

以豐年蝦卵為代用食餌繁殖南方小黑花椿象¹

盧秋通² 邱一中² 徐孟愉² 王清玲² 林鳳琪^{2,3}

摘 要

盧秋通、邱一中、徐孟愉、王清玲、林鳳琪。2011。以豐年蝦卵為代用食餌繁殖南方小黑花椿象。台灣農業研究 60:300-308。

南方小黑花椿象 [簡稱小黑椿, *Orius strigicollis* (Poppius)] (Hemiptera: Anthocoridae) 是防治薊馬等小型害蟲有效的天敵, 以往其繁殖是以粉斑螟蛾 [*Cadra cautella* (Walker)] 卵為食餌。本研究為測定吸飽水分的豐年蝦卵 (*Artemia franciscana*) 是否可以替代蛾卵作為飼養繁殖小黑椿的替代食餌, 試驗比較小黑椿全期以豐年蝦卵或蛾卵為食餌、若蟲期以蝦卵而成蟲期以蛾卵為食餌及若蟲期以蛾卵成蟲期而以蝦卵為食餌等 4 種處理, 對累代飼養之小黑椿幼期發育及雌蟲繁殖力之影響。結果顯示以豐年蝦卵完全取代粉斑螟蛾卵, 則若蟲發育期會延長且成蟲產卵減少; 但以蝦卵為小黑椿若蟲期食餌, 且以蛾卵為成蟲期食餌, 經 20 世代連續飼育繁殖, 發現小黑椿若蟲發育期比完全以蛾卵飼育僅延長約 1 日; 雌、雄成蟲壽命間沒有差異; 一生產卵數則顯著增加約 23-28%, 應可應用於天敵長期飼養。小黑椿之集體飼養試驗顯示, 於 14 日的收卵期間, 以蝦卵為若蟲食餌且以蛾卵為成蟲食餌, 則當蛾卵儲存較久致品質欠佳時, 輪用食餌的方式所得卵數高於完全以蛾卵為食餌者; 當蛾卵新鮮時, 則兩種食餌配方間所得產卵數相同, 顯示飼養時輪用蝦卵與蛾卵, 可減輕因蛾卵品質不佳而對小黑椿產生的負面影響。因此, 以豐年蝦卵配合蛾卵輪用的方式, 有利於長期繁殖小黑椿, 並降低生產成本。

關鍵詞: 豐年蝦卵、南方小黑花椿象、大量繁殖、食餌。

前 言

小黑花椿象屬於半翅目 (Hemiptera) 花椿象科 (Anthocoridae), 本屬 (Genus *Orius* Wolf) 全都是捕食性, 以薊馬、粉蝨、蚜蟲、葉蟬等小型昆蟲為食。台灣有 3 種, 其中南方小黑花椿象 [*Orius strigicollis* (Poppius)] 是台灣田野

間常見的捕食性天敵, 存在於玉米、苦瓜、菊花等多種植物上。經過捕食能力與集體飼養評估, 認為是適合大量生產, 並供應作為溫室與田間農作物薊馬、葉蟬等小型害蟲生物防治之需 (Wang 1994)。

小黑椿同時需要動物與植物性的食物, 使用蚜蟲、薊馬、鱗翅目卵等天然動物食餌, 可

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2602 號。接受日期: 100 年 11 月 25 日。

2. 本所應用動物組助理研究員、聘用助理研究員、研究助理、前研究員兼組長及副研究員。台灣 台中市。

3. 通訊作者, 電子郵件: fclin@tari.gov.tw; 傳真機: (04)23317600。

於室內維持兩種小黑椿 *O. sauteri* (Poppius) 與 *O. laevigatus* (Fieber) 的族群 (Kiman & Yeargan 1985; Zaki 1989; Wang *et al.* 1996), 然而這些食餌不易大量取得, 作為繁殖天敵之用並不符合經濟效益。為簡化大量生產時動物食餌的供應, 以奶粉、蛋黃、肝粉、維他命等營養物質, 可調配成人工飼料, 試驗顯示不同營養成分對小黑椿生長與繁殖上會產生不同的結果, 添加某些成份可改進飼養效果 (Arijs & De Clercq 2004; Ferkovich & Shapiro 2004; Ferkovich *et al.* 2007)。以地中海粉斑螟蛾 (Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* Zeller) 卵為代用食餌飼養 *O. laevigatus*, 成蟲壽命較長, 產卵數較多, 繁殖效果比使用薊馬等天然食餌好 (Tommasinio & Nicoli 1993; Schmidt *et al.* 1995; Richards & Schmidt 1996), 南方小黑椿則可以粉斑螟蛾 [flour moth, *Cadra cautella* (Walker)] 卵飼養, 新鮮粉斑螟蛾卵優於地中海粉斑螟蛾卵、外米綴蛾 (*Corcyra cephalonica* Stainton) 卵、或是葉蠕等 (Wang *et al.* 1999)。蛾卵因獲取方便, 且所含營養成分適合, 為目前量產繁殖小黑椿最常用材料。

