

基徵草蛉優化飼育技術之開發及應用

陳泓如*、趙語矜、盧美君

行政院農業委員會苗栗區農業改良場

* 聯繫人 e-mail: hungju@mdais.gov.tw

摘要

天敵昆蟲應用於田間在歐美國家已有多年歷史，國內目前天敵昆蟲商業化仍在起步階段，仰賴過去開發的小量生產技術無法有效降低天敵昆蟲生產成本，本文擬就台灣本土捕食性天敵昆蟲基徵草蛉 (*Mallada basalis* (Walker)) 的飼育技術進行優化，並配合自動化生產，降低天敵昆蟲生產過程中所需耗費的大量人力，以降低天敵昆蟲生產成本。本文主要關注在幼蟲飼育優化及成蟲取卵技術優化兩部分，將過去群居飼養的草蛉調整成獨居飼養，並進行不同材質與尺寸大小測試，結果顯示材質並沒有顯著影響草蛉生存，但空間會顯著影響草蛉成蟲羽化率；取卵技術優化則擬取代過去紙片釋放的草蛉應用技術，採用稀釋之次氯酸鈉溶液，將草蛉卵從紙片上移除與進行蒐集，以 0.5% 次氯酸鈉水溶液浸泡 80 秒為取卵最佳條件。此兩項基徵草蛉飼育優化技術可不影響草蛉生長發育且可以有效搭配未來自動化機械應用。

關鍵字：基徵草蛉、量產、幼蟲獨居、次氯酸鈉洗卵

引言

天敵昆蟲應用於作物栽培已經有數十年歷史，在歐美國家生物防治應用的市場具有穩定的規模，相關生產應用技術也很成熟 (van Lenteren & Tommasini, 1999, van Lenteren *et al.*, 2003)。不過天敵昆蟲進口會有檢疫及破壞本土生態疑慮，天敵昆蟲應用仍以本土天敵昆蟲為主，國內過去的飼養技術主要仰賴人工操作，國內天敵量產技術發展後期



遇上化學資材興起與工資上漲等因素，天敵應用技術發展停滯，直到近年來農業生態與環境保育意識興起，國內生物防治應用又重新開始發展。

天敵昆蟲依照生物特性主要分成捕食性天敵及寄生性天敵，國際上常見的寄生性天敵有蚜蟲寄生蜂、粉蝨寄生蜂、赤眼卵寄生蜂等，捕食性天敵則有盲椿類、小黑花椿象、瓢蟲、捕植蟎、捕植薊馬等 (van Lenteren & Tommasini, 1999)。

本篇所論述基徵草蛉 (*Mallada basalis* (Walker)) 是台灣本土的捕食性天敵，屬於脈翅目 (Neuroptera) 草蛉科 (Chrysopidae)，幼蟲可以捕食蚜蟲、粉蝨、蟎類、薊馬等農作物害蟲，成蟲則以取食花蜜及花粉維生。(盧與王，2006、許等人，2017) 市售草蛉以卵片為主要形式，依據田區種植狀況調整釋放量，每分地釋放 10000~30000 粒卵 (盧，2010)。

國外有不少研究報告撰寫關於草蛉科的飼養技術 (McEwen *et al.*, 1999 López-Arroyo *et al.*, 2000)，不過不同種草蛉的生活習性還是略有差異，國內過去由本場、農業試驗所及其他試驗單位所開發基徵草蛉飼養技術，包含生活史 (章，2000)、室內飼養流程 (謝與黃，2014)，也有開發草蛉人工飼料 (李，2003)、冷藏試驗 (盧與蘇，2005) 去降低草蛉生產成本並進行田間試驗測試以提高草蛉應用效率 (施，2003)。經估算，基徵草蛉主要飼養成本為飼料與人工操作兩大部分，因此提升飼料使用效率及減少人工操作可以大幅提升基徵草蛉生產效率。

