

低溫儲存基徵草蛉卵對其生物特性的影響

盧秋通^{1*} 蘇宗宏²

1. 台中縣霧峰鄉 行政院農委會農業試驗所應用動物組
2. 台中市 國立中興大學昆蟲系

(接受日期：2005年1月24日)

摘 要

盧秋通*、蘇宗宏 2005 低溫儲存基徵草蛉卵對其生物特性的影響 植保會刊 47：1-14

在實驗室觀察低溫儲存基徵草蛉 (*Mallada basalis* (Walker)) 卵對其後續發育及生物特性之影響。卵儲存在八種定溫下，結果在 4、8 及 32°C 下卵不孵化；在 12、16、20、24 及 28 °C 定溫下，卵孵化率分別為 43.3、82.5、87.5、86.7 及 91.7 %。一日齡卵在 4、8、12 及 16°C 四種低溫下儲存 7 天再轉置 28°C 後，其孵化率分別為 11.7、17.5、79.2 及 78.3 %。孵化後一、二及三齡幼蟲存活率，在 12 和 16°C 分別為 98.1、92.3 及 82.7 % 和 96.7、95.0 及 95.0 %，羽化率分別為 42.1 及 69.5 %。儲存在 16°C 卵發育之雌成蟲總產卵量平均 416.1 粒/♀ 較高。雌蟲所產卵粒之孵化率，以儲存在 12 及 16°C 的 65.0 及 66.7 % 較高。一日齡卵在 4、8、12 及 16°C 低溫儲存 7 天，再置 28°C 飼養，三齡幼蟲每日取食人工微膠囊飼料，重量分別為 2.4、2.3、7.9 及 7.1 mg，其中 12 及 16°C 與對照組 (28°C) 差異不顯著。

(關鍵詞：*Mallada basalis*、低溫儲存、生物特性)

緒 言

基徵草蛉 (*Mallada basalis* (Walker)) 屬於脈翅目 (Neuroptera) 草蛉科 (Chrysopidae)。在中國大陸、前蘇聯及歐、美、日等地區國家，曾利用不同種類草蛉防治胡瓜^(8, 31)、茄子⁽¹¹⁾、甜菜⁽²⁷⁾、青椒⁽³²⁾、玉米⁽¹⁰⁾、馬鈴薯^(11, 20, 21, 22, 23, 24, 25)、番茄⁽⁸⁾、棉花^(9, 13, 14, 17, 18, 19)、柑桔⁽⁶⁾、梨⁽⁷⁾等作物之害蟲與

害蟎。基徵草蛉幼蟲在台灣可應用在草莓^(4, 5)、網室木瓜⁽³⁾、棗樹⁽³⁾、柑桔⁽²⁾等作物防治害蟲害蟎，防治效果頗佳。基徵草蛉之繁殖飼養方法，目前台灣可以利用微膠囊人工飼料養蟲技術⁽¹⁾，取代外米綴蛾 (*Corcyra cephalonica* (Stainton)) 卵，供幼蟲取食可完成發育。基徵草蛉大量飼育後，不易運輸儲存，影響該天敵在生物防治之利用時效，亟須研擬如何延長草蛉之儲存期間，以有效儲

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

存應用於生產及利用，並降低生產成本。

天敵儲存方法有以溫度、濕度、光線及食物控制等方式，飼養天敵昆蟲時配合應用儲存技術，將有助於草蛉等天敵維持繁殖，利用低溫儲存卵期，適當的調整草蛉的發育期及控制釋放時間，可以更有效的配合害蟲綜合防治工作的要求^(2, 29, 33)。有能力長時間如二週以上儲存寄生性及捕食性天敵，是大量繁殖及釋放天敵以防治害蟲成功的關鍵因子⁽¹⁶⁾。有效的儲存技術，必須確保天敵品質不受影響⁽²⁸⁾；同時有效使用有限及昂貴的資源(如空間、人員或設備)，減少投資並符合生產及銷售的需求⁽²⁹⁾。生物防治的發展和實現，有賴高品質的自然天敵大量供應^(12, 30)，為有效利用基徵草蛉生物防治害蟲，本測試之目的在觀察低溫儲藏對基徵草蛉卵之孵化率及後續發育之影響，期盼試驗之結果可作為應用草蛉生物防治害蟲之參考。

材料與方法

供試蟲源

本實驗在直立式生物生長箱內進行，生長箱溫度設定為 $28 \pm 1^\circ\text{C}$ ，相對濕度 (RH) $70 \pm 10\%$ ，光週期為 14:10 (L:D)。供試基徵草蛉飼養於農業試驗所應用動物組養蟲室。將約含 1000 粒要孵化之基徵草蛉卵片撕成條狀，連同供草蛉幼蟲棲息之瓦楞紙卷 20 個，放入塑膠盆 ($L \times W \times H = 41 \times 31 \times 12 \text{ cm}$) 內，在其上方四週邊緣以雙面膠黏貼並覆蓋絹網，以防幼蟲逃離。在覆網之前，以勻匙取人工微膠囊飼料 15 g 均勻撒入塑膠盆內，以供孵化後之幼蟲取食，並分別於第 4、7 及 10 天繼續提供充足人工飼料餵食幼蟲。飼養基徵草蛉幼蟲之人工微膠囊飼料係依李⁽²⁾開發之技術方法製作而成。成蟲飼料則以蜂蜜加啤酒酵母粉以 1:1 比例混合成黏稠狀，並沾黏於摺成鉤狀的塑膠片 ($L \times W = 15 \times 3 \text{ cm}$) 上，另外由含水脫脂棉及玻

璃指形管 (內裝蒸餾水) 作成的水杯，同上述草蛉成蟲飼料塑膠片一起掛入在透明壓克力圓筒 (高 20 cm × 直徑 14.3 cm) 的邊緣，一端直接覆蓋底盤 ($L \times W \times H = 27 \times 20 \times 2 \text{ cm}$)，內襯摺疊紙巾；另一端以絹網用橡皮筋套密，以供成蟲取食。

不同定溫對卵孵化率之影響

自多數基徵草蛉成蟲所產之一日齡卵中，逢機選取供試卵粒，置於塑膠布丁杯 (250 ml) 內，每處理 120 粒卵，分別放置在 4、8、12、16、20、24、28 及 32°C 八種定溫生長箱內，在全暗環境下儲藏，每日觀察孵化卵數至第 25 天為止。