豐年蝦卵 (cysts of the brine shrimp, *Artemia franciscana* Kellogg) (Branchiopoda: Artemiidae) 是觀賞魚、蝦類的飼料, 比蛾卵便宜且更容易儲存。Arijs & De Clercq (2001) 發現蝦卵可以飼養 *O. laevigatus*, 椿象的生長與繁殖都與用蛾卵飼養相近 (De Clercq *et al.* 2005), 以蝦卵或蛾卵飼養 *O. laevigatus* 都比含有肝粉、牛肉或蛋黃的人工飼料效果好 (Bonte & De Clercq 2008)。蝦卵並非可適用於本屬的每一種椿象, 用於餵食 *O. majusculus*, 就發現該椿象無法順利生長 (Riudavet *et al.* 2006)。

降低生產成本、簡化繁殖方法一直是量產天敵追求的目標, 尋求更廉價更便利的食餌, 也是研究者持續探索的題材。本研究以豐年蝦

卵與蛾卵為食餌, 測試其對南方小黑椿若蟲發育、存活與成蟲壽命及產卵等之影響, 進行集體飼養小黑椿的產卵效果比較, 作為量產小黑椿技術改進之參考。

材料與方法

南方小黑花椿象來源

小黑椿飼養於台中市霧峰區農試所 (27 ± 1)°C、50–70% RH, 24 小時光照之養蟲室, 以粉斑螟蛾卵為動物性食物, 以水耕種植青皮豆 (*Glycine max* L.) 苗為植物性食物, 發芽後 2–3 日, 苗高約 10 cm 時使用。

粉斑螟蛾卵

由台南區農業改良場朴子分場供應, 出貨前已利用紫外線照射處理而無法孵化, 以-18°C 冷凍保存。使用前將蛾卵灑在塗有黏膠的 A4 紙上製成卵片, 切割成長條狀 (10 cm × 2 cm)。

豐年蝦卵

乾燥罐裝 (Omega, 進口商 Golden Ocean Aquasupply Enterprise C., Ltd., Kaohsiung, Taiwan), 開罐前以室溫, 開罐後以-18°C 冷凍保存。使用前將乾燥蝦卵浸泡於清水, 約 30 分鐘卵吸收水分後即可恢復圓潤。蝦卵以吸水紙巾承載, 使卵均勻分布於紙巾表面, 製作成卵片紙後再切割成細條狀, 以供使用。

單隻飼育之若蟲發育與成蟲壽命及產卵觀察

若蟲: 小玻璃瓶 [1.5 cm (D) × 4 cm (H)] 內各置粉斑螟蛾卵或蝦卵約 150 粒, 與約 3 cm 長的豆苗, 以毛筆挑入初孵化若蟲一隻, 以石臘膜封口後置於 (27 ± 1)°C 養蟲室內。每日更換帶有粉斑螟蛾卵或蝦卵的卵片及更換豆苗, 觀察若蟲發育、蛻皮與存活情形直至死亡或羽化為成蟲。

成蟲: 將初羽化成蟲置於小玻璃瓶內, 每瓶一對, 飼養方法與若蟲相同。每日更換粉斑螟

蛾卵片與豆苗，於顯微鏡下觀察取出豆苗上的小黑椿卵粒，紀錄成蟲每日產卵數，以及成蟲存活日數。

小黑椿於本試驗之不同食餌處理分別為：

(1) 若蟲與成蟲全期以蝦卵為食餌；(2) 若蟲以蝦卵為食餌，成蟲以蛾卵為食餌；(3) 若蟲以蛾卵為食餌，成蟲以蝦卵為食餌；(4) 若蟲與成蟲全期以蛾卵為食餌。其中若、成蟲均以蝦卵為食餌之處理，小黑椿累代飼育觀察至第 15 世代，其餘處理則觀察至第 20 世代，每一處理分別觀察完成發育及完整生活史之小黑椿 20 隻以上。統計時，將 1-5、6-10、11-15 及 16-20 世代之觀察值為一平均值，以分析小黑椿在供給不同食餌並經一定期間累代飼養後，其族群是否有發育增長、壽命及繁殖減少等弱化現象。所得資料以最小顯著性差異測驗 (Fisher's protected least significant difference test, LSD)，比較每 5 世代間小黑椿在若蟲發育、成蟲壽命及產卵量的差異性，顯著水準為 5%。

