

綠籬對於三種作物害蟲防治之研究¹

林 立²、楊大吉³

摘要

本研究在探討可吸引天敵的綠籬植物對於田區內害蟲之生物防治效果。將作物種植於馬利筋(*Asclepias curassavica*)和金露花(*Duranta repens* cv. *Takarazuka*)綠籬圍繞的田區內，調查茄子(*Solanum melongena*)二點小綠葉蟬(*Amrasca biguttula*)、四季豆(*Phaseolus vulgaris* L.)小綠葉蟬(*Edwardsiana flarescens*)和蘿蔔(*Raphanus sativus*)僞菜蚜(*Lipaphis erysimi*)三種作物害蟲的數量，並與無綠籬的對照組做比較。結果顯示馬利筋圍籬區的茄子二點小綠葉蟬密度與對照組相比並無顯著差異；同樣將四季豆定植於馬利筋和金露花綠籬的田區內 2 個月後，葉片上的葉蟬密度明顯少於對照組，推測原因為綠籬區內蜘蛛捕食而造成葉蟬密度減少。另外將白蘿蔔種植於馬利筋圍籬田區後第 7、8 週，僞菜蚜的危害度分別為 34.2% 和 28%，明顯少於對照組的 91.1% 和 81.3%，其原因为馬利筋圍籬的田區內擁有較多的瓢蟲，瓢蟲捕食僞菜蚜而達到明顯的生物防治效果。

(關鍵詞：生物防治、綠籬、馬利筋、金露花、葉蟬、蚜蟲、瓢蟲)

-
- 1.花蓮區農業改良場研究彙報第 233 號。
 - 2.花蓮區農業改良場作物環境課助理研究員。
 - 3.花蓮區農業改良場作物環境課副研究員兼課長。

前 言

欲成功建立良好的有機栽培環境，人為操控主要可先從土壤和植物兩方面著手。土壤的物理、化學和生物性質處於最佳狀態時，便可有效讓植物產生對病蟲害的抵禦能力；而植物多樣化可增加生物多樣性，也能夠健全土壤中的微生物相，土壤與植物兩者之間的加成效果造就出健康的農業生態系統(Altieri and Nicholls, 2003)。有機農業的害蟲防治中，最重要的就是前期的管理，包含土壤肥培、輪作與植栽管理，其中利用植栽分布增加天敵數量，可以有效控制害蟲族群密度(Zehnder *et al.*, 2007)，若能預先建立好生態友善環境，提高田區的生物多樣化，則農業生態系的食物鏈也能愈快達到平衡，因此，綠籬的應用成為增加農田生物多樣性的一種方式。綠籬，又稱田籬或圍籬，原始功能是作為藩屏邊界，防止牲畜遊失，也可提供遮陰場所，將綠籬應用在農業則具有防風及阻隔外來物、提供天敵棲息場所和具有觀賞等附加價值(呂等 2002; Ponti *et al.*, 2005; 楊和林 2008)，其中提供天敵棲息場所的功能便可應用於有機農業蟲害防治的操作上。

本研究當中所調查之茄子二點小綠葉蟬和四季豆小綠葉蟬平時棲息葉背以刺吸式口器吸食葉液，嚴重時被害嫩芽捲縮不展，甚至導致植株衰弱，開花結果不良；蘿蔔偽菜蚜一般群集於蘿蔔葉背吸取營養液，並分泌蜜露誘發煤病，影響光合作用及產量(費和王 2010)，被害嚴重葉片常顯現捲縮或萎凋，生長不良之危害特徵。目前市售的捕食性天敵相當稀少，大多數的天敵無法以人工方式繁殖，因此本研究即針對馬利筋和金露花兩種具有自然棲息大量捕食性瓢蟲和蜘蛛的綠籬進行試驗，評估栽種綠籬是否對於農田內的作物具有生物防治效果，以提供有機農民應用之參考。