雖然目前有諸多草蛉人工飼料相關研究報告 (李，2003、Ulhaq *et al.*, 2006)，不過仍以替代飼餌如外米綴蛾卵、粉斑螟蛾卵等積穀害蟲所飼育的基徵草蛉品質較穩定，而過去需要投入大量飼料量的主因為捕食性天敵在群養的環境中，容易有同類相殘 (cannibalism) 的傾向，需要提供過多飼料及更多躲藏空間以增加草蛉幼蟲存活率，而相對的飼料成本及養蟲空間需求提升。另外，傳統以紙片收集草蛉卵並以卵片作為釋放方法，同一張卵片上有不同日齡卵，孵化時間不一致，並且因為草蛉隨機產卵於產卵紙上而分布不均，也會造成農民施用草蛉卵時會有量不均一的情況，紙片雖為環保材質，但在田間固定後若無移除，仍會有紙片發霉等有礙觀瞻之虞，若能將草蛉卵有效收集並再平均灑佈，可以降低施用基徵草蛉過程的繁複度並提升灑佈均勻度。

為了提升基徵草蛉飼育效率及配合未來自動機械開發以降低基徵草蛉飼育成本，國外有利用瓦楞紙板來提升草蛉幼蟲飼育效率 (Ridgway *et al.*, 1970)，本團隊也有比

較蜂巢板獨居飼養與群居飼養之差異（黃等，2017、趙等，2017），可以有效減少草蛉幼蟲飼養的同類相食率及飼料投入量。而對於基徵草蛉產卵會有絲柄，有相關文獻利用熱絲（Nordlund & Correa, 1995）、收集法優化（Sousa *et al.*, 2016）或次氯酸鈉（Nordlund & Correa, 1995）、次氯酸鈣收集草蛉卵（Bezerra *et al.*, 2014），惟熱絲收集的狀況下容易對草蛉卵提高熱逆境的風險，以次氯酸鈉溶液較適合配合自動化流程設計。

本文主要透過蜂巢版獨居飼養草蛉卵幼蟲，比較草蛉於不同材質與防逃材質下的蜂巢板之存活情況，並透過不同濃度次氯酸鈉進行草蛉卵取卵的試驗，尋找最適合自動化流程開發的飼育技術，降低基徵草蛉生產成本。

材料方法

一、草蛉飼養來源

基徵草蛉（*Mallada basalis* (Walker)），係由本場種原庫提供，為穩定繼代之族群，基徵草蛉幼蟲給予外米綴蛾卵（台灣糖業公司），成蟲給予水分與啤酒酵母粉蜂蜜混合物（1:1）（謝和黃，2014）。本次試驗均挑選 24 小時內之草蛉卵進行測試，以確保發育時間一致。

二、獨居試驗

本試驗首先測試三種不同尺寸之六邊形鋁蜂巢板（統成蜂巢，臺灣），邊長 3 mm、4 mm、5 mm（底面積 0.235 cm²、0.415 cm²、0.65 cm²），高皆為 2 cm，搭配兩種防止幼蟲逃離之措施，分別為黏上 40 目尼龍網蓋或塗上 1 cm 高之忌避劑（Fluon），共 6 種處理，每個孔洞各接種 1 粒卵，每處理各 50 粒卵，進行三重覆試驗。額外測試之紙質蜂巢版孔徑為 9 mm、13 mm（底面積 0.555 cm²、0.134 cm²），紙蜂巢板高度 1 cm，但因紙質不便塗上忌避劑，故僅搭配 40 目尼龍網蓋作為防止幼蟲逃離之措施，此兩種處理同樣以各 50 粒卵，進行三重覆試驗。試驗過程中每隔 3 天餵食一次足量外米綴蛾卵至幼蟲結繭，之後比較不同處理間的結繭率及羽化率（圖一）。

三、洗卵試驗

洗卵試驗測試不同濃度之次氯酸鈉水溶液，並施予不同浸泡時間，濃度條件分別為以 5% 之次氯酸鈉原液（Scharlau, Spain）稀釋 8、10、12、15 倍（0.63%、0.50%、0.42%、0.33%），時間條件為浸泡 40、60、80 秒，並設置無處理及清水浸泡之對照組，試驗以



仍固著於產卵紙上之 1 日齡草蛉卵進行，各處理皆為 20 至 30 粒不等，進行三重覆試驗，並紀錄草蛉卵之溶下率及孵化率，最後合併溶下率及孵化率後得出綜合存活率，以評估溶下率及孵化率之綜合影響。