基徵草蛉卵之低溫儲藏

一、卵經低溫儲藏後之幼蟲發育與成蟲產卵

將基徵草蛉成蟲所產之一日齡卵置於塑膠布丁杯 (250 ml) 內，每處理 120 粒卵，分別放置在 4、8、12 及 16°C 全暗定溫生長箱內，儲藏 1、3、5 及 7 天後，再轉置於 $28 \pm 1^\circ\text{C}$ ，光週期 14:10 (L:D) 生長箱內培養孵化，每日觀察孵化卵數至第 6 天為止。記錄其後續之幼蟲存活率、發育期及羽化率，以及羽化成蟲之產卵前期、產卵量、雌雄性比、成蟲壽命及雌成蟲所產卵粒之孵化率等。

二、卵經低溫儲藏後幼蟲之捕食量

將成蟲所產的卵分別放置在 4、8、12 及 16°C 全暗生長箱內儲藏 1、3、5 及 7 天，各天數儲藏完畢後，將卵再移至 $28 \pm 1^\circ\text{C}$ ，相對濕度 (RH) $70 \pm 10\%$ ，光照 14:10 (L:D)，每個卵置於塑膠布丁杯 (250 ml) 內培養孵化。幼蟲孵出後以勻匙取人工微膠囊飼料 2 g 均勻撒入塑膠盆內，以供取食。當幼蟲蛻皮為第三齡時，即以小數 4 位之天秤 (Leica AG245)，秤其每日取食人工微膠囊飼料之重量，至化蛹為止。

資料統計及分析方法

利用 Statistica 套裝軟體，採用單向變方分析 (One-way analysis of variance) 分析，再進行事後比較 (Post-hoc comparisons of means)，並採用 Tukey's HSD for unequal N 來進行其顯著性的檢測⁽²⁶⁾。

結 果

不同定溫對卵孵化率之影響

基徵草蛉之卵儲存在 4、8、12、16、20、24、28 及 32°C 八種定溫下觀察卵發育期及卵孵化率，結果如表一。卵在 4、8 及 32°C 三種溫度下，25 日內均無孵化現象。在 12、16、20、24 及 28°C 下，卵孵化率分別為 43.3、82.5、87.5、86.7 及 91.7 %。其中以在 28°C 孵化率最高，其次為 20 及 24°C，12 及 16°C 較低。在 12、16、20、24 及 28°C 下，卵的平均孵化時間分別為 14.2、8.1、5.2、4.0 及 3.6 天。其中以 12°C 天數最長，其次為 16 及 20°C，較短為 24 及 28°C，卵儲存在不同定溫下，孵化時

間差異顯著。

基徵草蛉卵之低溫儲藏

一、卵經低溫儲藏後之幼蟲發育與成蟲產卵

一日齡卵在 4、8、12 及 16°C 不同低溫下儲存不同日數後，再轉置 28°C 之孵化率如圖一。卵在 4、8、12 及 16°C 儲存 1 天後之孵化率，分別為 52.5、80.8、80.8 及 79.2 %，儲存 7 天後之孵化率分別為 11.7、17.5、79.2 及 78.3 %。由結果可知，一日齡卵在 4 及 8°C 下儲存後，除在 8°C 儲存 1 天之外，其他孵化率均偏低；而在 12 及 16°C 下儲存 7 天後，孵化率分別為 79.2 及 78.3 %。而一日齡卵在四種定溫及不同儲存時間至孵化所需發育時間如表二。卵在四種定溫及儲存 1 天後至孵化所需發育時間，分別為 4.8、4.9、4.7 及 4.9 天，儲存 7 天者分別為 11.0、10.7、10.0 及 8.2 天。由上結果可知，低溫儲存時間較長，例如在 4°C 下儲存 7 天，則其卵至孵化所需發育時間較長為 11.0 天，而在 16°C 為 8.2 天。

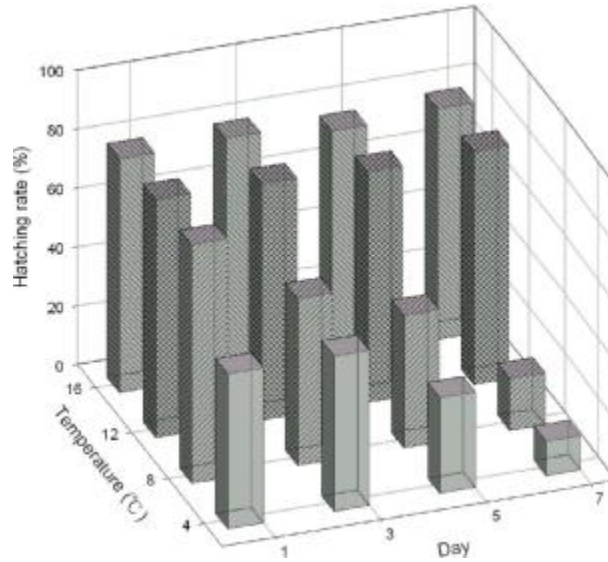
表一、基徵草蛉卵儲存在不同溫度下之卵期及孵化率

Table 1. Egg duration and hatching rate of *Mallada basalis* stored at various constant temperatures

Temp. (°C)	N	Egg duration (days)		
		Mean ¹⁾ ± SD	Range	Hatching rate (%)
4	120	- ²⁾	-	0.0
8	120	-	-	0.0
12	120	14.2 ± 0.9 e	13 - 16	43.3
16	120	8.1 ± 0.6 d	7 - 9	82.5
20	120	5.2 ± 0.4 c	5 - 7	87.5
24	120	4.0 ± 0.0 b	4	86.7
28	120	3.6 ± 0.5 a	3 - 4	91.7
32	120	-	-	0.0

¹⁾ Means within a column followed by the same letter do not significantly differ at the 5% level according to Tukey's HSD for unequal N.

²⁾ Eggs treated at 4, 8, and 32 °C did not hatch.



圖一、基徵草蛉一日齡卵在不同定溫下儲存不同時間後，轉置 28°C 之孵化率。

Fig. 1. Hatching rate of 1-day-old eggs of *Mallada basalis* stored at various periods and temperatures then transferred to 28 °C.

