微膠囊化人工飼料大量飼養捕食性天敵之展望

李文台

台灣省農業試驗所 應用動物系

摘要

微膠囊化人工飼料飼養天敵乃是晚近三十年來開發的一種養蟲技術，它能克服活餌飼育天敵之種種不便，以減低風險並降低生產成本，而達到大量繁殖天敵之目的，以供試驗研究及田間防治之所需。技術上雖有許多待克服之處，然而已有實際成功之商品上市，因此鼓舞後續性之研究發展持續進行著，確信在不久之將來定能在生物防治之領域中大放異彩。台灣省農業試驗所自 1989 年起開始研究，目前已在草蛉人工飼料微膠囊化上有所突破，願以此成果共享同儕。根據文獻資料及研究經驗，初步認為人工飼料微膠囊化技術，應用在捕食性天敵較寄生性天敵容易成功；多食性天敵較專食性天敵容易成功；刺吸式口器者又較咀嚼式口器容易成功；大型天敵較小型天敵容易成功。依上述條件評估，草蛉是最適宜發展微膠囊飼育技術之天敵，是以全球研究成功之案例也最多。其次應以盲椿、花椿等捕食性半翅目天敵成功之希望較大。在人工飼料情況能改善的前提下，瓢蟲也有成功之希望。如能成功發展新技術，製做出更小之微膠囊，捕食性蝽類亦有成功之可能。寄生性天敵僅以卵寄生蜂希望較大，其他之幼蟲及蛹期寄生蜂除非能確實找出誘引產卵之物質，否則幾乎沒有成功機會。姑且不論是否能夠應用此項技術於其他天敵之繁殖，能價廉地大量繁殖草蛉成功之案例，已對台灣將來作物害蟲綜合防治体系有重大之影響。由於天敵生產成本大幅降低，而大大提高了淹沒式釋放天敵之可行性。使天敵的利用由扮演生態平衡之調節因子得以轉變成生物殺蟲劑之角色，在某些特定之情況下，可以部分取代農藥噴灑達到迅速降低害蟲棲群密度之目的。如此，在沒有農藥殘毒威脅之情況下，更易為農民及消費者所接受；對環境之污染及生態之破壞亦降至最低程度。甚致更將逐步導正現今以化學防治為主之作物病蟲害防治方法轉變成以生物防治為主之綜合防治系統。

一、人工飼料微膠囊化發展之沿革

1965 年加州大學柏克萊分校生物防治系之 Hagen 與 Tassan 首先以徒手敲打沾有液狀人工飼料與熔臘之玻棒方式，製作出石臘外膜包被之人工飼料，可被普通草蛉幼蟲接受。其後 Ridgway 等,(1970)多人利用相同方法包埋各種不同之人工飼料做成膠囊，飼養草蛉及其他捕食性或寄生性天敵，亦獲得部份之成功。1983 年亞利桑納州農業部之 Cohen 改良膠囊製作方法，使膠囊製作機械化，並採用各種複合材料為囊殼材料，可以做出不同囊徑及厚薄之膠囊，供各種天敵利用。但基本上仍延襲 Hagen 相同之設計理念與做法，且產量仍低不具實用價值。直到 1986

年中國大陸之馬安寧等率先設計出能快速生產微膠囊之「人工製卵機」。是以利用皮下注射針頭高壓噴射飼料快速通過熔臘層，形成束狀射流飛躍出液面，經比重之差異及飼料內聚力之影響而分層，再由空氣自然冷卻，外層包被物質硬化形成卵粒狀之膠囊，從此人工飼料膠囊化研究方正式步入機械化生產之階段。製卵機每小時可以生產兩公斤之人工膠囊，成功率平均 86.6 %，囊徑平均 564.8 μm，囊殼厚度平均 17.8 μm，可以用來大量繁殖天敵，成效良好。但自此以後人工膠囊方面之研究報導極少，文獻收集極不容易。由於近年來國外已有多家私人天敵生產公司大量繁殖草蛉販售，供各類作物綜合防治之所需，確信其中多半藉此人工膠囊製作技術生產，然因屬商業機密，外人無從得知。農試所自 1989 年開始此方面之研究，其中因研究人員出國停頓兩年，如今已成功地開發出供草蛉幼蟲利用之人工膠囊，可完全取代外米綴蛾卵大量繁殖基徵草蛉。吾等所生產之膠囊較大陸製作者有囊徑較小(465 μm)、囊殼較薄(10 μm)等優點，易為體形較小之天敵或初齡蟲所接受。但亦有製作速度較慢及製作條件不易控制之缺點，正努力克服中。

