

有機與間作模式對茭白筍田生物組成之影響¹

彭冠華²、林文華³、徐輝妃⁴、陳季呈⁵、游之穎⁶

摘要

本試驗於宜蘭縣三星鄉的茭白筍田，以有機農法及間作蔬菜兩處理因子，探討對田間生物組成之影響，並進一步記錄田間天敵與害蟲之間的消長及作物收穫量與收益。有機與慣行農法比較試驗顯示，慣行田節肢動物總數為 1,863 隻，高於有機田 819 隻約 2.2 倍，然慣行田捕獲 1,479 隻稻害蟲，而有機田僅捕獲 440 隻稻害蟲，慣行田稻害蟲的比例較高，且天敵數量較低；另有機與慣行農法在節肢動物物種數無顯著差異。在間作蔬菜與否對有機茭白筍田之影響，結果顯示有機間作田節肢動物之種類為 71 種，是有機無間作田 51 種的 1.4 倍，而捕獲總數上前者為 1,588 隻，達後者 1,208 隻之 1.3 倍，而間作田之天敵數量較無間作田高，且收穫量及收益皆以有機間作田較佳。試驗結果顯示，有機栽培與間作蔬菜提高田間節肢動物種類及數量並對茭白筍田之收益具正面效益。

關鍵字：生物組成、茭白筍、生態功能群、節肢動物、水田

-
1. 花蓮區農業改良場研究報告第 277 號。
 2. 花蓮區農業改良場蘭陽分場研究助理。
 3. 花蓮區農業改良場蘭陽分場助理研究員。
 4. 農糧署作物生產組副組長。
 5. 花蓮區農業改良場研究員。
 6. 花蓮區農業改良場蘭陽分場助理研究員。

前言

茭白 (*Zizania latifolia* L.) 為禾本科 (Poaceae) 菰屬 (*Zizania*) 之多年生草本植物，主要分布於東亞與東南亞地區，其莖部遭菰穗菌 (*Ustilago esculenta*) 寄生時，會刺激其薄壁組織生長，使幼嫩莖部膨大成為茭白筍，為我國常見蔬菜，頗具經濟價值 (林 2006)。蕹菜 (*Ipomoea aquatica* Forsk.) 為旋花科 (Convolvulaceae) 番薯屬 (*Ipomoea*) 之一年生草本植物，因其莖中空，故又稱為空心菜，原產於東南亞，生長勢強且適應性廣，可於陸地及淺水域栽培，為我國重要常見蔬菜 (劉及林 2006)。

過去農業追求產量最大化，但隨科學研究發展與環保意識抬頭，農地被發現有諸多附加價值，因此農業正從產量優先轉型為多樣化功能價值模式，包含了生境價值之生產、調節、支持及文化等項目，而其中保護農地生物多樣性為維護生境價值的方法之一，保護棲地、減少農藥使用、友善生物、去水泥化及綠美化等行動，除增加田間天敵數量，進而防治害蟲，降低農民施藥成本並帶來更安全的食物外，亦會帶來許多附加效益，如減緩都市熱島效應、防汛、維持地下水高度以減緩土壤鹽化等 (Daily, 1997; Enoki *et al.*, 2014; Maeder *et al.*, 2002; Nejadkoorki, 2012; 陳 2013) 對當地居民而言，維護生物多樣性除可找回過去蟲鳴鳥叫的豐富生態外，亦可藉由開辦生態旅遊等活動增加額外收入，因此維護生物多樣性是台灣農業轉型的重要項目之一。另食安意識高漲的現在，民眾願意付更高的金額追求高品質且安全的食材，在此大環境下，推行生態農法、有機農業為時勢所趨。

宜蘭地處台灣東部，耕作模式大多採小農經營，與中南部地區相比，除耕作面積較小外，近山地區耕地也較為破碎。在此地理條件下，市場售價高之有機農產品及有機農法可提高農民的競爭力與獲利，具有推廣的價值。宜蘭縣三星鄉行健村灌溉水路獨立且灌排分離，適合推廣有機栽培，而豐沛的水量適合茭白筍種植。宜蘭種植之茭白筍為赤殼種，產期為 9 至 11 月，是重要之夏秋季作物，其高大的植株形成優良的隱蔽處，可吸引眾多物種棲息，但台灣農田大多種植單一作物，茭白筍也是如此，而狹小的棲地、單一化的棲所不易有豐富的生物多樣性。本研究目的為比較有機與慣行農法對茭白筍田間之節肢動物及蛙類等生物之影響，並於有機茭白筍行間種植蕹菜，進行間作模式，以無間作有機茭白筍田作為對照組，分析田間節肢動物相及作物產量與產值之差異，期望在增加農民收益的同時吸引更多生物，以達保護、提升生物多樣性之目的，達到生活、生產與生態三贏之目標。