結果與討論

一、幼蟲飼育之最佳蜂巢版性質

三種尺寸鋁蜂巢板與兩種防逃措施的雙因子試驗，在幼蟲之結繭率部份，兩因子並無交感效應 ($p = 0.8246$)，不同尺寸間 ($p = 0.7349$) 與不同防逃措施間 ($p = 0.4999$) 皆無顯著差異，結繭率皆落在 70% 至 80% 之間；在羽化率部分，兩因子呈現交感效應 ($p < 0.01$)，在底面積為 0.235 cm^2 且塗 Fluon 下，羽化率僅有 33.0%，覆蓋尼龍網則為 73.0%，為羽化率最低的兩組處理，而底面積為 0.415 cm^2 、 0.65 cm^2 下，不論防逃措施為何，羽化率皆有 80% 以上，彼此間並無顯著差異。

若加入兩種紙蜂巢板處理，並將各處理視為單因子，各處理間之結繭率仍無顯著差異 ($p\text{-value} = 0.8329$)，皆落在 70% 至 80% 之間 (表一)；羽化率部分，底面積為 0.134 cm^2 之紙蜂巢板有最佳之羽化率為 99.1% (表二)，底面積為 0.555 cm^2 之紙蜂巢板尺寸界於 0.415 cm^2 與 0.65 cm^2 之鋁蜂巢板間，在底面積 0.4 至 0.65 cm^2 間，即便是不同材質與防逃措施處理下，羽化率皆無顯著差異 (表三)。對基徵草蛉而言，較小體積蜂巢板不影響結繭率，但羽化率則會影響，若要使用較小蜂巢板飼育，則使用 fluon 會影響羽化空間，而造成羽化率下降。

本團隊先前已初步評估獨居飼養可減少約 5 成飼料投入量、提高結繭率、降低空間使用量等，確認不同材質與空間大小對草蛉發育影響，可以更精準提升草蛉飼育成效。

二、洗卵條件之測定

洗卵試驗結果顯示，清水浸泡幾乎不會有草蛉卵溶下，而浸泡於次氯酸鈉溶液中，洗卵溶下率隨次氯酸鈉水溶液之濃度增加及浸泡時間拉長而上升 (圖二)，但在同樣的條件下會使幼蟲孵化率降低有降低的趨勢 (圖三)，因此本試驗將各處理與無處理的對照組之綜合存活率 78.8% 相比較，以 5% 次氯酸鈉稀釋 10 至 15 倍浸泡 80 秒有最佳且大於 80% 的綜合存活率，與對照組無顯著差異，且大部分絲柄皆溶解，不會影響後續商品包裝程序 (圖四)。於高濃度與長時間組合下綜合存活率最差，8 倍稀釋浸泡 80

秒之綜合存活率僅 32.7%。

使用次氯酸鈉溶液溶解草蛉絲柄可以有效收集草蛉卵、減少草蛉商品儲存空間及減少運輸成本，並且透過收集後重新分配，可以穩定商品數量與品質。

結 語

天敵昆蟲量產需要仰賴繁複步驟，才能提供品質穩定且優良的天敵昆蟲商品，除了田間應用技術與天敵昆蟲適應性會影響農友使用意願外，價格也是農友時常考量的應用因子。雖然國外已有諸多研究，但不同種的昆蟲的發育特性都不同，因此仍須調整才能找出適合台灣本土天敵的飼育方法，天敵昆蟲生產自動化可以大幅降低生產過程中所投入之人力，並且透過改良飼育機構，提升天敵昆蟲飼養的空間利用效率，本研究為配合草蛉自動化生產，進行飼養機構的優化與機構調整，並測試最佳條件，未來目標為降低一半以上的天敵昆蟲生產成本，以增加天敵昆蟲的普及度及應用層面。

誌 謝

本調查分析承蒙行政院農業委員會 107 農科 -19.1.1- 苗 -M1 計畫補助。

重要參考文獻

- 李文台。2003。微膠囊人工飼料累代飼育基徵草蛉之方法與成本分析。植物保護學會會刊 45：45-52。
- 施錫彬。2003。草蛉大量飼養與捕食效應之研究。桃園區農業改良場研究彙報 52：24-34。
- 許北辰、盧秋通、余志儒。2017。基徵草蛉在害蟲防治上之應用。農試所特刊 201。農業害蟲管理計食安把關研發成果研討會專刊 75-80。
- 章加寶。2000。基徵草蛉（同翅目：草蛉科）生活史觀察及溫度對其發育之影響。台灣昆蟲 20：73-87。
- 黃煒哲、江侑倫、陳泓如、趙語矜、林弘人、曾楷勝、楊育誠、盧美君、江昭皚。2017。應用於基徵草蛉自動化生產之獨居式飼養。2017 生機農機學術研討會論文