二、微膠囊化人工飼料優點

1. 較能夠維持飼料之品質

   a. 因包埋封閉減少飼料中水份蒸散，使飼料中之營養成份濃度能維持固定之濃度。同時隔絕空氣及大氣中之孢子污染，可減緩飼料酸敗及氧化變質速度，保持飼料新鮮，增加天敵之取食意願及增長取食期限。

   b. 避免添加 agar, cellulose 等不可消化之填充物及減量添加防腐劑、抗氧化劑，減少對天敵生理代謝不必要之干擾。

2. 增加天敵昆蟲之接受性

   初步認為許多人工飼料，其營養成份已能滿足飼育昆蟲之需要，而其飼育效果不佳乃是被飼昆蟲接受性差所導致。人工膠囊具臘質外殼內含液狀之營養成份，較諸其他粉狀、膏狀、液狀人工飼料更接近自然界食餌之性狀易為天敵接受。此外多數昆蟲取食前均有探索行為，時常導致小型昆蟲被意外黏死，膠囊化技術將飼料由液相改變成固相，將可有效防止之。

3. 簡化流程降低成本

   由於直接飼育天敵本身，不必栽種寄主植物及飼養食餌生物，簡化天敵生產流程，不僅減少飼育操做人工，降低天敵生產成本，同時亦避免環境變化及其他非標的生物污染所帶來之干擾，使生產流程更易控制，大量繁殖工作較易成功。

4. 便於研究工作

   較容易控制給食量及特定物質之量，方便進行昆蟲營養、生理、毒理等方面之研究。

三、本所飼育基徵草蛉之經過

Hassan and Hagen(1978)曾發展人工飼料配方：酵母粉5g、水解酵母粉6g、水解酪蛋白1g、蜂蜜5g、砂醣5g、雞蛋黃10g、水68ml，用以飼養普通草蛉幼蟲，效果尚佳。本所依據此配方而以啤酒酵母取代普通酵母，另外每100 ml人工飼料再添加5 g蜂幼蟲，混合所有成份經均質機打碎混拌成液態飼料。再選用蜂臘為外殼材料藉微膠囊製作機製作成直徑450 μm左右之人工膠囊，微膠囊製作機設計及製作條件如報告所示(李, 1994)。以此膠囊養殖基徵草蛉(*Mallada basalis* (Walker))幼蟲獲得成功，可完全取代目前使用之外米綴蛾卵。膠囊冷藏貯存於4℃冷藏箱2週內飼育草蛉幼蟲效果不變。此時又同步發展草蛉幼蟲集體飼育技術流程成功，在飼育盆中放置瓦楞紙卷及保利龍屑，並均勻散佈食物可以有效降低草蛉幼蟲之自殘率，並大幅減少操做人工，使得草蛉之大量生產更為經濟有效。將兩種技術配合使用，目前以38.5×31×9 cm^3之塑膠盆為飼育盆，用此人工膠囊為食物飼養基徵草蛉幼蟲，每三天餵飼一次共四次，總共消耗約250 ml之膠囊，平均每飼育盆一次飼育流程可以飼育出260隻左右之成蟲。其成蟲性比、壽命及產卵量與取食外米綴蛾卵者差異不顯著；使用人工膠囊為食者，雖有幼蟲發育期較長、繭重較輕之現象如表一，但都在可以接受之範圍內。以人工膠囊繼代飼養基