材料與方法

一、有機與慣行農法對茭白筍田生物相之影響

(一) 栽培作物：赤殼種茭白筍。

(二) 樣區選擇及試驗處理：本試驗田區設於宜蘭縣三星鄉，有機田區位於行健村，位置為 24°40'17.6"N 121°40'49.5"E，面積為 0.15 ha，左右兩旁為芋田及稻田，上下緊鄰溝渠及道路；慣行田區位於天福村，位置為 24°39'44.7"N 121°36'57.5"E，面積為 0.16 ha，左右兩旁為銀柳田及稻田，上下緊鄰火龍果田及溝渠，試驗比較慣行農法及有機農法茭白筍田之生物相。

(三) 樣區作物栽培管理：

1. 有機田區之茭白筍於 2016 年 3 月中旬定植，行株距為 150 x 100 cm。定植前施用有機質肥料有夠肥 7 號 (N:P₂O₅:K₂O= 5:3:2，福壽牌，產地台灣) 1,400 kg/ha，種植期間未施用追肥。田區四周為土堤田埂，試驗期間僅於 8 月 3 日進行田埂割草。
2. 慣行田區之茭白筍於 2016 年 3 月中旬定植，行株距為 100 x 75 cm。試驗於 5 月中旬及 8 月上旬施用農藥培丹 (作用機制代號：IRAC-14 沙蠶毒素類似物) 防治二化螟，使用量分別為 50、60 kg/ha，同時並以台肥 5 號 (N:P₂O₅:K₂O= 16:8:12，農友牌，產地台灣) 進行施肥，使用量分別為 270、600 kg/ha。田區四周為土堤田埂，試驗期間定期割草，未使用除草劑等農藥，惟西側田埂因與銀柳田相鄰，部分恐受除草劑巴拉刈之影響。

(四) 調查項目及調查方法：

1. 田間節肢動物相：於 6 月 23 日至 9 月 6 日間，以約兩週一次的頻率進行採集，共進行 6 次，採集時間從上午 9 時 30 分至 12 時。以直徑 38 cm、網目 100 之捕蟲網，沿著田埂以 8 字形掃網法進行採集，於 10 株茭白筍掃 10 網作一袋樣本為一重複，每一田區共三重複。所收集的樣本以夾鏈袋保存，放入冰箱待樣本死亡後倒入 99%酒精進行保存，並於隔日寄至花蓮後山采風工作室進行分類鑑定。
2. 兩棲類調查：於 6 月 23 日至 9 月 6 日間，日落後 1 h，使用頭燈於田埂進行穿越線調查，每 10 m 為一重複，有機田與慣行田各三重複，以時速約 100 m 之速度步行並翻找田埂植被，紀錄肉眼所見蛙類之種類及數量，並以鳴叫計數法同時記錄，試驗期間共進行 6 次調查。
3. 蜻蛉目調查：於正式調查前，針對樣田周邊地區捕捉並建立蜻蛉目種類資料。試驗於 6 月 15 日至 9 月 6 日間，共進行 6 次調查，於上午 10 時，沿樣田之田埂繞行 10 min，記錄所觀測到之蜻蛉目種類。
4. 田埂草相調查：於 7 月中旬，調查並記錄有機、慣行田之田埂雙子葉植物種類。

二、 有機茭白筍間作蔬菜與否對生物相之影響

(一) 栽培作物：赤殼種茭白筍、白骨大葉種蔬菜。

(二) 樣區選擇及試驗處理：本試驗田區位於宜蘭縣三星鄉行健村，位置為 24°40'17.6"N 121°40'49.5"E，左右兩旁為芋田及稻田，上下緊鄰溝渠及道路，面積為 0.15 ha。試驗將田區分為間作蔬菜及無間作蔬菜，比較有機茭白筍田間作蔬菜與無間作田之生物多樣性，並調查茭白筍及蔬菜之產量。

