

# 開花植物應用於農田蟲害管理研究

林立、翁崧夏、倪宇亭、陳任芳  
行政院農業委員會花蓮區農業改良場

## 摘要

種植開花植物於農田中，可增加農田生物多樣性，並間接達到控制害蟲效果。有鑑於此，本場於 98 年開始針對數種可吸引益蟲的綠籬植物進行調查及篩選，並於轄區內進行多場試驗以營造生物多樣化的方式達到減少害蟲和增進授粉的功能。結果顯示馬利筋 (*Asclepias curassavica* Linn.) 為一種可強烈吸引瓢蟲的開花性植物，田間試驗證實利用此特性可明顯抑制白蘿蔔偽菜蚜發生率 50 % 以上，亦可減少黃秋葵蚜蟲危害率 39 %。

在水稻田埂建構菊科開花植物的試驗中，處理田區擬寄生性天敵比例顯著較高，多以膜翅目姬蜂總科昆蟲為主，貢獻 8 種物種於調查的 11 種寄生性天敵中。白背飛蟲 (*Sogatella furcifera* (Horvath)) 的族群數量於對照田區上升至約 200 隻/每掃 30 網，相反地處理田區族群數量在同一時間點僅有一半的數量，並由調查結果發現百日草等菊科植物可增加水稻田寄生蜂的相對數量，有助於抑制螟蛾類害蟲。

**關鍵詞：**生態系統服務、馬利筋、菊科植物、天敵

## 一、前言

生物防治法 (biological control method)，一直為有機農法蟲害防治之重要方法。過去，田間生物性害蟲防治包含：利用性費洛蒙誘捕害蟲、週期性釋放田間害蟲天敵等方式，以降低害蟲族群密度。有機農法除了不使用化學藥劑之外，更重要的精神在於維持田區生物多樣性達到永續經營之目的。因此，建構生物友善 (Eco-friendly) 的農田環境，利用豐富的生物相達農田生態系之平衡，是建立在生態系統服務 (ecosystem service) 的概念上，來進行田間害蟲生物性防治 (Way and Heong, 1994；Costanza et al, 1997)。

農田生態工法 (Ecological engineering)、生物棲所營造 (habitat manipulation)、農田景觀化 (Farmscaping) 這三種名詞意思相似、皆為增加農田生物多樣性的方法，藉由增加田區植物種類而提高田區生物多樣性，使農田生態系之食物鏈達平衡，便能有效控制害蟲族群密度，最終達生物防治之功效 (Ponti et al., 2005；Simon et al., 2010；Gurr et al., 2011)。棲地操作方法中「農田綠籬」與「田埂植被」被證實能有效控制農田害蟲密度 (林與楊 2012；Marino and Landis, 1996；Wratten et al., 2002)，在有機田區應用棲地營造之技術，不僅能降低田間蟲害問題、減少非農藥資材之消耗，同時增加田區景觀，實有一舉數得之效。綠籬原為屏障、遮蔭之用，應用於農業除有防風與阻隔外來物外，也提供農田害蟲天敵棲所，達到生物防治之效，並有觀賞與美化田區等附加價值 (呂等 2002；Ponti et al., 2005；楊與林 2008)。花粉或花蜜為害蟲天敵昆蟲生活史某些階段之營養來源，於田埂種植開花植物同樣能吸引天敵昆蟲駐進，於農田種植吸引益蟲植物 (Insectary plant) 可增加有益天敵數量，增加生態系統服務功能 (Kopta et al., 2012)，並降低其他外加資材的投入花費和人力，已成為有機農業永續管理害蟲的概念和方法。

目前，國內有機農業生物性防治害蟲技術中，僅有少數種類之害蟲天敵有大量飼養並且商品化的生產技術，突顯棲地操作應用於田間害蟲防治之重要，而國內探討棲地操作營造與田間害蟲關係之研究卻顯缺乏。東台灣的宜蘭花蓮地區有機農業驗證面積達全國 1/4，為國內有機生產主要區域，有機栽培與病蟲害防治方法需同步精進，因此，花蓮區農業改良場於 2009 年起針對棲地操作與害蟲抑制等研究，於轄區不同地點分別操作物防治相關試驗，包含：馬利筋等多年生植物作為蔬菜害蟲天敵棲所、菊科植物營造蔬菜田天敵棲所、水稻田埂植被操作等試驗，本文將簡述各試驗之操作方法及其