集體飼育之產卵比較

分別以豐年蝦卵片與粉斑螟蛾卵片以及青皮豆苗為食物，集體飼育小黑椿，每一養蟲袋各置 150 對小黑椿成蟲，每一養蟲袋為一重複，分別供試 2 種食餌處理為：(1) 以豐年蝦卵為若蟲期食餌，以粉斑螟蛾卵為成蟲期食餌；(2) 各時期完全以粉斑螟蛾卵飼養。自 2010 年 6 月起至 10 月止，於 $(27 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ 養蟲室內，持續飼育至成蟲產卵，分別計算所產卵數，收集成蟲卵至 14 日止，以月為單位，統計 14 日內每一養蟲袋平均生產之總卵數，每月每一處理飼養小黑椿袋數如表 6。所得資料以 t 值測驗 (t test) 比較兩處理間平均值之差異。

結 果

利用蝦卵替代粉斑螟蛾卵飼育小黑椿，對小黑椿若蟲發育期、若蟲羽化率、雌成蟲產卵數、雌成蟲壽命及雄成蟲壽命等，均有不同程

度的影響。以下試驗結果均是在定溫環境下，以粉斑螟蛾卵食餌為對照，相對於全部或部分更換蝦卵食餌所作之比較。

供試小黑椿連續飼養，全以蝦卵為食餌者飼養至第 15 代，其餘均飼養至 20 代，以進行差異比較。所得各項結果以每 5 世代為一平均值，觀察及評估利用不同食餌飼養，於累續世代間是否有逐漸衰退或逐漸適應的現象。本試驗之數據結果顯示，以相同食餌飼養之小黑椿，呈穩定狀態，於各世代之間的變化不大，雖有些顯示出統計差異，但前後世代之個別觀測值高低互現，而無一致往弱化或適應之趨勢性發展，因此以下之結果分析均以不同食餌處理間之比較為主，且以 15 或 20 世代之總平均值為依據。

以蝦卵為替代食餌對小黑椿若蟲發育期之影響

完全以蝦卵為食餌，連續飼育小黑椿至 15 代，平均若蟲發育期為 11.7 日，顯著較完全以蛾卵飼育者的 10.7 日長，平均增加 1.0 日 (表 1)，顯示全期均僅提供蝦卵為食餌，會延長若蟲的發育時間。將蝦卵與蛾卵做組合的測試中，以蛾卵飼育小黑椿若蟲及蝦卵飼育成蟲，連續觀察至 20 代，若蟲發育期 10.6 日，與全蛾卵飼育者無顯著差異；當以蝦卵飼育小黑椿若蟲及蛾卵飼育成蟲，連續 20 代的平均若蟲發育期，顯著較完全以蛾卵飼育的長，增加 1.1 日。

由上述結果顯示，完全以蝦卵取代蛾卵飼育小黑椿的若蟲發育期較長，而以蛾卵飼養小黑椿若蟲，搭配以蝦卵飼育成蟲的飼育方式，可使小黑椿若蟲具有較短的發育期，可媲美全用蛾卵之飼育方式。

以蝦卵為替代食餌對小黑椿若蟲羽化率之影響

完全以蝦卵飼育小黑椿，連續繁殖 15 代的平均若蟲羽化率較差，僅 57.3% (表 2)。其餘各

表 1. 以蝦卵為替代食餌對小黑椿若蟲發育期之影響

Table 1. Effect of brine shrimp cysts as an alternative source of food on nymph development of *Orius strigicollis*

Generation	Nymphal developmental time (days)			
	Shrimp cysts ^y	Shrimp cysts for nymph + Moth eggs for adult	Moth eggs for nymph + Shrimp cyst for adult	Moth eggs ^x
1-5	11.2 ± 1.0 aA ^z	10.8 ± 0.7 aA	10.2 ± 0.8 abA	10.4 ± 1.7 abA
6-10	12.1 ± 1.0 aB	12.4 ± 0.9 bB	11.5 ± 0.9 cAB	10.6 ± 1.7 abA
11-15	12.0 ± 1.1 aBC	12.1 ± 0.5 bC	11.1 ± 0.5 bcA	11.2 ± 0.3 bAB
16-20	-	10.8 ± 0.7 aB	9.5 ± 1.0 aA	9.5 ± 0.6 aA
Average	11.7 ± 1.1 B	11.5 ± 1.0 B	10.6 ± 1.1 A	10.4 ± 1.3 A

^z Mean ± standard error. Means followed by the same small letter in a column, and the same capital letter in a row are not significantly different by LSD test ($P < 0.05$).