(三) 樣區作物栽培管理：本試驗樣區之茭白筍種植及栽培管理方式如試驗一之有機田區處理。間作蔬菜區於茭白筍之株間距內種植 2 行蔬菜，株距為 25 cm。

(四) 調查項目及調查方法：

1. 田間節肢動物相：本試驗之調查期間與節肢動物之採集頻率、日期及茭白筍掃網與取樣方法與試驗一相同，然本試驗走入田間進行掃網，間作蔬菜之樣本則掃自蔬菜上之節肢動物，而作為對照的無間作組則掃自相同高度之空氣中之節肢動物，兩者均掃 10 網作為一袋樣本。所收集的樣本後續之保存等相關程序及分類鑑定如試驗一所述。
2. 作物產量調查：9 月下旬採收茭白筍，調查帶殼單筍重、裸筍重、筍長；蔬菜則分別於 8 月 25 日、9 月 26 日及 10 月 24 日採收秤重，並以此估算本試驗處理之單位面積產量與產值。

三、 統計分析

本試驗之數據分析以統計軟體 COSTAT 6.4 (CoHort Software, Monterey, Calif., USA) 進行單因子變異數分析 (One-way ANOVA) 及最小顯著差異分析 (Least significant difference, LSD)，並以 SigmaPlot 10.0 (Systat Software Inc., Chicago, Ill., USA) 進行繪圖。

結果與討論

一、有機與慣行農法對茭白筍田生物相之影響

(一) 田間節肢動物相調查

本試驗於田區以掃網方式採集到之節肢動物，參考范(2016)將節肢動物分為稻害蟲(Pest)、雜草食者(Graminivore)、捕食者(Predator)、擬寄生者(Parasitoid)、授粉者(Pollinator)及分解者(Scavenger)六大功能類群(Function groups)。並針對影響農作收成的稻害蟲、捕食者、擬寄生者三功能群及捕獲到的所有節肢動物之種類與數量進行探討。

試驗結果顯示，有機農法之田間節肢動物種類於單次採樣較慣行農法為多，有機田最高可達慣行田 1.7 倍，然試驗期間有機田僅發現 47 種節肢動物，而慣行田發現 54 種，有機田物種組成較慣行田穩定；三種功能群分類上，無論有機農法或慣行農法大都以稻害蟲種類多於捕食者或擬寄生者，僅慣行農法於 9 月 6 日之稻害蟲種類低於其它二個功能群(圖一、圖二)。在田間節肢動物總數調查結果則呈相反趨勢，慣行農法之田間節肢動物總數高於有機農法田區，單次採樣調查慣行田之最大值為有機田之 2.5 倍；試驗中三種功能群中以稻害蟲總數最高，顯著高於捕食者及擬寄生者，尤其慣行農法茭白筍田區於採樣調查期間，捕獲的 1863 隻節肢動物有 1479 隻為稻害蟲(圖一、圖二)。本試驗之慣行農法茭白筍田區雖捕獲的節肢動物總數較高，但主要由稻害蟲組成(圖一)，其中約 7 成以上為茭白筍常綠飛蟲(*Saccharosydne procerus* Matsumura.)。由於本試驗之慣行農法茭白筍種植行株距為 100 x 75 cm，較有機農法之 150 x 100 cm 為密，而密集的寄主植物形成穩定的微棲地，對害蟲是良好的棲所，因此使得慣行農法之茭白筍田區在稻害蟲數量調查結果顯著高於有機農法田區。由圖一所示，慣行農法於 8 月初施用農藥後，在 8 月 4 日採集調查結果顯示田間節肢動物數量大量降低，其中稻害蟲與天敵皆呈現相同趨勢，尤其採集到的捕食者及擬寄生者數量趨近於零，但稻害蟲族群仍維持有數百隻之數量且隨著時間而快速回復，其回復狀況較捕食者及擬寄生者等天敵好(圖一)。生態學有瓶頸效應(Bottleneck effect)理論，意指封閉的生物族群必須要保有一定的族群量才能存續，經過天災及人為擾動等因素造成族群數量銳減後，過小的族群必將面臨基因庫縮減及繁殖率降低等壓力(Zhang *et al.*, 2002)。國內案例有僅分布於恆春半島與綠島等地的津田氏大頭竹節蟲，為我國珍貴稀有保育類動物，經研究證實各地之津田氏大頭竹節蟲在基因上均無變異，不利於此物種之存續，亟待保育(吳等 2012)。另有著名案例為雪霸國家公園的櫻花鉤吻鮭，因棲息地被數個攔沙壩分割且復育之人工繁殖放流魚群親本過少，被分割、過小的族群基因庫出現窄化問題，而後為了復育等考量陸續拆除數座攔沙壩讓魚群能互相交流(張等 2012)，農業操作是否對特定節肢動物產生類似瓶頸效應之現象，尚須後續試驗探究。