材料與方法

一、試驗材料

- (一) 綠籬植物：馬利筋、金露花(購自園藝資材行扦插苗，高度約 40-50 cm)。
- (二) 供試作物：茄子、四季豆和白蘿蔔。

二、試驗方法

(一) 馬利筋綠籬對於茄子二點小綠葉蟬防治效果

1. 試驗地點：花蓮縣吉安鄉本場試驗田。
2. 試驗處理：選定長為 7 m、寬為 6 m 的田區(約 0.04 ha)進行試驗，試驗前於 99 年 2 月先行將馬利筋扦插苗沿著該田區長邊種植，寬邊不種植以方便農機具進出，另外，為避免綠籬分散種植會造成對於對照組試驗的干擾，因此選定毗鄰兩塊同樣大小的田區作為重複，每棵馬利筋間距為 30 cm，種植三個月後開始進行試驗。另外於 8 m 外，設立同樣大小面積的 3 塊田區，以不種植馬利筋之空白處理作為對照組。
3. 調查方法：試驗進行時，先在上述之馬利筋圍籬田區內定植茄子苗，之後於第 7 至 10 週調查棉蚜(*Aphis gossypii* Glover)、和二點小綠葉蟬的數量，調查時，隨機挑選一棵茄子由上往下計算第 4 片葉片之葉蟬數量，每處理每重複調查 10 片葉片。試驗過程中並同時於第 7 至 10 週調查馬利筋圍籬上的瓢蟲數量，每小區隨機選擇 20 棵馬利筋調查，以肉眼計算瓢蟲成蟲和幼蟲的總數。

(二) 馬利筋和金露花綠籬對於四季豆小綠葉蟬之防治效果

1. 試驗地點：花蓮縣壽豐鄉之有機農場。
2. 試驗處理：選定長為 12 m，寬 6 m(約 0.07 ha) 的田區進行試驗，試驗前先行於 98 年 3 月將馬利筋扦插苗沿著該田區長邊種植，寬邊同樣不種植以方便農機具進出。為避免綠籬分散種植會

對於對照組造成試驗干擾，另外選定毗鄰兩塊同樣大小的田區作為重複，每棵馬利筋間距為 30 cm，種植半年後開始進行試驗。於 8 m 外設置同樣面積大小的 3 塊試驗田區，長邊種植金露花，另外再設立一不種植綠籬之空白處理作為對照。

3. 調查方法：在上述之馬利筋和金露花綠籬田區內定植四季豆，之後於第 9 至 12 個禮拜調查小綠葉蟬的數量，調查時每處理每重複調查 10 片葉。

(三) 馬利筋綠籬對於白蘿蔔偽菜蚜防治效果

1. 試驗地點：花蓮縣瑞穗鄉之有機農場。
2. 試驗處理：選定長為 16 m，寬 7 m(約 0.11 ha) 的田區進行試驗，試驗前，先行於 98 年 3 月將馬利筋扦插苗沿著該田區長邊種植，寬邊不種植以方便農機具進出，另外為避免綠籬分散種植會造成對於對照組試驗的干擾，因此，選定毗鄰兩塊同樣大小的田區作為重複，每棵馬利筋間距為 30 cm，種植半年後二至三個月適度進行修剪，待馬利筋生長穩定便於隔年開始進行試驗。另外，並於 10 m 外設立同樣大小面積的 3 塊田區，以不種植馬利筋之空白處理作為對照組。
3. 調查方法：翌年 9 月在上述之馬利筋圍籬田區內以點播方式種植白蘿蔔，之後於第 7 和第 8 週調查蘿蔔葉背上偽菜蚜和瓢蟲的數量，調查時隨機挑選葉片，計算葉背偽菜蚜數量，每處理每重複調查 15 片葉片，由於蚜蟲數量龐大難以用隻數估算，因此調查方法經參考文獻(廖等 2008)之後做適當調整以不同級數紀錄如下：

0 隻—0 級
1-50 隻—1 級
51-100 隻—2 級
101-200 隻—3 級
201-300 隻—4 級
300 隻以上—5 級

最後再以下列公式換算成危害度：

$$\text{危害度}(\%) = \frac{\Sigma(\text{級數} \times \text{該級被害葉片數})}{5 \times \text{調查葉片數}} \times 100\%$$

(四) 統計分析

所有試驗數據先計算平均值和標準差，再利用 SAS Enterprise Guide 4.1 進行統計分析，試驗結果以 T 檢定(T-Test)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。