表一、微膠囊化人工飼料與外米綴蛾飼育基徵草蛉效果比較

Table 1. The comparison of *M. basalis* reared on microcapsulated artificial diet and on rice moth egg

Food source	Development Duration (days)		% Adults developed from egg to adult
	Larvae	Pupae	
Rice moth eggs	9.2	9.0	99.4
Microcapsulated artificial diet	11.0	9.0	97.5

表二、以微膠囊人工飼料繼代大量飼育基徵草蛉結果

Table 2. The result of *M. basalis* mass-reared on microcapsulated artificial diets in 10 generations

Generations	Weight of cocoon(mg)	Adults developed from egg (%)	Fecundity (Eggs/♀)	Hatchibility (%)
F1	4.35	23.12	206.0	75.01
F2	4.8	--		
F3	4.9	19.12		
F4	5.15	48		
F5	5.38	30.1	617.64	73.5
F6	5.02	22.2		
F7	5.1	23		
F8	5.59	26.5		
F9	5.37	27.8		
F10	5.44	23.4		
Mean	5.1	27.0	411.82	74.25

徵草蛉十代之結果如表二所示，無論從幼蟲發育期、繭重、成蟲獲得率、成蟲產卵量、卵之孵化率、等五方面評估均無明顯衰退現象。粗算生產成本每隻草蛉成蟲約 1.5 元，依目前推廣每分地每次使用六片卵片之防治方法計算，用於田間防治成本約略與農藥防治相當或更低。整體評估此種養殖方法結果尚佳，已達實用之階段。今年度計畫推廣三十公頃面積之網室木瓜，供木瓜葉蝻生物防治使用，以測試人工膠囊所養殖之天敵在田間之表現效果。目前在草屯地區每公頃網室木瓜每次釋放 60 片草蛉卵片，每 14 天釋放一次，可以完全不必使用殺蟲劑及殺蝻劑。木瓜之葉蝻、蚜蟲、介殼蟲、粉蝨密度均維持在低密度，不會造成明顯為害，防治效果已為農民所接受。

四、飼養在其他捕食性天敵可能性

1. 以膠囊繁殖天敵能否成功之限制因子

a. 人工飼料是否完美：膠囊僅改變飼料之型態，人工飼料之品質理所當然的是成功與否之最大限制因子，目前天敵之人工飼料配方雖也不少，但能與自然食餌效果比美之人工飼料配方獲得極不容易，是以欲完全利用人工飼料飼養天敵極為困難，若僅考慮部分取代自然食物之做法，可行性較高。

b. 飼料是否能夠製作成膠囊：膠囊之製作方法頗多，如相分離法、液中乾燥法、蕊物質交換法、粉床法、界面重合法、噴霧乾燥法等等，可以製作成不同種類之膠囊，但也各有各的限制，要採用何種方法製作膠囊，乃是專門之學問。飼料內涵及性狀對膠囊之製作影響亦極大，例如膏狀飼料的膠囊製作技巧困難度極高，液態飼料製作膠囊就較為方便。

c. 天敵是否接受膠囊：不同天敵對膠囊之接受性有異，在進行研究工作之前必須先測定天敵對膠囊之接受性。由於僅需考慮天敵營養之需求，情況較為單純，捕食性天敵較寄生性天敵容易成功；由於對人工飼料之接受性較佳，多食性天敵較寡食性天敵容易成功；由於不受囊殼材料之干擾，刺吸式口器者又較咀嚼式口器容易成功；由於小型膠囊製作技術限制較多，而膠囊之大小應與天敵體型匹配方能順利為天敵取用，是以大型天敵又較小型天敵容易成功。同種天敵中，初齡蟲對膠囊之接受性亦較其他各齡蟲為差。