^y Dry cysts of the brine shrimp were rehydrated and used in this study.

^x Eggs of *Cadra cautella* (Walker).

表 2. 以蝦卵為替代食餌對小黑椿若蟲羽化率之影響

Table 2. Effect of brine shrimp cysts as an alternative source of food on emergence rate of *Orius strigicollis*

Generation	Emergence rate (%)			
	Shrimp cysts ^y	Shrimp cysts for nymph + Moth eggs for adult	Moth eggs for nymph + Shrimp cyst for adult	Moth eggs ^x
1-5	58.7 ± 24.2 aA ^z	70.0 ± 8.7 aAB	81.0 ± 6.5 aB	65.0 ± 26.8 aA
6-10	50.3 ± 14.4 aA	71.0 ± 16.7 aB	87.0 ± 4.5 aB	76.7 ± 9.4 aB
11-15	63.0 ± 25.6 aA	80.0 ± 7.9 aBC	87.0 ± 9.7 aBC	68.3 ± 24.8 aAB
16-20	-	70.0 ± 12.2 aA	87.0 ± 9.1 aAB	88.0 ± 5.7 aB
Average	57.3 ± 21.0 A	72.8 ± 11.8 B	85.5 ± 7.6 B	74.5 ± 19.7 B

^z Mean ± standard error. Means followed by the same small letter in a column, and the same capital letter in a row are not significantly different by LSD test ($P < 0.05$).

^y Dry cysts of the brine shrimp were rehydrated and used in this study.

^x Eggs of *Cadra cautella* (Walker).

處理小黑椿若蟲羽化率均較佳，各處理均連續繁殖至 20 代，以蛾卵飼育小黑椿若蟲及蝦卵飼育成蟲，羽化率可達 85.5%；以蝦卵飼育若蟲及蛾卵飼育成蟲，羽化率 72.8%；完全以蛾卵飼育者，羽化率 74.5%，此 3 種食餌彼此間羽化率無顯著差異 (表 2)。

由上述結果顯示，完全以蝦卵取代蛾卵飼育小黑椿的若蟲羽化率不佳，而以蛾卵飼養小黑椿若蟲或成蟲，搭配以蝦卵飼育成蟲或若蟲

的方式，可使小黑椿若蟲具有較佳的羽化率，效果等同於全用蛾卵之飼育方式。

以蝦卵為替代食餌對小黑椿雌蟲產卵之影響

完全以蝦卵飼育小黑椿，連續飼育 15 代之雌蟲平均產卵數僅 52.8 粒，顯著較完全以蛾卵飼育者 101.1 粒為少，減少 47.8% 的平均產卵數 (表 3)；以蝦卵飼育小黑椿若蟲及蛾卵飼育成蟲之飼育方式，產卵能力較全用蛾卵飼育者

為強，連續飼育 20 代之雌成蟲平均產卵數 129.5 粒，顯著較完全以蛾卵飼育者與其他食餌者之飼育方式為多。

由本結果顯示，完全以蝦卵取代蛾卵飼育小黑椿不利於雌蟲產卵，而以蝦卵飼育小黑椿若蟲，搭配蛾卵飼育成蟲之方式，可促進小黑椿雌蟲產卵，產卵數優於全用蛾卵之飼育方式。以蝦卵為替代食餌對小黑椿成蟲壽命之影響

完全以蝦卵飼育小黑椿，雌、雄成蟲壽命

均在各處理中為最短，連續飼育 15 代之成蟲平均壽命，雌成蟲 12.5 日 (表 4)，雄成蟲 10.8 日 (表 5)，均顯著較完全以蛾卵飼育者為短。

以蝦卵飼育小黑椿若蟲及蛾卵飼育成蟲，小黑椿雌成蟲平均壽命最長為 19.0 日，較完全以蛾卵飼育時增加 2.2 日。以蛾卵飼育小黑椿若蟲及蝦卵飼育成蟲，小黑椿雌成蟲平均壽命為 17.1 日，稍長於完全以蛾卵飼育，但以全用蛾卵飼育者、蝦卵飼育小黑椿若蟲及蛾卵飼育成蟲、蛾卵飼育小黑椿若蟲及蝦卵飼育成蟲之

表 3. 以蝦卵為替代食餌對小黑椿雌成蟲產卵數之影響

Table 3. Effect of brine shrimp cysts as an alternative source of food on fecundity of *Orius strigicollis*