統計分析上，稻害蟲、捕食性及寄生性天敵在捕獲數量上達顯著差異，其中稻害蟲在有機田有 8 種 440 隻，在慣行田有 4 種 1,479 隻；而捕食性天敵分別為 12 種 45 隻與 7 種 15 隻；擬寄生性天敵分別為 6 種 30 隻與 15 種 61 隻(表一)。如前所述，稻害蟲之種類在有機田較高，但在慣行田有較多的捕獲總數，可能是因為栽培密度較高，因此慣行田間之害蟲數量相較有機田更多。此結果與廖等人(2002)年所發表南投縣埔里鎮主要害蟲種類為茭白筍長綠飛蟲與稻薊馬(*Stenchaetothrips biformis*)比較，本研究僅觀察到長綠飛蟲族群，因此在初期害蟲防治上相對單純。擬寄生性天敵在慣行田有較多的種類，就地理環境而言，慣行田鄰近山系，周邊植被較位於平原區之有機田豐富，對於寄生蜂族群有正面影響，另外捕獲之捕食性天敵近半屬蛛型綱(Arachnida)，相較擬寄生性天敵的寄生蜂，蛛型綱移動能力相當差。前人研究指出，一些植物演化出特殊機制，即當受到特定類型的傷害時，會利用揮發物吸引寄生蜂前來(Turlings *et al.*, 1990)，同時證明寄生蜂具有相當的移動能力，且部分捕食性天敵為坐等型的捕食者，因此面對農藥影響後，如單以外來族群遷入樣田恢復數量，擬寄生性天敵將較捕食性天敵快速。試驗結果

亦顯示，慣行田因為人為環境擾動，如施藥、清理植株老葉等農業操作，田間環境產生變化，節肢動物之物種組成變動相當快，相對有機田採粗放式管理，物種組成則較為穩定，不易變動，也因此即使單次掃網結果呈現出有機田較慣行田有更多的物種數，但整合調查資料後，試驗期間慣行田出現 54 種節肢動物而有機田僅 47 種，因此在本試驗中，農業操作是重要的擾動因子。有機農法被認為能營造更佳的生物多樣性，但不同的農業操作會產生不同程度的差異（Bengtsson, 2005），六類節肢動物功能群之多樣性在慣行及有機農法間各有高低，推測是因為慣行農友用藥量不大，只要能釐清人為操作與節肢動物間之交互作用，並應用於 IPM（Integrated Pest Management）綜合害蟲防治之中，預期能達到更好的防治效果。詳細捕獲物種及功能群分類見附錄一。

表一、慣行及有機田於各節肢動物功能群種類及總數之差異（單位：隻）

Table 1. Arthropods species and numbers captured in different function groups in organic and conventional field.

Analysis item	Pattern	Pest	Graminivore	Predator	Parasitoid	Pollinator	Scavenger	Total
Species ^z	Organic	8.0	7.0	12.0	6.0	1.0	13.0	47.0
	Conventional	4.0	13.0	7.0	15.0	1.0	14.0	54.0
Numbers ^y	Organic	73.3	9.8	7.5 ^{**x}	5.0	0.2	40.7	136.5
	Conventional	246.5 ^{**}	12.0	2.5	10.2 [*]	0.3	39.0	310.5 ^{**}

^z Arthropod species in function groups within experimental period, data were not analyzed by software.

^y The mean of arthropod numbers captured in experimental period, data were analyzed by one-way anova.

^x The symbol * and ** means significant difference. * means $p < 0.05$, ** means $p < 0.01$.

（二）兩棲類調查

兩棲類因對棲息地品質要求較高，不少物種被用為評定環境狀態之指標物種，如灰樹蛙（*Hyla versicolor*）等（Hager, 1998）。本試驗於 6 月 23 日至 9 月 6 日間，共進行 6 次調查，除 7 月 21 日調查時有機農法之田埂雜草超過 50 cm，難以目視蛙類，僅用鳴叫計數法進行調查外，其餘調查方法皆以目視法與鳴叫計數法同時進行。調查結果顯示慣行農法之茭白筍田區有澤蛙（*Fejervarya limnocharis* Gravenhorst）、腹斑蛙（*Rana adenopleura* Boulenger）及白領樹蛙（*Polypedates braueri* Vogt）3 種兩棲類物種，數據加總後，數量分別為 31、23 及 18 隻；而有機農法田區則有澤蛙、腹斑蛙 2 種，數量分別為 68 及 6 隻，雖然二試驗區之蛙類總數相當，但試區之單一種類數量以慣行田較為平均，有機田區則以澤蛙為優勢物種（表二）。調查過程中有機田區並未觀察到白領樹蛙，據楊（2010）「台灣蛙類分部及棲地利用」一文指出，白領樹蛙分布在海拔 800 公尺以下之熱帶及亞熱帶闊葉林與開墾地，推測其以山地為種源，擴散範圍受當地主要道路台 7 丙與寬達 10 米的安農溪限制，難以到達位於行建村之有機樣田，僅發現於離山林地約百公尺的慣行田區，而澤蛙適應力強，於平原靜水域被開發為農地後轉而棲息在溝渠及水田中，繁殖期更長達 9 個月，頗具競爭優勢，為本次試驗較明顯之優勢物種。