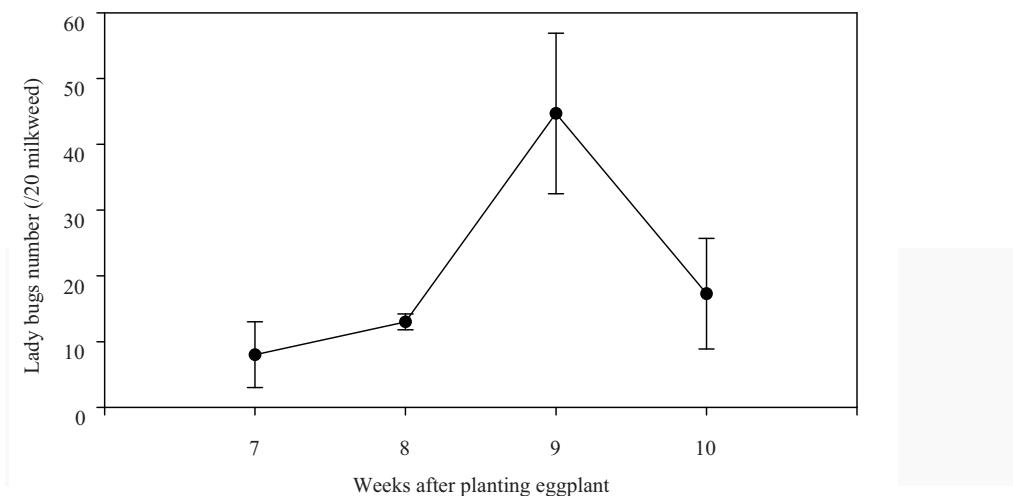
結果與討論

在吉安鄉馬利筋綠籬對於茄子二點小綠葉蟬防治效果試驗(表一)，於種植茄子後第 7-10 週，馬利筋圍籬區和對照區葉蟬數量以 T 檢定並無顯著差異。但由數據顯示於第 8-10 週對照區葉蟬密度皆高於馬利筋圍籬區，對應試驗期間馬利筋植株上瓢蟲的數量(圖一)，於第 9 週時的瓢蟲密度平均為 44 隻(/20 棵)，達到最高峰，但田區內葉蟬數量並未因此而減少，反而持續增加，且調查過程中茄子葉片上出現的瓢蟲相當稀少，數量趨近於零(結果並未顯示)，表示馬利筋上的瓢蟲並未對於葉蟬產生捕食效果。

表一、馬利筋綠籬對田區內茄子二點小綠葉蟬(*A. biguttula*)密度的影響Table 1. *Amrasca biguttula* density on eggplant in the field encircled by milkweed.

Treatment	Leafhopper number (/10 leaves)			
	Weeks after planting eggplant			
	7	8	9	10
Field with milkweed ^z	2.3	3.7	5.0	8.3
Field with no hedge (Control)	1.7	7.0	9.0	10.0
F	1.75	2.53	7.00	4.74
p value	0.5790	0.2889	0.0700	0.7269

^z Means planted milkweed surround the field.



圖一、試驗期間馬利筋上捕食性瓢蟲數量的變化

Fig. 1. Ladybugs number variation on milkweed hedge during trial period.

另上述試驗中，原本預期可調查馬利筋上的瓢蟲對於茄子棉蚜的生物防治效果，但在茄子生長過程中並未發現到任何蚜蟲的危害。

壽豐鄉所進行的試驗當中(表二)，於種植四季豆後第 10 週，馬利筋圍籬區、金露花圍籬區以及對照區內的小綠葉蟬數量分別為 4.7、5.0 和 12.7 隻(/10 片葉)，第 12 週則分別為 2.3、0.6 和 6 隻(/10 片葉)，統計結果顯示馬利筋和金露花圍籬區內的四季豆葉蟬數量皆明顯少於對照區內的數量。然而在第 9 和第 11 週雖然對照組的葉蟬數量高於另外兩個處理組，但在統計上並無顯著差異。

由於調查過程中與前述茄子試驗同樣鮮少於作物葉片上發現瓢蟲捕食現象，但結果卻可造成馬利筋和金露花圍籬田區內的葉蟬數量變少，且調查過程中常觀察到一種蜘蛛—棘腹金姬蛛(*Chrysso spiniventris*)在葉片上捕食葉蟬，故推測圍籬田區內有較多蜘蛛而造成葉蟬數量減少。文獻指出葉蟬類害蟲的主要天敵除了寄生蜂和真菌之外，捕食性天敵主要為蜘蛛(Ponti et al., 2005; 蔡 2007)，因為葉蟬成蟲和若蟲行動敏捷，必須由蜘蛛以守株待兔的方式提高捕食成功率，瓢蟲捕食對象主要針對行動較緩慢或固著不動的刺吸式昆蟲，如蚜蟲、粉介殼蟲、盾介殼蟲、粉蠅、薊馬和葉蟻(Hodek, 1996)，瓢蟲則因跟不上葉蟬移動速度而無法達到明顯的生物防治效果。馬利筋主要棲息的天敵昆蟲為瓢蟲、食蚜蠅和草蛉等捕食蚜蟲的天敵(林和楊 2010)，因此馬利筋綠籬對於農作物葉蟬的防治效果較差。由上述各推論，認為於下次試驗應一併調查供試作物上蜘蛛的數量和種類，以證明蜘蛛對於葉蟬之防治效果。