Generation	No. eggs of female			
	Shrimp cysts ^y	Shrimp cysts for nymph + Moth eggs for adult	Moth eggs for nymph + Shrimp cyst for adult	Moth eggs ^x
1-5	49.6 ± 14.4 aA ^z	133.6 ± 18.7 aC	63.4 ± 24.6 aA	96.3 ± 15.2 aB
6-10	58.5 ± 23.0 aA	109.2 ± 48.8 aCD	80.7 ± 21.9 aAB	90.5 ± 33.4 aBC
11-15	50.2 ± 18.9 aA	154.6 ± 39.8 aC	97.3 ± 19.6 aB	105.1 ± 46.8 aB
16-20	-	120.6 ± 56.2 aA	69.4 ± 23.9 aA	112.5 ± 44.7 aA
Average	52.8 ± 18.2 A	129.5 ± 43.3 D	77.7 ± 24.6 B	101.1 ± 35.2 C

^z Mean ± standard error. Means followed by the same small letter in a column, and the same capital letter in a row are not significantly different by LSD test ($P < 0.05$).

^y Dry cysts of the brine shrimp were rehydrated and used in this study.

^x Eggs of *Cadra cautella* (Walker).

表 4. 以蝦卵為替代食餌對小黑椿雌成蟲壽命之影響

Table 4. Effect of brine shrimp cysts as an alternative source of food on longevity of female *Orius strigicollis*

Generation	Longevity of female (days)			
	Shrimp cysts ^y	Shrimp cysts for nymph + Moth eggs for adult	Moth eggs for nymph + Shrimp cyst for adult	Moth eggs ^x
1-5	12.0 ± 3.3 aA ^z	17.8 ± 3.0 aCD	13.2 ± 2.9 aAB	17.4 ± 2.0 aBC
6-10	12.7 ± 2.9 aA	20.1 ± 6.8 aC	17.1 ± 1.8 bBC	16.5 ± 3.5 aAB
11-15	12.8 ± 2.7 aA	21.8 ± 5.1 aB	21.8 ± 2.7 cB	17.8 ± 7.1 aA
16-20	-	16.1 ± 6.4 aA	16.2 ± 2.9 bcA	15.6 ± 6.8 aA
Average	12.5 ± 2.8 A	19.0 ± 5.5 B	17.1 ± 4.0 B	16.8 ± 4.9 B

^z Mean ± standard error. Means followed by the same small letter in a column, and the same capital letter in a row are not significantly different by LSD test ($P < 0.05$).

^y Dry cysts of the brine shrimp were rehydrated and used in this study.

^x Eggs of *Cadra cautella* (Walker).

表 5. 以蝦卵為替代食餌對小黑椿雄成蟲壽命之影響

Table 5. Effect of brine shrimp cysts as an alternative source of food on longevity of male *Orius strigicollis*

Generation	Longevity of male (days)			
	Shrimp cysts ^y	Shrimp cysts for nymph + Moth eggs for adult	Moth eggs for nymph + Shrimp cyst for adult	Moth eggs ^x
1-5	10.1 ± 2.7 abA ^z	16.2 ± 2.8 aB	15.0 ± 3.7 abB	16.5 ± 3.3 aB
6-10	13.4 ± 1.7 bA	20.4 ± 4.2 abC	17.7 ± 3.9 bB	16.2 ± 5.6 aB
11-15	8.9 ± 3.7 aA	21.4 ± 4.8 bB	18.9 ± 3.9 bB	12.7 ± 3.4 aA
16-20	-	15.2 ± 5.9 aA	11.2 ± 2.2 aA	15.2 ± 7.4 aA
Average	10.8 ± 3.3 A	18.3 ± 5.0 C	15.7 ± 4.4 BC	15.1 ± 5.0 B

^z Mean ± standard error. Means followed by the same small letter in a column, and the same capital letter in a row are not significantly different by LSD test ($P < 0.05$).

^y Dry cysts of the brine shrimp were rehydrated and used in this study.

^x Eggs of *Cadra cautella* (Walker).

不同處理，經 20 代累代飼養後，在雌成蟲平均壽命上並無顯著性差異。

以蝦卵飼育小黑椿若蟲及蝦卵飼育成蟲之飼育方式，小黑椿雄成蟲平均壽命為 15.7 日，與以蝦卵飼育間並無顯著差異；以蝦卵飼育小黑椿若蟲及蝦卵飼育成蟲，雄成蟲平均壽命為 18.3 日，較完全以蝦卵飼育者增加 3.2 日，且具有顯著差異。