初步成果，希冀各項試驗結果在未來能應用於有機農業中，改善有機農耕作環境，降低有機農業經營管理強度與害蟲防治資材使用，真正落實有機農業「自然」、「永續」之精神。

## 二、材料與方法

### (一)馬利筋於蘿蔔田之應用

於瑞穗鄉一處田區內劃定 1 區約 1 分地的長條形田區 (10m\*100m)，兩旁種植馬利筋當作圍籬，田區內則種植白蘿蔔，待白蘿蔔生長 1 個月後開始調查葉片上的偽菜蚜 (*Turnip aphid*) 和瓢蟲數量，另外並種植一區無綠籬的白蘿蔔作為對照組，白蘿蔔生長 50 天後調查葉片上偽菜蚜危害情形，其危害率調查和計算方法如下：

0 級: 0 隻

1 級: 1-50 隻

2 級: 51-100 隻

3 級: 101-200 隻

4 級: 201-300 隻

5 級: 300 隻以上

調查後的級數再帶入以下公式：

$$\text{危害度(\%)} = \frac{\sum(\text{級數} * \text{該級被害株數})}{5 * \text{調查株數}} \times 100\%$$

### (二)馬利筋於秋葵田之應用

另外102年於花蓮縣壽豐鄉東華有機專區選定約0.8公頃的田區進行試驗，將田等比例分成兩區，以白色細紗網區隔 (6x3m)。於作物定植前一個月先將馬利筋扦插苗沿著處理組的長邊種植。種植後的第一期作種植白蘿蔔，六個月後種植黃秋葵觀察蚜蟲及鱗翅目害蟲發生情形以及田間天敵數量之穩定度。

調查項目包含瓢蟲、黃斑粗喙椿象密度、蚜蟲與鱗翅目幼蟲密度。所有試驗數據先計算平均值和標準差，再利用SigmaPlot12.0進行統計分析，試驗結果以Two Way ANOVA和最小顯著差異法 (Fisher's Least Significant

Difference, LSD) 進行統計分析，檢測各處理間5 %的差異顯著性。

### (三)菊科植物應用於有機水稻田埂植被棲所營造

為了改善水稻田單一化種植導致田間害蟲猖獗，解決有機水稻田裡二化螟和瘤野螟之螟蛾危害乃重要課題。本場參考國外相關作法，先行於場內自行種植數種菊科的植物，包括百日草 (*Zinnia elegans* Jacquin)、萬壽菊 (*T. erecta*)、向日葵 (*Helianthus annuus*) 等，並觀察其可吸引之益蟲種類，調查結果顯示百日草和孔雀草可吸引較多的寄生蜂，這些寄生蜂大多可寄生於蛾類昆蟲，因此將探討百日草和孔雀草對於水稻田區抑制害蟲的效果。

試驗選擇一長約 150m，寬 20m 的田區，試驗時將百日草種子撒播於其中一長邊，撒播時間比插秧時間早 15 天，俟其開花時正逢水稻抽穗期，即開始調查田區蟲相，調查時每塊田區選定 6 個區塊，每個區塊掃網 30 網進行蟲相鑑定分析，另設一塊相同大小田區作為對照，以同樣方式掃網調查結果。

## 三、結果與討論

### (一) 馬利筋綠籬於白蘿蔔田之研究

本研究調查結果發現在馬利筋圍繞田區內的白蘿蔔葉片上調查到偽菜蚜的危害度為 34.2% (表一)，但在細葉雪茄花田區內危害度則高達 91.1 %，調查過程中並發現到瓢蟲數量 14.7 隻 (/15 株)，幾乎每一株羅蔔葉片上至少都有一隻瓢蟲正在取食蚜蟲，密度相當高，而對照組為 9.7 隻 (/15 株)，雖然也有瓢蟲幫忙取食但數量不及試驗組的高。本試驗顯示了馬利筋上的瓢蟲成功擴散至田區內捕食蚜蟲的生物防治功能。

