9. Burbutis, P. P. Curl, G. D., and Davis, C. P. 1976. Overwintering of *Trichogramma nubilalae* Ertle and Davis in Delaware. Environ. Entomol. 5: 888-890.
10. Chiang, H. C. Burbutis, P. P., and Volden, C. S. 1986. Assessing the potential of augmentation program: *Trichogramma-Ostrinia* system as an example. Plant Prot. Bull. 28: 13-22.
11. Chiu, S. C., and Chen, C. C. 1986. Biological control of the Asian corn borer in Taiwan. Plant Prot. Bull. 28: 23-30.
12. Curl, G. D., and Burbutis, P. P. 1977. The mode of overwintering of *Trichogramma unibilale* Ertle and Davis. Environ. Entomol. 6: 629-632.
13. Jalali, S. K., and Singh, S. P. 1992. Differential response of four *Trichogramma* species to low temperatures for short term storage. Entomophaga, 37: 159-165.
14. Laing, J. E., and Corrigan, J. E. 1995. Diapause induction and post-diapause emergence in *Trichogramma minutum* Giley (Hymenoptera: Trichogrammatidae): the role of host species, temperature, and photoperiod. Can. Entomol. 127: 103-110.
15. Lawrence, R. K. Housewart, M. W. Jennings, D. J. Southard, S. G., and Halteman, W. A. 1985. Development rates of *Trichogramma minutum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and implication for timing augmentative releases for suppression of egg populations of *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae). Can. Entomol. 117: 556-563.
16. López J. D., and Morrison, R. K. 1980. Susceptibility of immature *Trichogramma pretiosum* to freezing and subfreezing



- temperatures. Environ. Entomol. 9: 697-700.
17. Parker, F. D., and Pinnell, R. F. 1971. Overwintering of some *Trichogramma* spp. in Missouri. J. Econ. Entomol. 64: 80-81.
18. Sorokina, A. P., and Maslennikova, V. A. 1988. Optimum temperature for diapause formation in species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Entomol. Rev. 67 (3): 40-51.
19. Stinner, R. E. Ridgway, R. L., and Kinzer, R. E. 1974. Storage, manipulation of emergence, and estimation of number of *Trichogramma pretiosum*. Environ. Entomol. 3: 505-507.

## ABSTRACT

**Yu, J. Z.\*, and Chen, B. H. 2003. Emergence, fecundity and longevity of *Trichogramma ostrinae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) after cold storage.** Plant Prot. Bull. 45: 35 - 44. (Department of Zoology, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, 413, Taiwan, ROC)

The developmental rate from egg to adult of female and male parasitoids (*Trichogramma ostrinae* Pang & Chen) reared on rice moth (*Corcyra cephalonica* Stainton) eggs went up with increasing of temperature. And the  $R^2$ -values by linear regression were 0.9962 and 0.9930, respectively, with 9.59 °C and 8.91 °C for low temperature development threshold. Cold storage of various day age parasitoid cards at 6, 9, or 12 °C was conducted in this study. Result showed that 12 °C was not a suitable temperature for cold storage because the parasitoid adults could emerge successively within stored period, and their potential parasitism were mostly significantly fewer than that was stored at 6 °C and 9 °C. Cold storage at 6 °C and 9 °C achieved almost similar result, but both temperatures had various negative effects. Female adult longevity were 3.5-6.3 and 2.8-5.0 days for both temperatures respectively, which were shorter than the control of 9.0 days. The potential parasitism, the 3rd, 4th, 8th day age parasitoid of both temperature treatments were especially less than that of the control, except the 6th day age parasitoid at 9 °C. Apparently, different temperatures could have different effects to the adult emergence, longevity and fecundity. And the stage of parasitoid is an important factor affecting the efficacy of cold storage.

(Key words: *Trichogramma ostrinae* Pang & Chen, *Cocycra cephalonica* Stainton, cold storage, temperature, day age)

\*Corresponding author. E-mail: jzyu@wufeng.tari.gov.tw