d. 以膠囊飼養之天敵品質與數量是否符合田間需求：人工膠囊所飼育之天敵在品質上必須通過自然界之考驗，真正能在田間發揮穩定之治蟲效果，且與目前田間作物其他病蟲害之現有防治方法並行不悖；在數量上則必須符合實際栽種面積之需求。因此除製作改良人工膠囊外，必須另外配合發展適合人工膠囊使用之大量繁殖方法，建立生產流程，在天敵生產上求得質與量上徹底之解決，並應實際需求作全年性之計劃生產。

e. 生產成本是否夠低廉：當天敵生產一切條件均符合實際需求時，決定天敵是否能順利被接受之因子就是生產成本。利用天敵防治害蟲之成本必須與目前同種害蟲其他防治方法之成本相當或更低廉，或獨具特殊效益有非用不可之理由，否則很難被農民接受。

必須上述條件全部符合，膠囊化人工飼料飼育天敵之工作才能獲得成功，

其限制條件是頗為嚴苛。

2. 飼育其他天敵之可能性評估

用人工膠囊繁殖天敵方面之研究工作主要在中國大陸進行，其重點又放在卵寄生蜂及草蛉上，其中偶有提及以人工膠囊飼育小花椿之情況，其他種類則甚少報導。由於人工飼育寄生性天敵需較高之技巧，不僅飼料營養之需求要完整，其滲透壓之大小、 PH 值之變化、廢物排除及氧之供應等因子，均會影響寄生性天敵之發育與存活。目前成功之實例也僅限於部分卵寄生蜂，尤其是赤眼卵蜂 *Trichogramma* sp.(Liu *et al.*, 1986)，且已達量產田間應用之階段。雖然如此，其中仍存在許多之問題，諸如人工飼料中昆蟲血清之比例過高、飼料容易發霉、幼蜂隨發育之進行需氧量逐步升高而造成供氧不足致死、所育出成蜂之畸形率偏高等缺失有待克服。加上大陸人工便宜，以篦麻蠶卵繁殖寄生蜂效果極佳而降低了人工膠囊之實用性。但不可否認的是它為寄生性天敵的大量繁殖找出了一個新方向。依文獻資料及目前累積之經驗，私下初步認為，由於僅需考慮天敵營養之需求，情況較為單純，微膠囊化人工飼料技術應用在捕食性天敵成功之可能性較高，農友之接受性也較佳，是故優先考量進行捕食性天敵方面之研究。目前基徵草蛉大量繁殖工作已有初步之結果，其他捕食性天敵亦稍有嘗試，其各個情況分別討論如下：

a. 其他草蛉類：

草蛉人工飼料研究參考文獻較多(Hassan and Hagen, 1978; Niijima and Matsuka, 1990)，比諸其他天敵算是較為完整的種類。在可查文獻中得知，中國大陸已可以用含水解蛋白之人工膠囊大量養殖中華草蛉(*Chrysopa sinica*)(周等, 1985)及大草蛉(*Chrysopa septempunctata*)(蔡等,1985)。美國德州 Weslaco 郡亦以人工膠囊大量飼養(*Chrysoperla rufilabris*)與普通草蛉(*Chrysoperla carnea*)供生物防治之用(Nordlund and Morrison,1992)。農試所在養殖基徵草蛉之研究過程中，曾用相同之人工膠囊測試對安平草蛉(*Mallada boninensis*)之養殖情況，證實可以順利養殖成功。其幼蟲發育期較基徵草蛉略長，成蟲獲得率 95%以上，其他如成蟲壽命、產卵量均比基徵草蛉為高，是否有再改良飼料配方之必要，尚待進一步研究評估。最近又進行試養另外三種捕食粉蝨之草蛉，除幼蟲之發育期明顯增長及發育不整齊、繭重減輕外，成蟲獲得率亦在 80%左右，飼育效果亦尚稱滿意，其種名正鑑定中。由此結果大致可以預測，只須將基徵草蛉人工飼料配方略做調整，以此技術大量飼育其他草蛉類天敵成功機會極高。