表一、馬利筋綠籬區的白蘿蔔蚜蟲危害情形

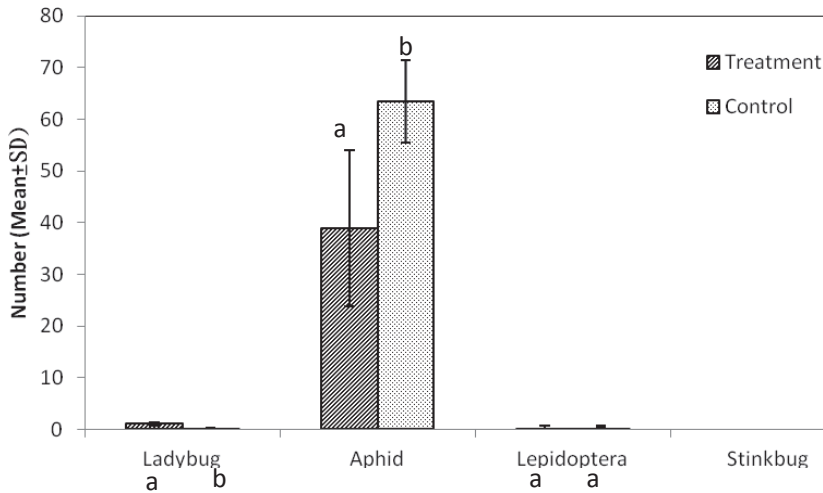
Table 1. The extent of injury by aphids in the radish field which was treated with *A. curassavica*

	Weeks after planting			
	7		8	
	The extent of injury by aphids (%)	The number of ladybugs	The extent of injury by aphids (%)	The number of ladybugs
Treated with <i>A. curassavica</i>	34.2*	14.7	28.0	15.3
Control	91.1	9.7	81.3	8.3
F	1.42	16.75	1.47	4
<i>p</i> value	< 0.001	0.1497	< 0.001	0.0598

## (二) 馬利筋綠籬於秋葵田之研究

另外 102 年於花蓮縣壽豐鄉東華有機專區的試驗結果顯示，第二期作種植黃秋葵，於定植後一個月後綠籬處理組作物上之蚜蟲數量較對照組少了 39 %，而捕食性瓢蟲的數量多了 5 倍（圖一）。試驗結果證實馬利筋綠籬植物可於作物採收後提供棲所及食源給有益昆蟲，將天敵保留於田間，於下一期作初期前，提供有效及時的生物防治。

馬利筋可吸引大量瓢蟲棲息，除因其上有夾竹桃蚜之外，其花蜜也是吸引瓢蟲的重要原因 (Simon *et al.*, 2010)，瓢蟲、食蚜蠅和草蛉等捕食性天敵均仰賴花粉花蜜為食物源 (虞和王 1999)，因此馬利筋能夠提供瓢蟲相當豐富的食物來源。而由於馬利筋為有毒植物，因此捕食夾竹桃蚜的瓢蟲種類有限，包含赤星瓢蟲 (*Lemnia swinhoel*)、錨紋瓢蟲 (*Lemnia biplagiata*)、六條瓢蟲、龜紋瓢蟲 (*Propylea japonica*) 等 9 種 (金和陶 1989)，林和楊 (2012) 調查結果發現花蓮地區馬利筋上的瓢蟲種類以六條瓢蟲為最多。Stiling 和 Cornelissen (2005) 的研究中曾指出，害蟲若處於含有生物防治因子 (包含寄生性和捕食性天敵，以及微生物) 的環境中，與對照組相比可降低 130 % 的害蟲豐度，以及增加害蟲被寄生數量達 139 %。因此本研究顯示馬利筋上的瓢蟲對田區內蚜蟲產生良好的抑制效果，與上述理論相符。



圖一、馬利筋田區內秋葵之蟲相數量 (Treatment:田邊種植馬利筋)

Figure 1. The number of insects on okra surrounded by milkweed hedgerow.

### (三)菊科植物應用於有機水稻田埂植被棲所營造

由掃網調查結果顯示，本次針對稻株地上部 (shoot system) 進行掃網調查共捕獲節肢動物門 112 種約 10,000 隻。其中 27 種可在處理及對照田區發現，而僅在處理田區中採獲者 29 種，僅在對照田區中採獲者 15 種。

所調查群集中 (表二)，害蟲無論是處理田區或是對照田區皆佔有極高之比例，捕食性天敵物種的相對豐量或物種數於兩田區亦無顯著差別，但獵食性功能群的組成主要由橙瓢蟲 (*Micrapspis discolor*) 和水蠅科螳水蠅屬 (*Ochthera* sp.) 此兩種物種所貢獻。其中調查結果發現，處理田區擬寄生性天敵比例顯著較高 ( $p < 0.05$ )，多以膜翅目姬蜂總科昆蟲為主，貢獻 8 種物種於調查的 11 種寄生性天敵中。中性物種包含雙翅目屬腐食性的肉蠅、渚蠅、以有機碎屑為食、耐低溶氧環境的搖蚊及雜食性的蟻科物種為主，其比例在兩田區中無差別。