宣讀。

趙語矜、陳泓如、盧美君。2017。草蛉飼養技術的回顧與改進。臺灣昆蟲年會 37 屆海報張貼。

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。植物保護學會會刊 47：1-14。

盧秋通、王清玲。2006。基徵草蛉對設施甜椒害蟲之防治效果評估。台灣農業研究 55 (2)：111-120

盧秋通。2010。三、草蛉。農試所特刊 142。作物蟲害之非農業防治資材。17-22。

謝再添、黃琦雅。2014。基徵草蛉室內人工培養之標準操作流程。農試所專題報導 112。

Bezerra, C. E. S., Nogueira, C. H. F., Sousa, M. M., Souza, B., & Araujo, E. L. 2014. Calcium hypochlorite for removing stalks on eggs of the green lacewing *Chrysoperla genanigra* (Neuroptera: Chrysopidae). *Applied entomology and zoology*. 49(3), 483-486.

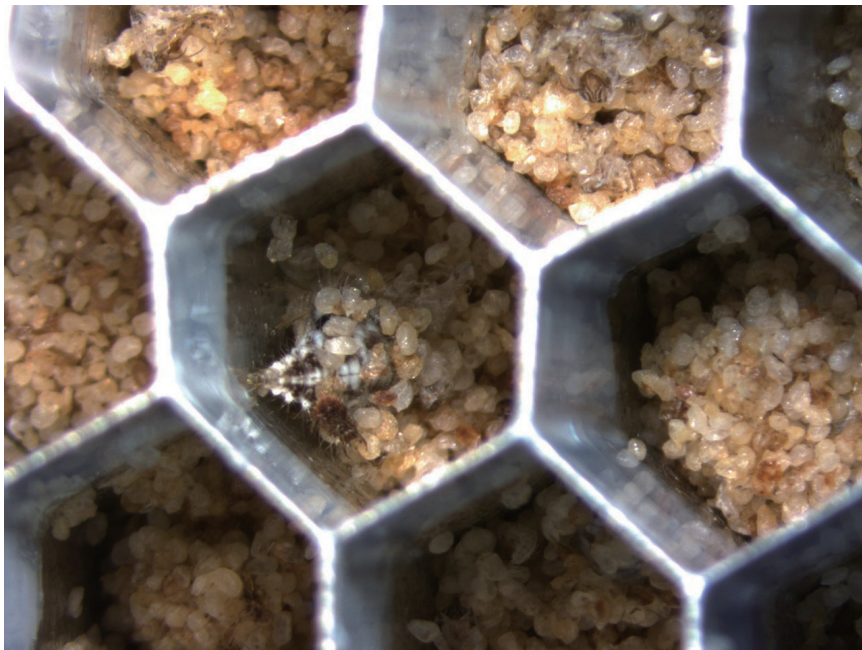
López-Arroyo, J. I., Tauber, C. A., & Tauber, M. J. 2000. Storage of lacewing eggs: post-storage hatching and quality of subsequent larvae and adults. *Biological Control*, 18(2), 165-171. McEwen, P. K., Kidd, N. A. C., Bailey, E., & Eccleston, L. 1999. Small-scale production of the common green lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuropt., Chrysopidae): minimizing costs and maximizing output. *Journal of Applied Entomology*, 123(5), 303-306.

Nordlund, D. A., & Correa, J. A. 1995. Improvements in the production system for green lacewings: an adult feeding and oviposition unit and hot wire egg harvesting system. *Biological Control*, 5(2), 179-188.

Ridgway, R. L., Morrison, R. K., & Badgley, M. 1970. Mass rearing a green lacewing. *Journal of Economic Entomology* 63(3), 834-836.