b. *Orius* 等半翅目：

文獻中捕食性椿象之人工飼料配方極為欠缺，除日人 Nakashima 曾用冷凍乾燥之瓜實蠅幼蟲飼養小黑花椿成功外(Nakashima 等,1996)，中國大陸曾用含有水解蛋白質之人工膠囊飼養小花椿(*Orius similis*)成功之報導，但並無確定配方公佈(馬等,1986)。我等曾以基徵草蛉之人工飼料配方所製作之膠囊，篩選極小顆粒者供本所王清玲博士試養曹氏小黑花椿象(*Orius sauteri* (Poppeus))若蟲及成蟲，其接受性良好。若蟲發育期平均 18.28 ± 1.98 天、成蟲獲得率 72.5 %，除發育期明顯加長外(約增長 5 天)，成蟲色

澤較淡且無產卵現象。顯示此項技術亦有可能應用於小黑花椿之大量繁殖工作上，其中除飼料配方有待進一步改良外，如何製做更小囊徑之人工膠囊技術亦有待突破。另外一種捕食粉蝨若蟲及卵之盲椿因體形較大可以直接利用目前之人工膠囊自若蟲發育至成蟲，是否能夠產卵，正進行試驗觀察，天敵種名亦正請專家鑑定中。從此二種天敵幼蟲均能完成發育之結果，可以大膽假設捕食性半翅目天敵其營養需求與草蛉類天敵相去不遠，可依此配方為基礎加以改良，供捕食性半翅目天敵使用。

c. 瓢蟲類：

以基徵草蛉之人工膠囊試養錨紋瓢蟲(*Lemnia biglagiata*(Swartz))，其各齡幼蟲及成蟲均能接受膠囊為食物，但發育不良，成蟲獲得率僅 5 %，且體形明顯縮小、有體色變淡及不產卵之現象。瓢蟲之人工飼料文獻很多，但飼育結果均不夠理想，普遍有體形變小、發育期加長、死亡率高或產卵不良之缺點，至今尚無令人滿意之飼料配方出現，且其人工飼料大多屬於黏稠度極高之膏狀，在製作人工膠囊技術上極為困難，除非能首先研發出更佳之液狀人工飼料，否則發展此類天敵人工膠囊之可能性很低。加以瓢蟲屬咀嚼式口器昆蟲，於取食時其習慣連同部分食餌表皮一併取食，因此，取食不可消化之囊殼材料亦造成不利之影響，如何改進此項缺失，目前尚無對策。評估其應用之可能性較低。

d. 捕食性蝻類：

近年來捕食性蝻類之人工飼料發展頗為迅速，且均為液狀之型態，養殖結果亦甚為理想(James,1989; Ochieng *et al*,1987)。因此只要能發展出製作小囊徑膠囊之技術，即可進行供捕食性蝻類食用之人工膠囊方面研究。筆者對此亦曾做初步測試，以基徵草蛉之人工飼料為配方，篩選極小顆粒之人工膠囊試養根蝻之天敵屬蝻(*Hypoaspis aculeifer*)，可以從初齡若蝻養成至成蝻並能產卵繁殖下一代，因此如能克服膠囊製作技術之瓶頸，將來用以繁殖捕食性蝻類成功之機會極大。

五、結論

為了追求生物防治方法成功之目標，發展有效又具經濟利益之天敵大量繁殖技術為當前首要之努力方向。但由於社會變遷，昂貴人工的花費成了天敵繁殖應用上最大之限制因子。膠囊化人工飼料技術省略了寄主植物種植及食餌昆蟲飼養之步驟，可大量減少飼育操作人工，而降低天敵生產成本，導致此項技術極具發展潛力。但其先決條件必須針對特定之天敵發展出完善之人工飼料，其次必須發展出適當之膠囊製做技術，能夠價廉又快速地生產合適之人工膠囊，每一環節均須耗費極大量之研究人力與資金。因此，不能每種天敵均可進行此類研究，事前之評估工作極為重要，以免資金人力做無謂之浪費。國內目前從事人工飼料及微膠囊製作方面之研究人員極缺，一切工作均在啟始階段，全靠自力研發困難重重，亦難逃閉門造車之嫌。目前筆者僅能參考國外文獻資料，從修改配方及膠囊製做方法兩方向進行嘗試性養殖試驗，工作效能不如理想且欠缺研究整體性。將來有待更多同行參與，加強天敵昆蟲之生理、營養等方面基礎性研究，方能為此