表二、基徵草蛉之一日齡卵在四種定溫下不同儲存時間至孵化所需發育時間

Table 2. Developmental time of 1-day-old *Mallada basalis* eggs stored at 4 constant temperatures for 4 storage periods

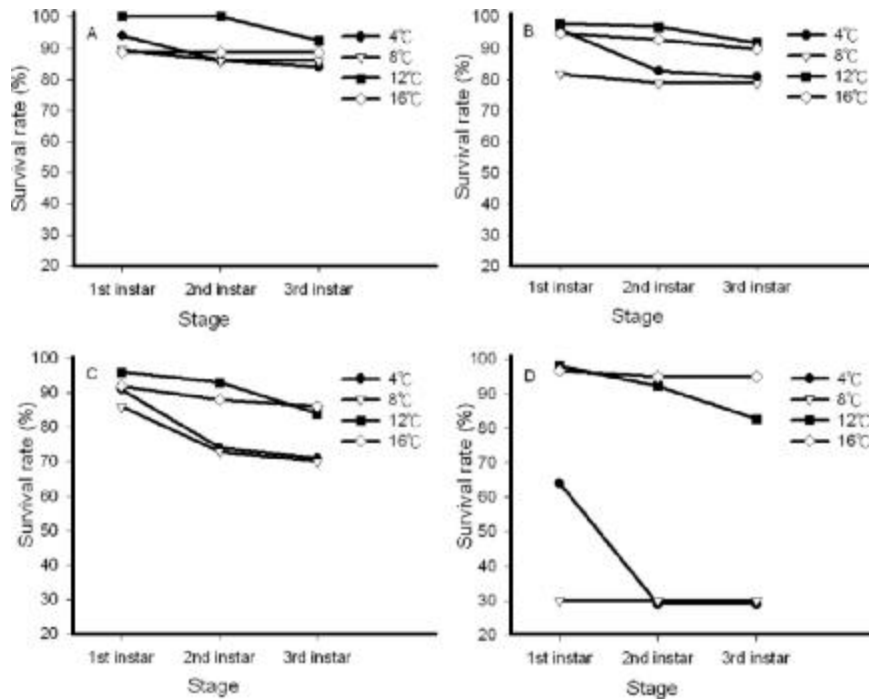
Storage periods (days)	Developmental time ¹⁾ (days) (Mean ± SD) ²⁾			
	Temperatures (°C)			
	4	8	12	16
1	4.8±0.4 aAB	4.9±0.2 aB	4.7±0.4 aA	4.9±0.3 aB
3	6.7±0.5 bC	6.2±0.4 bAB	6.1±0.3 bA	6.3±0.5 bB
5	8.7±0.5 cC	8.7±0.5 cC	8.2±0.4 cB	7.0±0.0 cA
7	11.0±0.0 dD	10.7±0.5 dC	10.0±0.0 dB	8.2±0.4 dA

¹⁾ After the storage period was complete, eggs were transferred to an incubator maintained at 28 ± 1 °C and 70% ± 10% RH with a 14: 10-h (L: D) photoperiod to observe the developmental time of eggs.

²⁾ Means followed by the same lowercase letter in the same column and by the same capital letter in the same row do not significantly differ at the 5% level according to Tukey's HSD for unequal N.

基徵草蛉一日齡卵在不同定溫不同儲存時間後，轉置 28°C 其各齡幼蟲之存活率如圖二。4°C 下儲存 1 天，第一、二及三齡幼蟲存活率分別為 94.0、86.0 及 84.0 %，

儲存 7 天幼蟲存活率分別降至 64.3、29.0 及 29.0 %；8°C 下儲存 1 天幼蟲存活率分別為 89.5、86.0 及 86.0 %，儲存 7 天幼蟲存活率分別降至 30.0、30.0 及 30.0 %；12°C



圖二、基徵草蛉一日齡卵在不同定溫下儲存不同時間後，轉置 28°C 各齡幼蟲之存活率。
 Fig. 2. Survival rates of *Mallada basalis* larvae from 1-day-old eggs treated for different storage periods and temperatures then transferred to 28 °C. A, 1-day-old eggs stored for 1 day; B, 1-day-old eggs stored for 3 days; C: 1-day-old eggs stored for 5 days; D: 1-day-old eggs stored for 7 days.

表三、基徵草蛉一日齡卵在四種定溫下冷藏一日後對各蟲期發育期之影響

Table 3. Effect of 1-day-old eggs of *Mallada basalis* stored at 4 constant temperatures for 1 day on the subsequent developmental times of various stages

Temp. (°C)	Developmental time ¹⁾ (day) (Mean ± SD) ²⁾						Sex ratio oviposition (%)	Pre- oviposition (day)
	Larval stage				Pupal stage	Longevity		
	1st instar	2nd instar	3rd instar	Subtotal				
4	2.8±0.4 a	3.1±0.6 a	5.0±1.6 b	11.0±2.1 a	8.2±0.6 a	38.7±13.6 a	37.5	6.5±1.0 a
8	3.3±0.5 b	3.8±0.7 b	6.0±1.2 c	13.1±1.5 b	8.5±0.8 ab	42.4±13.0 a	69.6	7.8±1.5 a
12	3.3±0.6 b	5.0±1.8 c	5.5±1.8 bc	13.8±3.5 b	8.7±0.7 b	33.1±10.8 a	50.0	7.9±0.8 a
16	3.4±0.7 b	4.1±1.0 b	6.1±1.6 c	13.6±2.6 b	8.2±0.4 a	38.6±11.9 a	48.6	7.0±0.9 a
28	3.3±0.5 b	3.1±0.4 a	3.9±0.5 a	10.2±0.7 a	8.9±0.3 b	45.7±15.0 a	53.7	6.2±0.8 a

¹⁾ After the storage period was complete, eggs were transferred to an incubator maintained at 28 ± 1 °C and 70% ± 10% RH with a 14: 10-h (L: D) photoperiod to observe the developmental time of each stage.

²⁾ Means within each column followed by the same letter do not significantly differ at the 5% level according to Tukey's HSD for unequal N.

下儲存 1 天幼蟲存活率分別為 100、100 及 92.5%，儲存 7 天幼蟲存活率分別為 98.1、92.3 及 82.7%；16°C 下儲存 1 天幼蟲存活率分別為 88.7、88.7 及 88.7%，儲存 7 天幼蟲存活率分別為 96.7、95.0 及 95.0%。因此可知，一日齡卵幼蟲除 4 及 8°C 儲存 7 天之存活率偏低外，其餘低溫及儲存天數下，存活率仍有 70% 以上。

一日齡卵冷藏後對其各蟲期發育時間

之影響，在四種定溫下儲存 1 天後之結果如表三。在 4、8、12 及 16°C 下幼蟲期分別為 11.0、13.1、13.8 及 13.6 天，其中 8、12 及 16°C 與對照組（28°C）差異顯著。蛹期分別為 8.2、8.5、8.7 及 8.2 天，成蟲壽命分別為 38.7、42.4、33.1 及 38.6 天。一日齡卵在四種定溫下儲存 3 天後，對其各蟲期發育時間影響之結果如表四。幼蟲期分別為 13.6、12.2、14.5 及 12.1 天，與對