另由表二結果顯示於第10及12週馬利筋圍籬田區內的小綠葉蟬數量明顯少於對照組，與表一的結果

(皆無差異)不同，推測原因为表一試驗當中的馬利筋扦插3個月後隨即開始進行試驗，天敵尚未有充分時間在馬利筋植株上建立穩定族群數量，因此並未有效對茄子上的二點小綠葉蟬發揮生物防治效果，然而表二則是在扦插馬利筋後半年才開始進行試驗，此時馬利筋上的各種植食性昆蟲和捕食性天敵族群皆已趨近穩定，故造成上述兩試驗結果不同。

表二、兩種綠籬對於四季豆田區內小綠葉蟬(*E. flarescens*)密度的影響

Table 1. *E. flarescens* density on snap bean in the field encircled by milkweed and golden dewdrop.

Treatment	Leafhopper (/10 leaves)			
	Weeks after planting snap bean			
	9	10	11	12
Field with milkweed	7.0 a ^z	4.7 b	3.7 a	2.3 b
Field with golden dewdrop	5.7 a	5.0 b	3.7 a	0.6 b
Field with no hedge (Control)	7.3 a	12.7 a	7.3 a	6.0 a

^z Means with the same letter in each column are not significantly different at 5% by LSD test.

於馬利筋圍繞的田區內種植白蘿蔔後第7、8週調查蘿蔔葉片上偽菜蚜危害度及瓢蟲數量，結果如表三，第7週馬利筋圍籬處理區和對照區內的蘿蔔偽菜蚜危害度分別為34.2%和91%，第8週則分別為28%和81.3%，顯示對照區的蚜蟲危害度明顯高於馬利筋圍籬處理區，而由同時間調查蘿蔔葉片上的瓢蟲數量，第7週馬利筋圍籬區和對照組數量分別為14.7隻和9.7隻(10片葉)，第8週則分別為15.3隻和8.3隻(10片葉)，雖然於統計上並無顯著差異，但這兩週馬利筋處理區的瓢蟲平均數量分別為對照區的1.5和1.8倍，且瓢蟲種類主要為六條瓢蟲(*Cheiromenes sexmaculata*)，此結果間接印證了馬利筋圍籬上的六條瓢蟲可以迅速地擴散至田間取食作物上的蚜蟲，而一般無圍籬的蘿蔔田區則是在蚜蟲危害嚴重時才逐漸被自然界中的瓢蟲發現，並且開始捕食和繁殖，但此時危害度已經高於80%，蘿蔔葉片皆已產生灰黴病而影響光合作用，對於蘿蔔產量將造成負面影響。蚜蟲的主要天敵為捕食性瓢蟲(虞和王，1999)，因此提供瓢蟲良好棲息場所的馬利筋可間接並有效地防治蚜蟲。

表三、馬利筋綠籬田區內蘿蔔偽菜蚜(*L. erysimi*)之危害度及瓢蟲數量的影響

Table 3. *L. erysimi* damage degree and ladybugs number on radish in the field encircled by milkweed.

Treatment	Weeks after planting radish			
	Aphids damage rate (%)	Lady bugs	Aphids damage rate (%)	Lady bugs
Field with milkweed	34.2 ^z	14.7	28.0	15.3
Field with no hedge (Control)	91.1	9.7	81.3	8.3
F	1.42	16.75	1.47	4
p value	< 0.001	0.1497	< 0.001	0.0598

^z Means *L. erysimi* damage degree which was transformed to arcsine values when analyzed.

由上述三個試驗可知馬利筋上的六條瓢蟲對於蚜蟲有良好的捕食及防治效果，但對於葉蟬則無效。由於在進行本試驗之前已先行調查馬利筋和金露花上的天敵昆蟲種類，馬利筋上具有大量的夾竹桃蚜可吸引大量的瓢蟲以及其他如食蚜蠅和草蛉等以捕食蚜蟲維生的天敵；而金露花上的天敵種類以蜘蛛居冠，瓢蟲次之(林和楊 2010；楊和林 2010)。馬利筋和金露花作為農田綠籬分別可提供瓢蟲和蜘蛛良好的棲息和繁殖場所，並能夠使蜘蛛族群穩定並擴散至田間。

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 swinhonis*)、錨紋瓢蟲(*Lemnia biplagiata*)、六條瓢蟲、龜紋瓢蟲(*Propylea japonica*)等9種(金和陶 1989)，而筆者的試驗前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%。因此本研究利用馬利筋綠籬對於蘿蔔偽菜蚜防治試驗中，馬利筋上的瓢蟲對田區內蘿蔔偽菜蚜產生良好的抑制效果，與上述理論相符。

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。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)，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。