白背飛蟲的族群數量於對照田區上升至約 200 (隻/30 網)，相反地處理田區族群數量在同一時間點僅有一半的數量。此結果可推估處理田區的水稻常見害蟲無法短時間大量發生，但是否與處理田區擬寄生性物種豐度較高、捕食性生物數量較多的結果具有相關性，仍需要更多調查資料及長時間的調查監測才能佐證。本研究冀望此田埂植被棲所營造後，天敵物種多樣性 (種數、

相對豐量) 的增加可以因應未來害蟲群集的優勢物種若產生改變時 (例如：由抗藥性較強的物種取代)，天敵群集可隨之因應而避免造成經濟農損。

表二、不同操作之田區下，各生態功能群的物種數與相對豐量

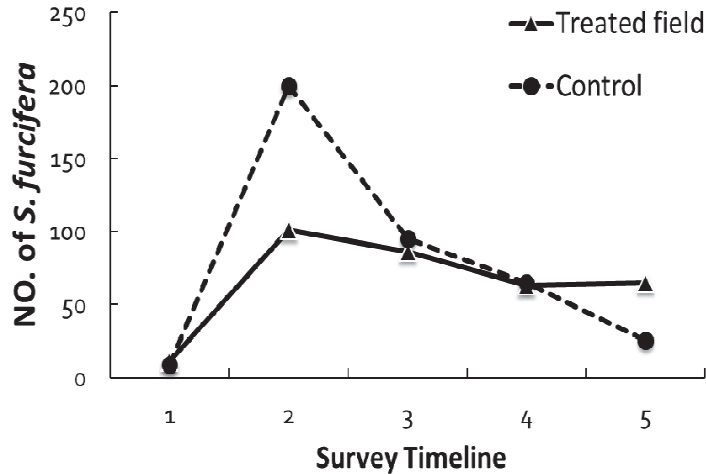
Table 2. Species number and relative abundance of each ecological function groups

	<b>Treated field</b>		<b>Control</b>	
	No. of sp. <sup>z</sup>	RA <sup>y</sup> , %	No. of sp. <sup>z</sup>	RA <sup>y</sup> , %
<b>Pests</b>	<b>8</b>	<b>20.80%</b>	<b>7</b>	<b>22.60%</b>
<b>Predators</b>	<b>11</b>	<b>30.80%</b>	<b>8</b>	<b>34.80%</b>
<b>Parasitoids</b>	<b>11</b>	<b>6.40%</b>	<b>5</b>	<b>3.70%</b>
Pollinators	3	0.70%	2	1.00%
Graminivores	3	1.40%	3	1.00%
Neutural species	20	39.90%	17	36.90%
Total No. of sp.	<b>56</b>		42	

<sup>z</sup>numbers of species of each ecological function in treatments

<sup>y</sup>relative abundance of each ecological function groups in treatments

<sup>x</sup>Two population proportions test, p<0.05



圖二、白背飛蟲於田區的族群動態。

Figure 2. The population dynamic of *Sogatella furcifera* on rice.

調查數據中的二化螟和瘤野螟兩種螟蛾類害蟲數量皆偏低，平均調查到的成蟲數量在處理田區和對照田區分別為 1 和 0.7 隻 (表三)，並無顯著差異，且以目視觀察水稻被螟蛾危害的症狀亦相當輕微。但螟蛾類的寄生蜂在處理田區數量為 52 隻，明顯多於對照田的 19.7 隻，顯示距離百日草愈近寄生蜂數量愈多。而距離百日草約 30 m 遠處的對照田區雖然寄生蜂數量下降，但此數量和豐度仍有控制螟蛾類害蟲的效果。范等 (2013) 研究比較有機田區和慣行田區各生態功能群當中，捕食者和寄生者於有機田區的相對豐量皆高於慣行田區，而本研究當中的百日草花朵主要則可明顯增加擬寄生性昆蟲的相對豐量，這對於螟蛾類害蟲危害的抑制具有優勢，並由結果推測可穩定其蛾類害蟲族群且不易驟增。



表三、螟蛾科害蟲與其擬寄生性天敵於水稻田區的數量

Table 3. Pyralidae and related parasitic wasps numbers in paddy field

	Pyralidae	Parasitic wasp related to Pyralidae
Treated field	1*	52.0 <sup>a</sup>
CK	0.7	19.7 <sup>b</sup>