表四、基徵草蛉一日齡卵在四種定溫下冷藏三日後對各蟲期發育期之影響

Table 4. Effect of 1-day-old eggs of *Mallada basalis* stored at 4 constant temperatures for 3 days on the subsequent developmental times of various stages

Temp. (°C)	Developmental time ¹⁾ (day) (Mean ± SD) ²⁾						Sex ratio (%)	Pre- ratio oviposition (day)
	Larval stage				Pupal stage	Longevity		
	1st instar	2nd instar	3rd instar	Subtotal				
4	3.0±0.5 a	3.9±0.9 a	6.6±1.6 c	13.6±2.6 cd	9.0±0.7 b	40.6±12.2 a	61.9	7.4±1.3 a
8	2.9±0.6 a	3.6±1.1 a	5.7±1.5 bc	12.2±2.6 bc	8.2±0.4 a	48.9±17.2 b	31.3	6.3±0.5 a
12	3.7±0.7 b	5.0±1.1 b	5.9±1.3 c	14.5±1.7 d	8.5±0.6 ab	39.2±16.7 a	61.9	8.2±1.1 a
16	3.7±0.5 b	3.6±0.5 a	4.9±0.8 b	12.1±1.0 b	8.8±0.6 b	51.9±11.4 b	41.7	7.5±1.5 a
28	3.3±0.5 ab	3.1±0.4 a	3.9±0.5 a	10.2±0.7 a	8.9±0.3 b	45.7±15.0 ab	53.7	6.2±0.8 a

¹⁾ After the storage period was complete, eggs were transferred to an incubator maintained at 28 ± 1 °C and 70% ± 10% RH with a 14: 10-h (L: D) photoperiod to observe the developmental time of each stage.

²⁾ Means within each column followed by the same letter do not significantly differ at the 5% level according to Tukey's HSD for unequal *N*.

表五、基徵草蛉一日齡卵在四種定溫下冷藏五日後對各蟲期發育期之影響

Table 5. Effect of 1-day-old eggs of *Mallada basalis* stored at 4 constant temperatures for 5 days on the subsequent developmental time of various stages

Temp. (°C)	Developmental time ¹⁾ (day) (Mean ± SD) ²⁾						Sex ratio (%)	Pre- ratio oviposition (day)
	Larval stage				Pupal stage	Longevity		
	1st instar	2nd instar	3rd instar	Subtotal				
4	3.1±0.3 a	3.4±0.6 a	5.4±1.2 b	11.9±1.7 a	8.4±0.5 ab	30.8±13.8 a	44.4	6.7±0.6 a
8	3.1±0.3 a	4.2±1.2 b	8.1±2.0 c	15.4±3.0 b	9.2±0.4 b	31.3±10.7 a	60.0	7.0±0.7 a
12	3.2±0.5 a	5.1±1.5 c	8.1±1.9 c	16.5±2.8 b	8.0±0.7 a	33.5±14.4 a	43.3	7.7±1.2 a
16	3.8±0.7 b	3.5±0.8 ab	5.9±1.6 b	13.1±2.1 ab	8.0±0.2 a	43.6±9.7 a	71.4	6.7±0.9 a
28	3.3±0.5 a	3.1±0.4 a	3.9±0.5 a	10.2±0.7 a	8.9±0.3 b	45.7±15.0 a	53.7	6.2±0.8 a

¹⁾ After the storage period was complete, eggs were transferred to an incubator maintained at 28 ± 1 °C and 70% ± 10% RH with a 14: 10-h (L: D) photoperiod to observe the developmental time of each stage.

²⁾ Means within each column followed by the same letter do not significantly differ at the 5% level according to Tukey's HSD for unequal *N*.

照組差異顯著。蛹期分別為 9.0、8.2、8.5 及 8.8 天，成蟲壽命分別為 40.6、48.9、39.2 及 51.9 天。一日齡卵在四種定溫下儲存 5 天後，對其各蟲期發育時間影響之結果如表五。幼蟲期分別為 11.9、15.4、16.5 及

13.1 天，其中 12 及 16°C 與對照組 (28°C) 差異顯著。蛹期分別為 8.4、9.2、8.0 及 8.0 天，成蟲壽命分別為 30.8、31.3、33.5 及 43.6 天。一日齡卵在四種定溫下儲存 7 天後，對其各蟲期發育時間影響之結果如表六。幼蟲

表六、基徵草蛉一日齡卵在四種定溫下冷藏七日後對各蟲期發育期之影響

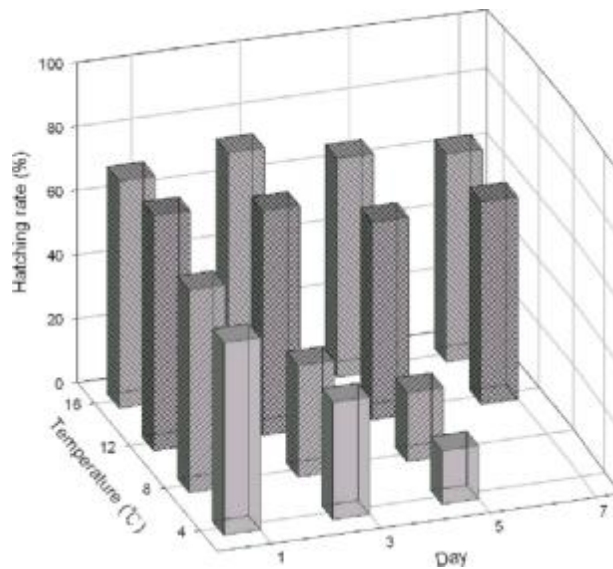
Table 6. Effect of 1-day-old eggs of *Mallada basalis* stored at 4 constant temperatures for 7 days on the subsequent developmental times of various stages

Temp. (°C)	Developmental time ¹⁾ (day) (Mean ± SD) ²⁾						Sex ratio (%)	Pre-oviposition (day)
	Larval stage				Pupal stage	Longevity		
	1st instar	2nd instar	3rd instar	Subtotal				
4	3.0±0.0 a	3.5±0.6 b	5.5±1.9 bc	12.0±2.4 b	— ³⁾	—	—	—
8	3.0±0.0 a	4.3±2.3 c	6.7±0.6 c	14.0±2.6 c	— ³⁾	—	—	—
12	3.0±0.3 a	4.3±1.3 c	6.6±1.7 c	13.9±2.4 c	8.6±0.7 a	33.5±12.3 a	43.8	9.0±0.8 b
16	3.6±0.5 c	3.5±0.7 b	4.8±1.1 b	11.9±1.5 b	8.7±0.6 a	52.4±13.6 b	46.3	6.6±0.9 a
28	3.3±0.5 b	3.1±0.4 a	3.9±0.5 a	10.2±0.7 a	8.9±0.3 a	45.7±15.0 ab	53.7	6.2±0.8 a

¹⁾ After the storage period was complete, eggs were transferred to an incubator maintained at 28 ± 1 °C and 70% ± 10% RH with a 14: 10-h (L: D) photoperiod to observe the developmental time of each stage.