由上述結果顯示，完全以蝦卵取代蛾卵飼育小黑椿會縮短成蟲壽命，而以蝦卵飼育小黑椿若蟲，再搭配蛾卵飼育成蟲之方式；或以蝦卵飼育小黑椿若蟲，再搭配蝦卵飼育成蟲，可使小黑椿成蟲存活較久，壽命稍優於全用蛾卵之飼育方式。

集體飼育之產卵比較

小黑椿以兩種不同食餌組合飼育：(1) 以蝦卵飼育若蟲及蛾卵飼育成蟲；(2) 完全以蝦卵飼育若蟲及成蟲。群體飼育於養蟲袋中，每袋含 150 對成蟲，逐日觀察至第 14 日，比較成蟲群體的產卵能力。供飼食用的粉班螟蛾卵是否新鮮，對於本種椿象產卵數影響很大，本試驗所使用蛾卵之新鮮度不同，2010 年 6-8 月所使用的蛾卵已儲存半年以上，而 9、10 月所使

用的為產出後一個月內之新鮮蛾卵。

於 2010 年 6-8 月期間，以蝦卵飼育若蟲及蛾卵飼育成蟲，每月每袋平均收集 5065-7148 粒；完全以蝦卵飼育者，每月每袋平均僅收集 3651-5815 粒。以各個月份之收集卵數相比，則完全飼以蝦卵者之產卵數顯著低於搭配蝦卵的飼育方式(表 6)。試驗進行至 9 月與 10 月，使用之蝦卵更新後，以蝦卵飼育若蟲及蛾卵飼育成蟲者，每月每袋平均收集 7067-8033 粒；完全以蝦卵飼育者，每月每袋平均收集 7333-7950 粒，此時，兩種飼料之間產卵數差異並未達統計上之顯著性。

討 論

乾燥蝦卵均為鐵罐裝，密封的鐵罐於開罐前以室溫即可保存，開罐後置於冰箱冷凍層(-18°C)保存，經過本試驗歷時 2 年的養蟲結果顯示，開罐後冷凍保存的蝦卵，品質能夠保持穩定不變；但以蝦卵飼育須以新鮮蝦卵的飼養效果較好，保存愈久的卵，養蟲效果愈差，故蝦卵具有較蛾卵更易於保存的優點。因乾燥卵需經過泡水的程序，吸水的卵浮於水面，使用時以吸水紙巾自水面撈取，卵即自然黏著於紙

表 6. 以豐年蝦卵配合粉斑螟蛾卵為食餌對於小黑椿產卵之影響

Table 6. Effect of brine shrimp cysts mixed with flour moth eggs as food on production of eggs by female *Orius strigicollis*

Month in 2010	Foods				Significance of eggs difference ^v
	Shrimp cyst + Moth eggs ^z		Moth eggs ^y		
	No. of bags ^x	Eggs/14 d/bag ^w (Mean ± SE)	No. of bags	Eggs/14 d/bag (Mean ± SE)	
Jun.	5	5494 ± 420	25	3823 ± 638	**
Jul.	10	5065 ± 908	28	3651 ± 826	**
Aug.	13	7148 ± 1110	26	5815 ± 1445	*
Sept.	13	7067 ± 1254	26	7333 ± 909	NS
Oct.	3	8033 ± 493	6	7950 ± 988	NS

^z The foods for *Orius strigicollis* was brine shrimp cysts at nymphal stage and flour moth eggs at adults stage.

^y The foods for *O. strigicollis* was flour moth eggs only.

^x There were 150 pairs of adult *O. strigicollis* in each bag.

^w Eggs produced by *O. strigicollis* were collected for a period of 14 days.

^v Eggs between different treatments were compared with t test. NS, * and ** are non-significant, significant at 0.05 level and significant at 0.01 level, respectively.

片上，製作卵片甚為方便，因此蝦卵為飼養繁殖小黑椿時很好的替代食餌。

市售進口蝦卵多為 425 g 罐裝，因銷售公司不同，每罐約 780–950 元，平均單價 1.8–2.2 元/g，當一次購買數量多時有可能再調降。購自台南區農業改良場朴子分場的螟蛾卵價格 20 元/mL，相當於 38.5 元/g (1 mL = 0.52 g)，依此計算，蝦卵僅為蛾卵價格之 4.7–5.7%，因此以蝦卵取代蛾卵為飼料，可以節省成本，降低商品小黑椿之售價，有利於推廣與應用。

雌蛾所產的卵收集後，平日儲存於冰箱冷凍層，剛產的卵呈淡黃白色，儲存期間愈長，卵的顏色愈呈深黃褐色，可能因儲存後卵的營養成分改變，根據集體飼育之產卵比較結果顯示，椿象產卵數目受取食之蛾卵品質影響，為避免小黑椿雌蟲產卵能力降低，應以新鮮蛾卵飼育，避免使用儲存較久之蛾卵，以維持穩定正常的產卵數。乾燥蝦卵則比較耐儲存，試驗所使用的蝦卵經冷凍存放 2 年以上，用以飼養小黑椿的生長與產卵始終維持穩定，成為蝦卵的另一項優點。當蛾卵不新鮮或品質不佳時，