項工作打下深厚根基，而收到事半功倍之效。暫且不論將來是否能夠應用此項技術於其他天敵之繁殖，能價廉地大量繁殖草蛉之成功，已對將來整個作物害蟲綜合防治体系有重大之影響。由於天敵生產成本大幅降低，而大大提高了淹沒式釋放天敵之可行性。使天敵由生態平衡之調節因子得以轉變成扮演生物殺蟲劑之角色，在某些特定之情況下，可以取代部分農藥之使用達到迅速殺蟲之目的。在沒有農藥殘毒顧慮之情況下，易為農民及消費者所接受。甚致更將逐步導正現今以化學防治為主之作物病蟲害防治方法轉變成以生物防治為主之綜合防治系統。若能有此結果實乃全民之福。至於如何對天敵生產品質做有效控制、天敵生產流程之設計與調節、天敵產品之貯存與運輸則又進入另一研究領域，此領域目前的知識極為欠缺但需求卻甚殷切，仍有待此方面專家共同努力以完成之。

參考文獻

Cai, C. R., X. D. Zhang, and J. Z. Zhao. 1985. Tentative studies on the artificial diets of larvae and adults of *Chrysopa septempunctata* (Neuroptera: Chrysopidae). Natural enemies of insects 7: 125-128.

Cohen, A. C. 1983. Improved method of encapsulating artificial diet for rearing predators of harmful insects. J. Econ. Entomol. 76:957-959.

Hassan, S. A., and K. S. Hagen. 1978. A new artificial diet for rearing *Chrysopa carnea* larvae (Neuroptera, Chrysopidae).Zeitschrift fur Angewandte Entomologie 86: 315-320.

Hagen, K. S., and R. T. Tassan. 1965. A mehtod of providing artificial diets to *Chrysopa* larvae. J. Econ. Entomol. 58: 999-1000.

James D. G. 1989 Influence of diet on development, survival and oviposition in an Australian Phytoseiid, *Amblyseius victoriensis* (Acari: Phytoseiidae) Exp. & Appl. Acarol. 6: 1-10.

Lee, W. T. 1994 Technical development of microencapsulated artificial diets for *Mallada basalis* Walker. Chinese J. Entomol. 14: 47-52.

Lee, W. T. 1995 Technical improvements for group-rearing larvae of *Mallada basalis* (Walker)(Neuroptera : Chrysopidae). Chinese J. Entomol. 15: 11-17.

Liu, Z. C., Y. R. Sun, Z. Y. Wang, J. F. Liu, L. W. Zhang, Q. X. Zhang, K. J. Dai, and Y. G. Gao. 1985. Field release of *Trichogramma confusum* reared on artificial host eggs against sugarcane borers. Chinese J. Biol. Control. 1: 2-5.

Liu, Z. C., Z. Y. Wang, Y. R. Sun, J. F. Liu, and W. H. Yang. 1986. Mass propergation of *Anastatus sp.*, a parasitoid of litchi stink bug, with artificial host eggs. Chinese J. Biol. Control. 2: 54-58.

Ma, A. N., X. D. Zhang, and J. Z. Zhao. 1986. A machine for making encapsulated diet for rearing *Chrysopa* app. Chinese J. Biol. Control. 2: 145-147.

Nakashima, Y., Y. Hirose, and K. Kinjo. 1996. Reaning *Orius sauteri* (Poppius) on diet of freeze-dried larval powder of melon fly, *Bactrocera cucurbitae* Coquillett. J. Appl. Entomol. Zool. 40 : 80-82.