²⁾ Means within each column followed by the same letter do not significantly differ at the 5% level according to Tukey's HSD for unequal N.

³⁾ Pupal did not emerge.



圖三、基徵草蛉一日齡卵在不同定溫下儲存不同時間後，轉置 28°C 之羽化率。

Fig. 3. Emergence rate of *Mallada basalis* adults from 1-day-old eggs treated for different storage periods and temperatures then transferred to 28 °C.

幼蟲期分別為 12.0、14.0、13.9 及 11.9 天，與對照組（28°C）差異顯著。在 4 及 8°C 下儲存 7 天，蛹無法羽化成蟲。12 及 16°C 的蛹期分別為 8.6 及 8.7 天，成蟲壽命分別為 33.5 及 52.4 天。從上述結果可知，卵經低溫儲存後之幼蟲發育有被延長的現象，而在蛹期則不明顯，但卵在 4 及 8°C 下儲存 7 天者無法羽化。

上述一日齡卵冷藏後轉置 28°C，孵化幼蟲發育化蛹後之成蟲羽化率如圖三。卵在四種定溫下儲存 1 天後其成蟲羽化率，分別為 58.5、46.9、77.6 及 74.5 %；卵在四種定溫下儲存 5 天後其成蟲羽化率，分別為 36.0、38.5、66.7 及 75.7 %；卵在四種定溫下儲存 7 天後其成蟲羽化率，分別

為 0、0、42.1 及 69.5 %。

在成蟲交配後之每日產卵量及總產卵量，結果如表七。卵在四種定溫下儲存 1 天後，其成蟲之每日產卵量，分別為 6.8、7.7、7.3 及 7.9 粒，分析四者之間差異不顯著；卵在四種定溫下儲存 3 天後其成蟲之每日產卵量，分別為 7.6、6.4、8.0 及 9.1 粒，前三者與 16°C 差異顯著；卵在 12 及 16°C 下儲存 7 天後其成蟲之每日產卵量，分別為 6.5 及 8.9 粒，二者之間差異顯著。卵在四種定溫下儲存 1 天後其成蟲之總產卵量，分別為 160.5、230.9、215.6 及 231.9 粒，四者之間差異不顯著；卵在四種定溫下儲存 3 天後其成蟲之總產卵量，分別為 247.6、222.5、347.7 及 490.8 粒，前三者與 16°C 之間差異顯著；卵

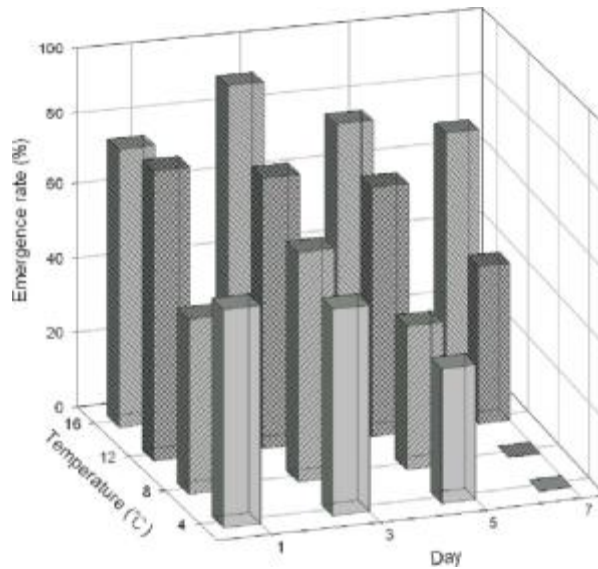
表七、基徵草蛉一日齡卵在四種定溫下儲存不同日數後之雌蟲每日平均產卵量及總產卵量
Table 7. Daily oviposition and total number of eggs laid by females which were from 1-day-old eggs of *Mallada basalis* stored at 4 constant temperatures for various periods

Temp. (°C)	Days of storage			
	1	3	5	7
	Daily no. of eggs / female (Mean ± SD) ^{1), 2)}			
4	6.8±2.8 aA	7.6±3.0 abAB	8.9±3.9 abB	— ³⁾
8	7.7±2.7 aA	6.4±2.4 aA	7.7±4.0 abB	— ³⁾
12	7.3±2.4 aAB	8.0±1.8 abB	7.5±2.9 aAB	6.5±2.5 aA
16	7.9±2.1 abA	9.1±4.5 bcA	7.8±3.0 abA	8.9±2.9 bA
28	9.9±4.2 b	9.9±4.2 c	9.9±4.2 b	9.9±4.2 b
	Total no. of eggs / female (Mean ± SD) ^{1), 2)}			
4	160.5±70.2 aA	247.6±122.3 aA	154.0±56.0 aA	— ³⁾
8	230.9±113.3 aA	222.5±109.1 aA	187.2±62.4 aA	— ³⁾
12	215.6±94.9 aA	347.7±114.7 aB	184.2±71.7 aA	172.3±60.7 aA
16	231.9±104.5 aA	490.8±156.2 bC	312.7±83.4 bAB	416.1±127.8 bB
28	550.8±149.5 b	550.8±149.5 b	550.8±149.5 c	550.8±149.5 c

¹⁾ After the storage period was complete, eggs were transferred to an incubator maintained at 28 ± 1 °C and 70% ± 10% RH with a 14: 10-h (L: D) photoperiod to observe the daily oviposition and total number of eggs.

²⁾ Means followed by the same lowercase letter in the same column and by the same capital letter in the same row do not significantly differ at the 5% level according to Tukey's HSD for unequal N.

³⁾ Pupal did not emerge.



圖四、基徵草蛉一日齡卵在不同定溫下儲存不同時間後，羽化雌蟲產卵之孵化率。

Fig. 4. Hatching rate of *Mallada basalis* eggs from 1-day-old eggs treated for different storage periods and temperatures through the adult.