Ulhaq, M.M., Sattar, A., Salihah, Z., Farid, A., Usman, A. and Khattak, S.U.K. 2006. Effect of different artificial diets on the biology of adult green lacewing (*Chrysoperla carnea* Stephens.). *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 28(1): 1-8

- Van Lenteren, J. C., Hale, A., Klapwijk, J. N., Van Schelt, J., & Steinberg, S. 2003. Guidelines for quality control of commercially produced natural enemies. *Quality Control and Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures*. CABI, London, 278-316.
- van Lenteren, J. C., & Tommasini, M. G. 1999. Mass production, storage, shipment and quality control of natural enemies. In *Integrated pest and disease management in greenhouse crops* (pp. 276-294). Springer, Dordrecht.
- Viana Sousa, A. L., Souza, B., Souza Bezerra, C. E., & ARBOSA AMARAL, B. R. U. N. O. 2016. Facilitated harvesting of eggs from laboratory-reared *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 42(2), 133-136.



圖一、基徵草蛉飼養於蜂巢板。

Fig. 1. Lacewing (*Mallada basalis* (Walker)) rearing in honeycomb with fluon.



表一、基徵草蛉於不同尺寸鋁蜂巢板結繭率。(n = 50, r = 3)

Table 1. Cocoon rate of *Mallada basalis* (Walker) in different size aluminum honeycomb. (n = 50, r = 3)

Side length (mm)	Cocoon rate (%) (mean \pm SD)	
	Covering style	
	Fluon	Nylon mesh
3	77.0 \pm 8.1 a ¹ A ²	77.0 \pm 10.1 aA
4	74.0 \pm 3.5 aA	76.0 \pm 6.9 aA
5	71.0 \pm 9.0 aA	77.0 \pm 5.0 aA

註：¹小寫英文字母為防逃措施間的比較；²大寫字母為不同尺寸蜂巢版處理間的比較。

¹ Means with the same lower case capital within each row were not significantly different are 5% level by LSD test.

² Means with the same upper case capital within each column were not significantly different are 5% level by LSD test.

表二、基徵草蛉於不同尺寸鋁蜂羽化率。(n = 50, r = 3)

Table 2. Emergence rate of *Mallada basalis* (Walker) in different size aluminum honeycomb. (n = 50, r = 3)

Side length (mm)	Emergence rate (%) (mean \pm SD)	
	Covering style	
	Fluon	Nylon mesh
3	33.0 \pm 10.0 b ¹ B ²	73.0 \pm 1.8 bA
4	83.0 \pm 10.1 aA	83.0 \pm 8.1 aA
5	85.0 \pm 5.2 aA	83.0 \pm 5.5 aA

註：¹小寫英文字母為防逃措施間的比較；²大寫字母為不同尺寸蜂巢版處理間的比較。

¹ Means with the same lower case capital within each row were not significantly different are 5% level by LSD test.

² Means with the same upper case capital within each column were not significantly different are 5% level by LSD test.

表三、基徵草蛉於不同材質與尺寸蜂巢版下的結繭率與羽化率。(n = 50, r = 3)

Table 3. cocoon rate and emergencerate of *Mallada basalis* (Walker) in different size honeycomb. (n = 50, r = 3)

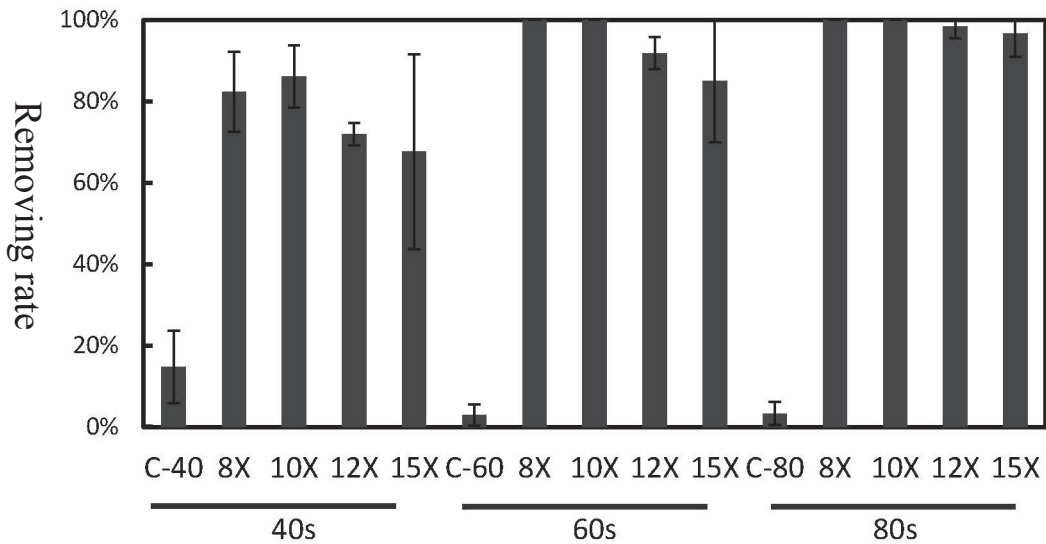
treatment	Cocoon rate (%)	Emergence rate (%)
3 ¹ A ² F ³	77.0 ± 8.1 a ⁴	33.0 ± 10.0 d
3AN	77.0 ± 10.1 a	73.0 ± 1.8 c
4AF	74.0 ± 3.5 a	83.0 ± 10.1 bc
4AN	76.0 ± 6.9 a	83.0 ± 8.1 bc
5AF	71.0 ± 9.0 a	85.0 ± 5.2 b
5AN	77.0 ± 5.0 a	83.0 ± 5.5 bc
9PN	77.3 ± 1.2 a	91.4 ± 1.4 ab
13PN	80.7 ± 6.1 a	99.1 ± 1.6 a