Niijima, K., and M. Matsuka. 1990. Artificial diets for mass production of chrysopids (Neuroptera). Pp. 190-198. *in*: Mochida, O., K. Kiritani, and B. P. Jan, eds. The use of natural enemies to control agricultural pests. Food and Fertilizer Technology Center/ ASPAC Book Series No.40.

Nordlund, A. D., and R. K. Morrison. 1992. Mass rearing of *Chrysoperla* species. Pp. 427-439. *In* T. E. Anderson & N. C. Leppla [eds.], Advances in Insect Rearing for Research and Pest ManagemEntomol. Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd.

Ochieng, R. S., G. W. Oloo, and E. O. Amboga. 1987 An artificial diet for rearing the Phytoseiid mite, *Amblyseius take* Pretchard and Baker. Exp. & Appl. Acarol. 3: 169-173.

Ridgway, R. L., R. K. Morrison, and M. Badgley. 1970. Mass rearing a green lacewing. J. Econ. Entomol. 63: 834-836.

Waage, J. K., K. P. Carl, N. J. Mills, and D. J. Greathead. 1985. Rearing entomophagous insect. pp 45-66. *in*: P. Singh and R. F. Moore, eds. Handbook of Insect Rearing. Vol. 1. Elsevier, Amsterdam

Yazlovetsky, I. G. 1992. Development of artificial diets for entomophagous insects by understanding their nutrition and digestion, pp. 41-62. *In* T. E. Anderson & N. C. Leppla [eds.], Advances in Insect Rearing for Research and Pest ManagemEntomol. Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd.

Zhou, W. R., H. Y. Chen, and S. B. Qiu. 1985. Rearing *Chrysopa sinica* on a simplified encapsulated diet for ten successive generations. Chinese J. Biol. Control. 1: 8-11.

Prospects of mass-rearing predaceous natural enemies on microencapsulated artificial diets

Wen Tai Lee

Department of Applied Zoology, Taiwan Agricultural Research Institute

ABSTRACT

Microencapsulated artificial diets used for mass-rearing natural enemies is a new technique developed in last 30 years. It overcomes plenty of inconvenience to rear natural enemies by living preys, but also greatly decreases the cost of producing natural

enemies. Some natural enemy products are already available in market, although there are a lot of technical shortcomings needed to be overcome. It is firmly believed that the technique will be useful in integrated pest control program in the future. Taiwan Agricultural Research Institute (TARI) started the research in 1989, and so far has an important break through in continuously rearing lacewing larvae, *Malted baseless*,on microencapsulated artificial diet for 10 generations without any obvious weakness. According to reference and our experience, some rules could be concluded: (1) Microcapsulated technique is more suitable for production of predators than parasitoids. (2) Polyphagous predator has better chance than the oligophagous. (3) Predator with sucking type mouthparts has better results in rearing than that with biting type. (4) Microencapsulated diet rearing for big predator is much easier than the smaller one. In conclusion, lacewing is the best natural enemy suitably reared on microencapsulated artificial diet. Next, some Heteropteran insects such as plant bug (Miridae) and minute pirate bug (Anthecoridae) has opportunity to success too. Rearing lady beetle may success when artificial diet can be improved greatly. The predacious mite also has some chance, if smaller particles of the microencapsulated diet can be made. We can rear lacewing successfully and cheaply which has great influence in the integrated pest control system in Taiwan. The possibility of mass releasing natural enemy on pest control program has been increased considerably due to huge cost reduction in natural enemy production. We can use natural enemy as bio-insecticide for ecological balance. In some special situations,such as greenhouse or screenhouse, etc., it can reduce pest population as quickly as pesticide spray. Since this method can solve poison and residue problems of pesticide, it will be easily accepted by farmers and consumers. The environmental pollution and ecological disruption problems can be solved at the same time. It can providea correct way for pest management in the near future.