表八、基徵草蛉一日齡卵在不同定溫儲藏不同日數後其三齡幼蟲每日捕食量

Table 8. Daily weight consumed by 3rd instar larvae of *Mallada basalis* after stored the 1-day-old eggs at different temperatures for various periods

Temp. (°C)	Weight consumed by larvae (mg) /day (Mean ± SD) ^{1), 2)}			
	Days of egg storage			
	1	3	5	7
4	9.3±4.2 aB	3.7±1.9 aA	3.1±1.8 aA	2.4±1.8 aA
8	9.7±6.1 aB	4.0±2.4 aA	3.8±1.9 aA	2.3±1.8 aA
12	12.2±7.0 aA	9.0±3.3 bA	8.4±2.9 bA	7.9±3.6 bA
16	10.9±3.9 aA	9.6±4.0 bA	9.6±2.2 bA	7.1±2.2 bA
28	10.3±4.1 a	10.3±4.1 b	10.3±4.1 b	10.3±4.1 b

¹⁾ After the storage period was completed, eggs were transferred to an incubator maintained at 28 ± 1 °C and 70% ± 10% RH with a 14: 10-h (L: D) photoperiod to observe the daily weight consumed by 3rd instar larvae.

²⁾ Means followed by the same lowercase letter in the same column and by the same capital letter in the same row do not significantly differ at the 5% level according to Tukey's HSD for unequal N.

在四種定溫下儲存 5 天後其成蟲之總產卵量，分別為 154.0、187.2、184.2 及 312.7 粒，前三者與 16°C 之間差異顯著；卵在 12 及 16 °C 下儲存 7 天後其成蟲之總產卵量，分別為

172.3 及 416.1 粒，二者之間差異顯著。儲存溫度固定而儲存日數不同時，12°C 下儲存 3 天與其它日數差異顯著；16°C 下儲存 3 天和 其它日數差異顯著。

一日齡卵冷藏後羽化成蟲產卵之孵化率，結果如圖四。卵儲存 1 天後其成蟲產卵之孵化率，分別為 60.0、63.3、73.3 及 71.0 %；卵儲存 5 天後其成蟲產卵之孵化率，分別為 16.7、21.7、61.7 及 68.3 %；卵儲存 7 天後其成蟲產卵之孵化率，12 及 16°C 分別為 63.3 及 65.0 %。由上結果顯示，卵在 12 及 16°C 儲存下其成蟲產卵之孵化率較高；而卵在 4 及 8°C 儲存下其成蟲產卵之孵化率較低。

二、卵經低溫儲藏後幼蟲之捕食量

一日齡卵經四種低溫儲藏後成長發育至三齡幼蟲，每日捕食人工微膠囊飼料重量如表八。卵儲存 1 天後其三齡幼蟲每日捕食量，分別為 9.3、9.7、12.2 及 10.9 mg，各溫度間，差異不顯著；卵儲存 7 天後其三齡幼蟲每日捕食量，分別為 2.4、2.3、7.9 及 7.1 mg，4 和 8°C 與 12 和 16°C 之間差異顯著。在儲存溫度固定而儲存日數不同時，4 及 8°C 下，儲存 1 天與其它儲存日數差異顯著；12 及 16°C 下，各儲存日數之間差異不顯著。綜合結果，卵在四種定溫下儲存 1 天其三齡幼蟲捕食量，差異不顯著；而儲存 3、5 及 7 天其三齡幼蟲之捕食量，4、8°C 與 12、16°C 之間差異顯著。

討 論

Osman and Selman⁽¹⁶⁾ 以一種草蛉 (*Chrysoperla carnea*) 一日、二日與三日齡卵在 4°C 與 8°C 低溫下儲存 10-30 日後，經轉置 25°C 觀察，在 4°C 儲存 25-30 日後，三種日齡卵幾乎不孵化；儲存 20 日後三種日齡卵的孵化率在 54.5 % 以下；儲存 10 日後三種日齡卵的孵化率分別為 31.5、73.0 及 81.3 %。而在 8°C 儲存 25-30 日後，三日齡卵儲的孵化率均在 28.4 % 下；儲存 20 日後三種日齡卵的孵化率分別為 86.4、64.7 及 72.7 %；儲存 10 日後三種日齡卵的孵化率分別為 85.5、82.6 及 89.4 %。結

果發現，卵在低溫儲存溫度愈低或時間愈長，則其孵化率愈低。López-Arroyo 等人⁽¹⁵⁾ 以三種草蛉 (*Ceraeochrysa cubana*、*Ceraeochrysa smithi* 及 *Chrysoperla externa*) 剛產下、一日、二日及三日齡卵，在五種定溫 (4.5-15.6°C) 下儲存觀察卵的孵化率，結果 *C. cubana* 在 4.5-12.8°C 四種溫度下儲存，四種齡卵除三日齡卵在 12.8°C 有 39.1 % 的孵化率外，其它不孵化；在 15.6°C 下儲存，四種齡卵的孵化率均達 88.1 % 以上。*C. smithi* 在 4.5-10.0°C 三種溫度下儲存，四種齡卵的孵化率均為 0；在 12.8 及 15.6°C 下儲存，四種齡卵的孵化率分別為 0、10.3、30.0 及 69.0 % 和 70.3、81.1、82.5 及 75.0 %。*C. externa* 在 4.5 及 7.2°C 下儲存，四種齡卵的孵化率分別在 20.9 及 39.5 % 以下；在 10.0 及 12.8°C 下儲存，四種齡卵的孵化率分別為 76.7、72.1、16.6 及 100 % 和 95.2、100、100 及 100 %；在 15.6°C 下儲存，四種齡卵的孵化率均達 100 %，顯然因為草蛉種類不同而卵受溫度的影響有所差異，且卵的日齡愈大，愈可耐低溫儲藏。基徵草蛉一日齡卵在 4、8、12、16°C 四種溫度下儲存，其孵化時間隨著儲存時間的增加而延長。在四種定溫下卵孵化時間差異顯著，在 4 及 8°C 下儲存孵化時間延長最長，但其孵化率明顯降低。在 12 及 16°C 下，其孵化時間相對縮短，而且其孵化率明顯增加，但是當使用二日或三日齡卵時，低溫儲存期間是否可以延長，以及孵化率是否可以提高等等，則有待進一步的觀察研究。

López-Arroyo 等人⁽¹⁵⁾ 報告，*C. cubana* 卵的孵化時間，以剛產下卵在 15.6°C 下儲存的 14.4 天最長，以三日齡卵在 15.6°C 下儲存的 5.9 天最短；*C. smithi* 卵的孵化時間，以一日齡卵在 12.8°C 下儲存的 20 天最長，以三日齡卵在 15.6°C 下儲存的 4.6 天最短；*C. externa* 卵的孵化時間，以剛產下卵在 7.2°C 下儲存的 25.1 天最長，以三日齡卵