\* means average number of 3 time investigation

植栽多樣化於田間利用上如間作、草生栽培、與護土植物或其他利於有益昆蟲棲息之非經濟植物交替種植，皆可增加天敵及有益微生物的種類，使整個農業環境具有豐富的生物相 (Andow, 1991; Khan *et al.*, 1997; Bengtsson *et al.*, 2005)，並透過各物種之間相互競爭或捕食而達到生物防治效果 (Wratten *et al.*, 2002; Begum *et al.*, 2006; Berndt *et al.*, 2006; Jacometti *et al.*, 2008)，欲有效綜合管理田區內的害蟲需仰賴害蟲、天敵、週邊其他植物害蟲、甚至是雜草上的害蟲之交互作用制衡來達成，因此植栽的多樣化更顯得重要。生態系統服務 (Ecosystem service) 充足，便可減少一部份人為外加進去欲控制病蟲害所耗費的成本 (Costanza *et al.*, 1997)。農田綠籬不僅能提供多種生物作為棲息場所，同時也增加生長其下的草相，綠籬與草之間蘊藏多種捕食性和寄生性天敵，如蜘蛛、瓢蟲、鳥類、寄生蜂等，更可能形成自然棲地的生態走廊 (Symondson *et al.*, 2002; Warren, 2002)，對整個農業生態環境扮演相當重要角色。丹麥研究顯示多年生的柳樹綠籬可以在冬天時作為天敵的培養所，並在春夏時讓天敵擴散至 200 公尺範圍的田間 (Langer, 2001)。而 Marino 和 Douglas (1996) 研究調查也顯示，於栽植多種類灌木樹籬的玉米田區內，危害玉米的夜盜蟲 (*Pseudaletia unipuncta*) 被天敵寄生的機會較高，這些研究亦證明了綠籬對於害蟲具有良好的防治效果。

## 四、結論

本場於 2009 年開始至今，陸續與花蓮地區有機農民合作，於田間進行棲地操作相關試驗，並將成果陸續推廣於農民使用，截至今年於宜蘭花蓮地區共推廣 3500 m。本場藉由不斷嘗試的田間試驗以及與農戶的合作試驗為基礎，若試驗成功則於現地進行觀摩會且該農場便順勢成為推廣於農民最有說服力之平台。有機農業之目的在與自然永續共存，創造健全多樣化之生態系。利用人為力量加速多樣化棲所至農田生態系，不僅豐富田間生物相，也減少有機農田病蟲害管理成本，實現有機農業利用自然平衡，達到低投入生產之理想。本場經歷多年相關試驗及示範應用，已可針對不同作物農田，提供農田綠籬與棲所操作之建議植物，且有機農法對農田生物相之影響，有了初步的理解，未來將再擴及水稻田埂及有機果園天敵棲所營造試驗與操作進行研究，並加強生物統計和分析能力，以更精準的證據說服大眾生態於農田的重要性，在本場強調農業生態的努力之下，為農民貢獻一套永續管理的操作原則，並與國際相關研究接軌。

## 五、參考文獻

- 呂光洋、林思民、賴俊祥、莊國碩 2002 棲地破碎化、生態廊道及棲息地網  
研討會專刊 國立師範大學編印。
- 金慧通、陶家駒 1989 台灣省常見蚜蟲彩色圖說 興農雜誌社編印。
- 林立、楊大吉 2012 綠籬對於三種作物害蟲防治之研究 花蓮區農業改良場研究彙報 30：33-41。
- 范美玲、蔡思聖、林泰佑、倪宇亭、黃鵬、李光中 2013 不同農業操作對台灣東部水稻田無脊椎動物多樣性之影響 31:53-64。
- 楊大吉、林立 2008 有機農業生態環境建構 東部有機樂活廊道研討會專刊  
花蓮區農業改良場編印：75-85。
- 虞國躍、王效岳 1999 台灣瓢蟲彩色圖鑑 六景彩印實業有限公司編印 臺北。
- Altieri, M. A. and C. Nicholls. 2003. Soil fertility and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil Tillage Res.* 72: 203-211.
- Andow, D. A. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annu. Rev. Entomol.* 36: 561-586.