¹ Number present different side length of honeycomb.

² Honeycomb material: A: Aluminum; P: Paper

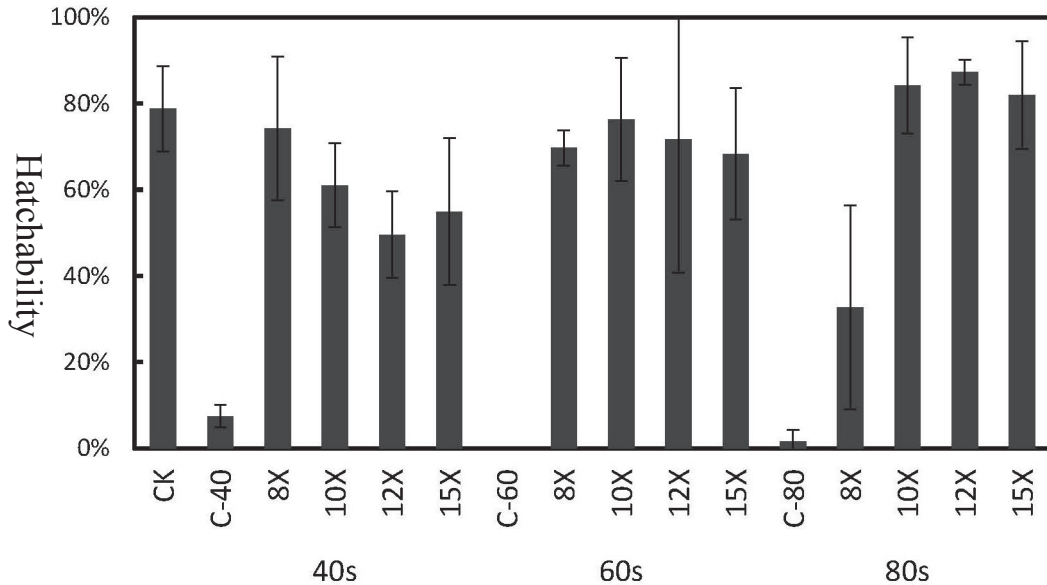
³ Covering style: F: Fluon; N: Nylon mesh

⁴ Means with the same letter within each column were not significantly different are 5% level by LSD test.