在 15.6°C 下儲存的 4 天最短，三種草蛉卵孵化時間趨勢與基徵草蛉相近。整體而言，儲存溫度愈低，則孵化時間愈長，卵的日齡增加，孵化時間縮短。

草蛉利用於生物防治的蟲期為幼蟲期，故卵儲存低溫後取出即可應用釋放，幼蟲存活率高低影響防治效果。基徵草蛉一日齡卵儲存在四種不同溫度下，儲存 1 天再移至 28°C 所孵化幼蟲之存活率，以 4°C 最低。在相同溫度下，隨著儲存時間的增加，幼蟲的存活率則更降低，尤其以 4 及 8°C，儲存 7 天分別降至 29 及 30%，顯然 4 及 8°C 這二種溫度不適合基徵草蛉卵的儲存；12 及 16°C 的幼蟲存活率相對較高。而 *C. cubana* 及 *C. smithi* 卵在 15.6°C 下儲存 13-14 天，其幼蟲存活率為 87.2 及 90.3%；*C. externa* 卵在 12.8°C 下儲存 20 天，其幼蟲存活率為 66%，在 10°C 下儲存 20 天，其幼蟲存活率僅 58.3%⁽¹⁵⁾。與上述三種種類草蛉相較，基徵草蛉的卵相當不耐低溫，低溫儲存後之幼蟲存活明顯降低。

卵在不同低溫儲存對其成蟲之影響，其結果除 8°C 儲存 3 天及 16°C 儲存 3 及 7 天，顯著較長外，其餘差異不顯著。4、8 及 12°C 低溫下之成蟲壽命，有隨著儲存時間的增加而減短的趨勢，然在 16°C 下則無此現象。而低溫對產卵前期之影響，四種低溫均有使基徵草蛉的產卵前期被延長，除 12°C 儲存 7 天有顯著較長外，其餘差異不顯著，在每種低溫下隨著儲存時間的增加，產卵前期被延長並不明顯。López-Arroyo 等人⁽¹⁵⁾研究報導 *C. externa* 卵對溫度反應較敏感，10°C 下儲存 20 天，轉置 24°C 發育成蟲，其產卵前期顯著延長，而在 12.8°C 下差異不顯著；而 *C. smithi* 及 *C. cubana* 卵在 15.6°C 下儲存 13-14 天，其產卵前期與對照組差異不顯著。基徵草蛉卵經低溫儲存後的成蟲羽化率，隨著儲存時間的增加而降低羽化率，

尤其以 4 及 8°C，儲存 7 天均降至 0；在 12°C 儲存 7 天之羽化率並不高，僅 16°C 有較高的羽化率，顯然卵經低溫儲藏後影響到草蛉後續的羽化表現。而 *C. smithi* 及 *C. cubana* 卵在 15.6°C 下儲存 13-14 天，其羽化率為 92.9 及 94.1%；*C. externa* 卵在 12.8°C 下儲存 20 天，其羽化率為 100%⁽¹⁵⁾。綜合上述，基徵草蛉卵相較於 *C. smithi* 等三種草蛉卵受低溫影響程度較大。而低溫對每日產卵量之影響，4、8、12 及 16°C 等四種低溫均影響基徵草蛉每日產卵量的降低，但隨著儲存時間的增加而降低程度並不明顯增加，溫度愈低而每日產卵量降低亦不明顯。低溫對總產卵量之影響，四種低溫均影響草蛉總產卵量的降低，4、8 及 12°C 顯著降低，只有 16°C 受到影響相對較低，其總產卵量約為對照組（28°C）之 70-80%。

結 論

綜合基徵草蛉卵進行低溫儲存結果顯示，對草蛉後續發育如孵化率、幼蟲存活率、發育及產卵量等生物特性是具影響，溫度愈低影響愈顯著；基徵草蛉卵期在常溫下不長僅 3-4 天，其可以有效儲存的低溫範圍，顯然與國外常見種類草蛉較窄。雖基徵草蛉相較於國外草蛉無法儲存在更低的溫度下，但調查卵在低溫儲存後對其後續生物特性的影響，進而可以利用低溫延遲草蛉的發育，及增加儲存時間，以達到有效應用於生產繁殖及生物防治的使用。

謝 辭

本試驗由行政院農業委員會農業試驗所科技計畫 92 農科-1.8.1-農-C2 經費補助，試驗期間由邱春美及楊碧如小姐協助，謹此誌謝。

引用文獻

1. 李文台。1994。基徵草蛉微膠囊人工飼料製作技術開發。中華昆蟲 14：47-52。
2. 吳子淦。1992。以基徵草蛉防治柑桔葉蟬之可行性探討。中華昆蟲 12：81-89。
3. 郝秀花。2002。捕植蟬及草蛉在網室栽培果樹蟲害防治上之應用。台灣昆蟲特刊第三號（農作物害蟲與害蟬生物防治研討會專刊）：49-58。
4. 章加寶、黃勝泉。1995。釋放基徵草蛉（*Mallada basalis* (Walker)）防治草莓園葉蟬之效益評估。植保會刊 37：41-58。
5. 章加寶、吳子淦、張瀛福。1997。捕食性天敵昆蟲草蛉飼養與利用。中華昆蟲特刊第十號（昆蟲生態及生物防治研討會專刊）：77-89。
6. 彭以坤。1985。釋放中華草蛉作為綜合防治柑全葉蟬的一項措施。生物防治通報 1：2-7。
7. Douth, R. L., and Hagen, K. S. 1949. Periodic colonization of *Chrysopa californica* as a possible control of mealybugs. J. Econ. Entomol. 42: 560-561.
8. Gurbanov, G. G. 1984a. Effectiveness of use of the common lacewing (*Chrysopa carnea*) in the biological control of sucking pests in glasshouses. Biologicheskikh Nauk. 5: 77-83.
9. Gurbanov, G. G. 1984b. Effectiveness of use of the common lacewing (*Chrysopa carnea* Steph) in the biological control of sucking pests of the cotton moth on cotton. Biologicheskikh Nauk. 2: 92-96.
10. Harbaugh, B. K., and Mattson, R. H. 1973. Lacewing larvae control aphids on green-house snapdragons. J. Am. Soc. Hort. Sci. 98: 306-309.
11. Hassan, S. A. 1974. Mass culturing and utilization of *Chrysopa* spp. (Neuroptera, Chrysopidae) in the control of insect pests. Zeitschrift Pflanzen-krankheiten Pflanzenschutz 81: 620-637.
12. Leppla, N. C., and Fisher, W. R. 1989. Total quality control in insect mass production for insect pest management. J. Appl. Entomol. 108: 452-461.
13. Lingren, P. D., Ridgway, R. L., and Jones, S. L. 1968. Consumption by 6 several common arthropod predators of eggs and larvae of two *Heliothis* species that attack cotton. Ann. Entomol. Soc. Am. 61: 613-618.
14. Lopez, J. D., Ridgway, R. L., and Rinnell, P. E. 1976. Comparative efficacy of four insect predators of the bollworm and tobacco budworm. Environ. Entomol. 5: 1160-1164.
15. López-Arroyo, J. I., Tauber, C. A., and Tauber, M. J. 2000. Storage of lacewing eggs: post-storage hatching and quality of subsequent larvae and adults. Biol. Control 18: 165-171.
16. Osman, M. Z., and Selman, B. J. 1993. Storage of *Chrysoperla carnea* Steph. (Neuroptera: Chrysopidae) eggs and pupal. J. Appl. Entomol. 115: 420-424.
17. Radzivilovskaya, M. A. 1980. The chrysopid against aphid on cotton. Zashchita Rastenii 10: 26.
18. Ridgway, R. L., and Jones, S. L. 1968. Field-cage release of *Chrysopa carnea* for suppression of populations of the bollworm and the tobacco budworm on cotton. J. Econ. Entomol. 61: 892-898.
19. Ridgway, R. L., and Jones, S. L. 1969.