- Begum, M., G. M. Gurr, S. D. Wratten, P. R. Hedberg, and H. Nicole. 2006. Using selective food plants to maximize biological control of vineyard pests. *J. Appl. Ecol.* 43: 547–554.
- Berndt, L. S., S. D. Wratten, and S. L. Scarratt. 2006. The influence of floral resource subsidies on parasitism rates of leafrollers (Lepidoptera: Tortricidae) in New Zealand vineyards. *Biol. Control.* 37: 50-55.
- Costanza, R., R. d’Arge, R. de Groot, S. Farberk, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. O’Neill, J. Paruelo, R. G. Raskin, P. Suttonkk, and M. van den Belt. 1997. The value of the world’s ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253~260.
- Gurr, G. M., J. Liu, D. M. Y. Catindig, J. A. Cheng, L. P. Lan, and K. L. Heong. 2011. Parasitoid of Asian rice planthopper (Hemiptera: Delphacidae) pests and prospects for enhancing biological control by ecological engineering. *Ann. Appl. Biol.* 158 : 149-176.
- Jacometti, M., S. Scarratt, and S. Wratten. 2008. Buckwheat means no sprays are needed. *Winegrower. New Zealand.* p. 76-78.
- Khan, Z. R., K. Ampong-Nyarko, P. Chiliswa, A. Hassanali, S. Kimani, W. Lwande, W. A. Overholt, W. A. Overholt, J. A. Picketta, L. E. Smart, and C. M. Woodcock. 1997. Inter-cropping increases parasitism of pests. *Nature* 388: 631-632.
- Kopta T., R. Pokluda, and V. Psota. 2012. Attractiveness of flowering plants for natural enemies. *Hort. Sci.* 39 : 89-96.
- Langer, V. 2001. The potential of leys and short rotation coppice hedges as reservoirs for parasitoids of cereal aphids in organic agriculture. *Agr. Ecosyst. Environ.* 87: 81-92.
- Marino, P. C. and D. A. Landis. 1996. Effect of landscape structure on parasitoid diversity and parasitism in agroecosystems. *Ecol. Appl.* 6(1): 276-284.
- Ponti, L., C. Ricci, F. Veronesi and R. Torricelli. 2005. Natural hedges as an element of functional biodiversity in agroecosystems: the case of a Central Italy vineyard. *Insectology* 58 : 19-23.
- Simon, S., J.C. Bouvier, J.F. Debras, and B. Sauphanor. 2010. Biodiversity and pest management in orchard systems. A review *Agron. Sustain. Dev.* 30 :

139-152.

- Stiling, P. and T. Cornelissen. 2005. What makes a successful biocontrol agent? A meta-analysis of biocontrol agent performance. *Biol. Control* 34:236-246.
- Symondson, W. O. C., K. D. Sunderland, and M. H. Greenstone. 2002. Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Annu. Rev. Entomol.* 47:561-594.
- Warren, H. and J. Kuo. 2002. The function and the establishment of hedgerows. In: Lue K. Y., S. M. Lin, J. S. Lai, and G. S. Zhuang (edited). *Proceedings of habitat fragment, ecological corridor and habitat web*. 219 p. National Taiwan Normal University. Taipei.
- Way, M. J. and K. L. Heong. 1994. The role of biodiversity in the dynamics and management of insect pests of tropical irrigated rice – a review. *Bull. Entomol. Res.* 84 : 567-587.
- Wratten, S., L. Berndt, G. Gurr, J. Tylianakis, P. Fernando, and R. Didham. 2002. Adding floral diversity to enhance parasitoid fitness and efficacy. *International 1st symposium on biological control of arthropods* : 211-214.

# Use of Flowering Plants as A Habitat Management Tool to Enhance Biological Control of Pests

Lily Lin, Sung-Hsia Weng, Yu-Ting Ni, Jen-Fang Chen  
Hualien District Agricultural Research and Extension Station, Council of  
Agriculture, Executive Yuan, Taiwan

## ABSTRACT

To achieve the pest control, planting insectary plant may enhance biodiversity of agroecosystem. Accordingly, this study further select several insectary plant and hedgerow for maintaining beneficial arthropods. It had been practiced several times for pest control and pollination. Result showed that tropical milkweed (*Asclepias curassavica* Linn.) attract ladybugs intensely. Trial approved that the occurrence of turnip aphid (*Lipaphis erysimi* (Kalt.)) obviously decreased to 50 % below by planting milkweeds surround. The okra damage caused by aphids which decreased 39 % by the beneficial insects on milkweeds. The habitat manipulation of paddy rice ridge using by Asteraceae plants increased the proportion of parasitoids in treated field. Most are contributed by hymenopteran, Ichneumonoidea insects, it occupy 8 among 11 parasitoid species. The population of important rice pest in treated field, white backed planthopper (*Sogatella furcifera* (Horvath)) were obviously less than in control field. This study will be conducted for the longer period of time in the future to confirm the effect of habitat manipulation.

**Keywords:** Ecosystem service, *Asclepias curassavica*, Asteraceae, Natural enemies