此種以蝦卵替代部分蛾卵的飼養方法，不但可以維持椿象之正常生長繁殖，並且可以減低蝦卵對椿象產卵不良影響的程度。

目前量產繁殖小黑椿時，多使用蝦卵為食餌，本試驗顯示蝦卵雖然無法完全取代蛾卵，然而小黑椿若蟲期或成蟲期分別以蝦卵或蛾卵飼養，在各種生長係數上，有與蛾卵餵食相同或更優異的表現。尤以蝦卵餵食若蟲及蛾卵餵食成蟲的搭配，若蟲發育期間雖增長，但羽化率正常，且成蟲在壽命相同的情況下，產卵數顯著提高，顯示蝦卵與蛾卵在小黑椿不同生長時期兩者交替為食餌，可以降低飼料成本，提升生產品質，頗值得開發利用。

乾燥的豐年蝦卵須先經過吸水使顆粒飽滿，才能為小黑椿所取食。De Clercq *et al.* (2005) 比較產自美國加州舊金山灣、猶他州或是巴西的蝦卵，結果不同品系蝦卵飼養的同屬小黑椿，若蟲生長與成蟲產卵不完全相同，以舊金山灣的蝦卵飼養效果較好。本試驗完全以美國蝦卵為食餌飼養小黑椿，效果不及以蛾卵飼養者，其若蟲發育期較長，成蟲壽命較短，且雌

蟲一生總產卵數少。經過連續 15 代的長期飼育，生長速度與繁殖率始終表現不佳，小黑椿未有逐漸適應的現象，顯示蝦卵無法完全取代蛾卵，連續世代僅使用蝦卵會使族群逐漸弱化。

當成蟲或若蟲時期分別飼以蛾卵與蝦卵，則較完全以蝦卵餵食的小黑椿於連續世代中能維持穩定的發育與產卵。當若蟲期餵以蛾卵，成蟲餵以蝦卵，則若蟲生長發育速度、羽化率及壽命與完全餵食蛾卵者相同，但經 20 代飼育後平均產卵數較以完全餵食蛾卵者低；至於若蟲期餵以蝦卵，成蟲期餵食蛾卵，則若蟲發育增加 1 日，約佔若蟲與雌成蟲全部生長期的 3.5%，但產卵數卻較完全餵食蛾卵者增加 20% 以上。綜合考量成本與獲利等經濟因素，在繁殖時以蝦卵餵食若蟲、蛾卵餵食成蟲，如此循環交替，為量產時較適合的食餌組合。

引用文獻 (Literature cited)