- Inundative releases of *Chrysoopa carnea* for control of *Heliothis* on cotton. *J. Econ. Entomol.* 62: 177-180.
20. Shands, W. A., and Simpson, G. W. 1972a. Insect predators for controlling aphids on potatoes 2. In small plots with two kinds of barriers, in small fields, or in large cages, *J. Econ. Entomol.* 65: 514-518.
 21. Shands, W. A., and Simpson, G. W. 1972b. Insect predators for controlling aphids on potatoes. 4. Spatial distribution of introduced eggs of two species of predators in small fields. *J. Econ. Entomol.* 65: 805-809.
 22. Shands, W. A., Gordon, C. C., and Simpson, G. W. 1972a. Insect predators for controlling aphids on potatoes. 6. Development of a spray technique for applying eggs in the field. *J. Econ. Entomol.* 65: 1099-1103.
 23. Shands, W. A., Simpson, G. W., and Gordon, C. C. 1972b. Insect predators for controlling aphids on potatoes. 5. Numbers of eggs and schedules for introducing them in large field cages. *J. Econ. Entomol.* 65: 810-817.
 24. Shands, W. A., Simpson, G. W., and Storch, R. H. 1972c. Insect predators for controlling aphids on potatoes. 3. In small plots separated by aluminum flashing stripcoated with a chemical barrier and in small fields. *J. Econ. Entomol.* 65: 799-805.
 25. Shuvakhins, E. Y. 1977. The common chrysopid as a predator of the Colorado beetle and possibilities for its use on potato. *Trudy Vsesoyuznogo Nauchno Issledovatel Skogo Instl Zashchity Rastenii* 44: 154-161.
 26. StatSoft. 2001. *Statistica Version 6.0 for Windows operating system. Reference for statistica procedures.* StatSoft, Tulsa, OK.
 27. Tamaki, T., and R. E. Weeks. 1973. The impact of predators on populations of green peach aphids on field-grown sugarbeets. *Environ. Entomol.* 2: 345-349.
 28. Tauber, M. J., Albuquerque, G. S., and Tauber, C. A. 1997. Storage of nondiapausing *Chrysoperla externa* adults : Influence on survival and reproduction. *Biol. Control* 10: 69-72.
 29. Tauber, M. J., Tauber, C. A., and Gardescu, S. 1993. Prolonged storage of *Chrysoperla carnea* Steph. (Neuroptera: Chrysopidae). *Environ. Entomol.* 22: 843-848.
 30. Tauber, M. J., and Helgesen, R. G. 1978. Implementing biological control systems in commercial greenhouse crops. *Bull. Entomol. Soc. Am.* 24: 424-426.
 31. Ushchekov, A. T. 1976. *Chrysopa septempunctata* Wesm. in glasshouses. *Zashchita Rastenii* 10: 16-17.
 32. Tulisalo, U., and Tuovinen, T. 1975. The green lacewing *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) used to control the green peach aphid *Myzus persicae* and the potato aphid *Macrosiphum euphorbiae* (Homoptera: Aphididae) on greenhouse green peppers. *Ann. Entomol. Fenn.* 41: 94-102.
 33. Van Lenteren, J. C., and Woets, J. 1988. Biological control and integrated pest control in greenhouse. *Ann. Rev. Entomol.* 33: 239-269.

ABSTRACT

Lu, C. T.^{1*}, and Su, T. H.² 2005. Effect of low-temperature storage of eggs on the biological characters of *Mallada basalis* (Neuroptera: Chrysopidae). Plant Prot. Bull. 47: 1-14. (¹ Applied Zoology Division, Agriculture Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC; ² Department of Entomology, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan 402, ROC)

In the laboratory, eggs of the lacewing (*Mallada basalis* (Walker)) were stored at 8 constant temperatures. No hatching was found at 4, 8, or 32 °C, while the hatching rates at 12, 16, 20, 24 and 28 °C were 43.3 %, 82.5 %, 87.5 %, 86.7 %, and 91.7 %, respectively. When 1-day-old eggs of *M. basalis* were stored at 4, 8, 12, and 16 °C for 7 days and then transferred to 28 °C, the hatching rates were 11.7 %, 17.5 %, 79.2 %, and 78.3 %, respectively. The survival rates of the 1st, 2nd, and 3rd instar larvae stored at 12 °C were 98.1 %, 92.3 %, and 82.7 %, while those stored at 16 °C were 96.7 %, 95.0 %, and 95.0 % . The emergence rates at 12 and 16 °C were 42.1 % and 69.5 %, respectively. The egg production at 16 °C was 416.1 eggs/female which was higher than for any of the other treatments. The hatching rate of females was 65.0 % for the 12 °C treatment and 66.7 % for the 16 °C treatment. The daily weight consumed by 3rd instar larvae of *M. basalis* raised from 1-day-old eggs stored at 4, 8, 12, and 16 °C for 7 days were 2.4, 2.3, 7.9, and 7.1 mg. There were no significant differences among the 12, 16, and (control) 28 °C treatments.

(Key words: *Mallada basalis*, low-temperature storage, biological characters)

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