有機農業的目的就是與自然共存，並創造健全、多樣化的生態系統，而此一努力的成功與否，取決於生態系統是否日趨多樣化，落實方法就是盡可能增加作物和牲畜的品種，種植當地樹種和樹籬作為野生動物提供棲息地，形成野生動植物生存的「走廊」(Lynda, 2001)。而由本研究結果可知，馬利筋是一種可吸引有益天敵棲息並具有生物防治潛力的綠籬，未來將繼續針對他種作物的害蟲進行研究，以供有機農業栽培者應用參考。另外，由於本試驗當中只調查圍籬植物田區內小型害蟲的發生數量，並沒有比較作物產量，無法得知圍籬植物的存在對於作物產量是否具有間接影響，因此未來應再進行深入探討，以證實農田綠籬之重要性。

結 論

目前國內有機農業防治害蟲的各種天敵當中，僅有少數種類被成功開發人工大量飼養技術，如赤眼卵寄生蜂(*Trichogramma chilonis*)、基徵草蛉(*Mallada basalis* (Walker))、黃斑粗喙椿象(*Eocanthecona furcellata*)等，而其他天敵的飼養仍有瓶頸須突破。依據本研究的結果，應用馬利筋和金露花作為農田綠籬以建構有機農田的良好生態環境，增加田區瓢蟲和蜘蛛等天敵的數量間接達到對於四季豆葉蟬和蘿蔔偽菜蚜的生物防治效果，然而本研究仍有許多延伸探討空間，例如何種綠籬植物與那些種類作物搭配可以達到最好的害蟲抑制效果，以及綠籬和植物的栽種時間和空間排列等，都需要深入探討使綠籬應用知識能夠更為完整。而由目前的初步試驗結果已可提供農友一套綠籬應用技術做為防治害蟲的參考。

致 謝

試驗期間承蒙康金坤先生、李彥志先生和林玉珠小姐的協助，以及壽豐鄉五百戶有機農場和瑞穗有機生態農場提供試驗場地和綠籬維護，文成後復蒙台灣大學昆蟲系石正人教授和許如君教授悉心斧正，謹此感謝。

參考文獻

- 1.呂光洋、林思民、賴俊祥、莊國碩 2002 棲地零碎化、生態廊道及棲息地網研討會專刊 國立師範大學編印。
- 2.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。
- 3.林立、楊大吉 2010 有機農業環境建構與生態旅遊資源 東部有機樂活廊道研討會專刊 花蓮區農業改良場編印 p.75-85。
- 4.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。
- 5.楊大吉、林立 2008 有機農業環境之建構 有機生態環境營造與休閒多元化發展研討會專刊 花蓮區農業改良場編印 p.67-73。
- 6.楊大吉、林立 2010 植物多樣性(綠籬)建構在有機農田害蟲生物防治之應用 農業生態系與生物多樣性研討會專刊 花蓮區農業改良場編印 p.87-96。
- 7.費雯綺、王喻其 2010 植物保護手冊 行政院農業委員會藥物毒物試驗所編印。
- 8.廖瓊惠、洪瑛穗、費雯綺 2008 97 年度農業藥劑委託試驗報告 行政院農業委員會藥物毒物試驗所編印。
- 9.蔡武雄 2007 植物保護圖鑑系列 8—水稻保護(上冊) 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局編印。
10. 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.
11. Andow, D.A. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annu. Rev. Entomol.* 36:561-586.
12. 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.
13. Bengtsson, J., J. Ahnström, and A.C. Weibull. 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *J. Appl. Ecol.* 42:261-269.
14. 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.
15. 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.
16. Hodek, I. 1996. Food relationships. p.143-238. In: Hodek I. & Honek A. *Ecology of Coccinellidae*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London.
17. Jacometti, M., S. Scarratt, and S. Wratten. 2008. Buckwheat means no sprays are needed. *Winegrower*. New Zealand. p.76-78.
18. 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.
19. 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.
20. Lynda, B. 2001. Organic living: simple solutions for a better live. D K adult, UK. p.224.
21. 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.
22. 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. *Bull. Insectology* 58(1):19-23.
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.
24. Stiling, P. and T. Cornelissen. 2005. What makes a successful biocontrol agent? A meta-analysis of biocontrol agent performance. *Biol. Control* 34:236-246.

25. 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.
26. 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*. National Taiwan Normal University. Taipei. p.219.
27. 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*. p.211-214.
28. Zehnder, G., G.M. Guff, S. Kühne, M.R. Wade, T.D. Wratten, and E. Wyss. 2007. Arthropod pest management in organic crops. *Annu. Rev. Entomol.* 52:57-80.