- Arijs, Y. and P. De Clercq. 2001. Rearing *Orius laevigatus* on cysts of the brine shrimp *Artemia franciscana*. *Biol. Control* 21:79–83.
- Arijs, Y. and P. De Clercq. 2004. Liver-based diets for the production of *Orius laevigatus* (Hemiptera: Anthocoridae). *BioControl* 49:505–516.
- Bonte, M. and P. De Clercq. 2008. Developmental and reproductive fitness of *Orius laevigatus* (Hemiptera: Anthocoridae) reared on factitious and artificial diets. *J. Econ. Entomol.* 101:1127–1133.
- De Clercq, P., Y. Arijs, T. Van Meir, G. Van Stappen, P. Sorgeloos, K. Dewettinck, M. Rey, S. Grenier, and G. Febvay. 2005. Nutritional value of brine shrimp cysts as a factitious food for *Orius laevigatus* (Hemiptera: Anthocoridae). *Biocontrol Sci. Technol.* 15:467–479.
- Ferkovich, S. M. and J. P. Shapiro. 2004. Increased egg-laying in *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) fed artificial diet supplemented with an embryonic cell line. *Biol. Control* 31:11–15.
- Ferkovich, S. M., T. Venkatesan, J. P. Shapiro, and J. E. Carpenter. 2007. Presentation of artificial diet: effects of composition and size of prey and diet domes on egg production by *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). *Florida Entomol.* 90: 502–508.
- Kimman, Z. B. and K. V. Yearman. 1985. Development and reproduction of the predator *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) reared on diets of selected plant material and arthropod prey. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 78:464–467.
- Richards, P. C. and J. M. Schmidt. 1996. The effects of selected dietary supplements on survival and reproduction of *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae). *Canadian Entomol.* 128:171–176.
- Riudavets, J., J. Arnó, and C. Castañé. 2006. Rearing predatory bugs with the brine shrimp *Artemia* sp. as alternative prey food. *IOBC/wprs Bull.* 29: 235–240.
- Schmidt, J. M., P. C. Richards, H. Nadel, and G. Ferguson. 1995. A rearing method for the reproduction of large numbers of the insidiosus flower bug, *Orius insidiosus* (Say). *Canadian Entomol.* 127:445–447.
- Tommasini, M. G. and G. Nicoli. 1993. Adult activity of four *Orius* species reared on two preys. *Bull. OILB/SROP* 16:181–184.
- Wang, C. L. 1994. The predacious capacity of two natural enemies of *Thrips palmi* Karny, *Campylomma chinensis* Schuh (Hemiptera: Miridae) and *Orius sauteri* (Poppius) (Hemiptera: Anthocoridae). *Plant Prot. Bull.* 36:141–154. (in Chinese with English abstract)
- Wang, C. L., Y. J. Wu, M. Y. Hsu, C. T. Yseng, and Y. F. Chang. 1999. Selection of proper food materials for rearing *Orius strigicollis* (Poppius) (Hemiptera: Anthocoridae). *Chinese J. Entomol.* 19:319–329. (in Chinese with English abstract)
- Wang, F. H., W. R. Zhou, and R. Wang. 1996. Studies on the method of rearing *Orius sauteri*. *Chinese J. Biol. Control.* 12:49–51. (in Chinese with English abstract)
- Zaki, F. N. 1989. Rearing of two predators, *Orius albidepemis* (Reut.) and *Orius laevigatus* (Fieber) on some insect larvae. *J. Appl. Entomol.* 107: 107–109.

Using Cysts of Brine Shrimp, *Artemia franciscana*, as an
Alternative Source of Food for *Orius strigicollis* (Poppius)
(Hemiptera: Anthocoridae)¹

Chiu-Tung Lu², Yi-Chung Chiu², Meng-Yu Hsu²,
Chin-Ling Wang², and Feng-Chyi Lin^{2,3}

Abstract

Lu, C. T., Y. C. Chiu, M. Y. Hsu, C. L. Wang, and F. C. Lin. 2011. Using cysts of brine shrimp, *Artemia franciscana*, as an alternative source of food for *Orius strigicollis* (Poppius) (Hemiptera: Anthocoridae). *J. Taiwan Agric. Res.* 60:300–308.

The predatory bug, *Orius strigicollis* (Poppius), is usually mass-reared on eggs of the flour moth, *Cadra cautella* (Walker). The objective of this study was to determine if the rehydrated dry cysts of brine shrimp, *Artemia franciscana*, can be used as an alternative source of food to replace eggs of flour moth for mass rearing of *O. strigicollis*. The *O. strigicollis* were reared on 4 combination food, shrimp cysts for lifetime, moth eggs for lifetime, shrimp cysts for nymph and moth eggs for adult, moth eggs for nymph and shrimp cyst for adult, comparing influence on development and fecundity for successive generations. Complete replacement of moth eggs by shrimp cysts was not feasible, resulting in a longer period of nymphal development, lower emergence rate, shorter adult longevity and a great reduction in adult egg production. Continuous observations were made when *O. strigicollis* was fed separately on shrimp cysts and moth eggs during the nymph stage and the adult stage for 20 successive generations. Comparisons of growth and reproduction were made between those fed only on moth eggs. The results showed that feeding of the bug using shrimp cysts during the nymph stage and moth eggs during the adult stage is an acceptable way for mass rearing. The nymphal developmental period was one day longer than that of the moth egg-fed *O. strigicollis*, however, there was an increase of 23–28% in the number of eggs produced by the female adult. Mass rearing with 150 pairs of adult flower bugs reared together in a unit bag, the numbers of eggs produced were higher than or equal to those fed on moth eggs only. These results showed that the alternating use of shrimp cysts and moth eggs at proper stages is adoptable for long term rearing. This can save the cost of food, and is appropriate for use in the mass production.

Key words: Brine shrimp cyst, *Artemia* sp., *Orius strigicollis*, Mass rearing, Food.

1. Contribution No. 2602 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: November 25, 2011.

2. Respectively, Assistant Entomologist, Assistant Entomologist, Project Assistant, Retired Senior Entomologist and Director, and Associate Entomologist, Applied Zoology Division, TARI, Taichung, Taiwan, ROC.

3. Corresponding author, e-mail: fclin@tari.gov.tw; Fax: (04)23317600.