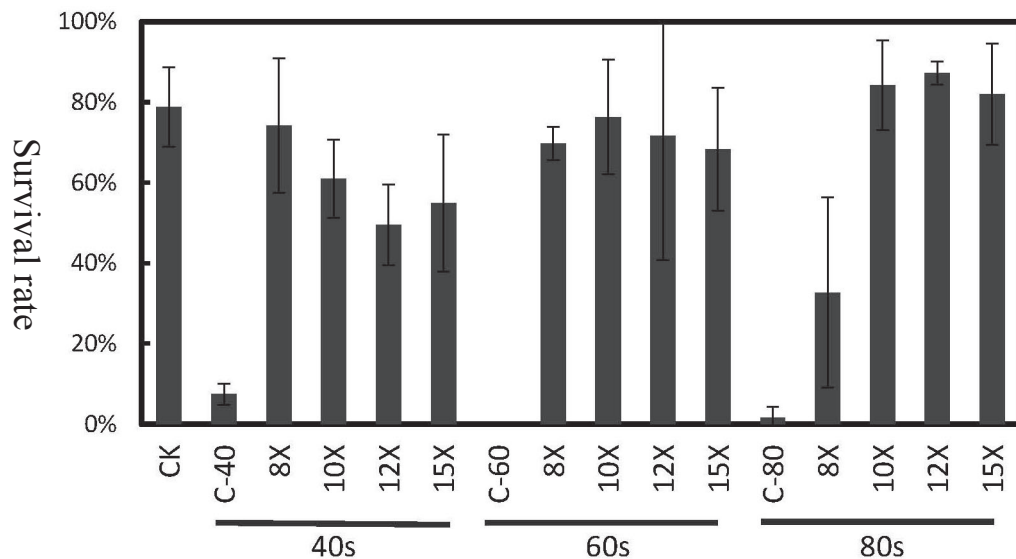
圖二、一日齡的基徵草蛉卵浸泡於不同濃度及不同浸泡時間的次氯酸鈉溶液中的溶下率。(C-40 代表為清水浸泡 40 秒，其他則分別為次氯酸鈉溶液稀釋倍率，以此類推)

Fig. 2. Removing rate of 1 day-age *Mallada basalis* (Walker) eggs soaked in different sodium hypochlorite concentration solution with different treat time. (C-40 means soaking in water for 40 secs; 8x in 40 s means soaking in dilute 8 times sodium hypochlorite solution for 40 means and so on.)



圖三、一日齡的基徵草蛉卵浸泡於不同濃度及不同浸泡時間的次氯酸鈉溶液中的孵化率。
(C-40 代表為清水浸泡 40 秒，其他則分別為次氯酸鈉溶液稀釋倍率，以此類推)

Fig. 3. Hatchability of 1 day-age *Mallada basalis* (Walker) eggs soaked in different sodium hypochlorite concentration solution with different treat time. (C-40 means soaking in water for 40 secs; 8x in 40s means soaking in dilute 8 times solution for 40 means and so on.)



圖四、一日齡的基徵草蛉卵浸泡於不同濃度及不同浸泡時間的次氯酸鈉溶液中的存活率。
(C-40 代表為清水浸泡 40 秒，其他則分別為次氯酸鈉溶液稀釋倍率，以此類推)

Fig. 4. Survival rate of 1 day-age *Mallada basalis* (Walker) eggs soaked in different sodium hypochlorite concentration solution with different treat time. (C-40 means soaking in water for 40 secs; 8x in 40s means soaking in dilute 8 times solution for 40 means and so on.)

Optimization and Application of Lacewing (*Mallada basalis* (walker)) Rearing Technique

Hung-Ju Chen*, Yu-Chin Chao, and Mei-Chun Lu

Miaoli District Agriculture, Agricultural Research and Extension Station,

Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, R. O. C.

*Contact author, email: hungju@mdais.gov.tw

Abstract

There has been decades for natural enemies application in agriculture in Europe and America but the commercialization of biological control in Taiwan is still at the beginning stage. With previous small-scale mass production technique could not provide cheap lacewing products. In this article, we aim to optimize mass rearing technique of an indigenous lacewing species (*Mallada basalis* (Walker)) to cooperate with automatic rearing system to minimize the labor and other material cost of lacewing products. There are two parts of optimization techniques, one is solitary larvae rearing and another is sodium hypochlorite solution egg harvest system. In different size and material honeycomb, result shows that there has no significant difference of cocoon rate between two honeycomb materials but has significant difference of emergence rate between two covering styles. In sodium hypochlorite solution egg harvest system, we aim to collect lacewing eggs to substitute paper egg card application. By soaking in dilute sodium hypochlorite solution, we could easily remove eggs from stalks without any decrease of hatchability and survival rate. The best sodium hypochlorite solution treatment condition is soaking 0.5 % concentration for 80 secs. Within these two optimization technique, we could increase the rearing efficiency and fit the new automatic lacewing production system.

Key words: (*Mallada basalis* (Walker)), mass rearing, solitary rearing of larvae, sodium hypochlorite for removing egg stalk