表二、兩棲類於有機及慣行茭白筍田種類與數量調查

Table 2. Investigation of amphibian species and numbers in organic and conventional water bamboo fields.

Field	Species	Numbers
Organic field	<i>Fejervarya limnocharis</i> Gravenhorst 澤蛙	68
	<i>Rana adenopleura</i> Boulenger 腹斑蛙	6
Conventional field	<i>Fejervarya limnocharis</i> Gravenhorst 澤蛙	31
	<i>Rana adenopleura</i> Boulenger 腹斑蛙	23
	<i>Polypedates braueri</i> Vogt 白領樹蛙	18

另外，本試驗結果與原預期有機田區應有較豐富的蛙類物種有明顯落差，推測影響因素為樣田地理位置，慣行樣田靠山區且直線距離僅約 100 m，鄰近溝渠間有相當數量之蛙類活動，而有機樣田則位於平原農地區域，距山地最近距離約 1 km，且中間隔著道路河流等地理屏障，因此山地蛙類難以移入有機田區。前人研究指出，比較美國伊利諾州道路開闢前後之蛙類 *Illinois chorus* (*Pseudacris streckeri illinoensis*) 數量變化，結果顯示建設道路會影響其繁殖，且雄蛙的鳴叫次數會減少，而使得該蛙類族群量下降 (Tucker and Philipp, 1995)。在台灣亦常見到蛙類在道路上被車輛輾斃，新竹荒野協會甚至為了保護梭德氏赤蛙 (*Rana sauteri Boulenger*)，自 2009 年組成志工隊於其繁殖期進行護蛙行動，並於 2015 年監測到赤蛙族群量逐漸恢復，可見在台灣道路對蛙類族群亦有相當程度之影響。調查時亦觀察到有機田區之蛙類體型多在 2 cm 以下，為現地繁殖之幼蛙，種類上大多為以平原農田水渠為主要棲地的澤蛙；而慣行田幼蛙及成蛙皆有，考慮到人造設施阻礙蛙類移動之可能性，推測試驗結果之差異，和地景破碎化及道路開發有相當程度之關聯。

(三) 蜻蛉目調查

本試驗於 6 月 15 日至 9 月 6 日間，共進行 6 次調查，結果顯示每次調查在有機樣田蜻蛉目種類均較慣行樣田為多，指出有機樣田有較多種類之蜻蛉目活動 (圖三)，但整個試驗期間兩樣田均各自觀察到 6 種蜻蛉目，因此兩樣田在試驗期間出現的蜻蛉目種類相當，且物種組成幾乎相同，兩樣區的差異僅在慣行田區發現薄翅蜻蛉 (*Brachythemis contaminata*)，而有機田區發現褐斑蜻蛉 (*Pantala flavescens*) (表三)；蜻蛉目為節肢動物中移動能力較高的捕食者，據日本研究，當人類開發平原及沼澤地進行農耕後，原本棲息與該地區的蜻蛉目昆蟲會轉而棲息於農地間，而種植面積最大的水稻田是農耕地中最大的蜻蛉目棲地 (Kadoya *et al.*, 2009)，茭白筍田與水稻田環境相似，且整季湛水，亦為蜻蛉目棲地，而有機田區之茭白筍行株距較慣行寬且無施藥，更易吸引蜻蛉目棲息，因此出現單次調查時有機田有較多種類，但整季調查後卻發現兩樣田都只記錄到 6 種，然因蜻蛉目移動快速難以詳細計算，故本試驗並未記錄數量，考量到試驗觀察到之蜻蛉目數量及捕食能力，未來應確立蜻蛉目之調查方法。

(四) 田埂草相調查

在高度農業化的地區，田埂上豐富的植被比起混凝土能形成更豐富的生物相 (范, 2016)，試驗結果顯示有機田田埂植被之種數與慣行田相同，均為 13 種，有機田記錄到大花咸豐草 (*Bidens pilosa* var. *radiata*)、山萵苣 (*Pterocypsela indica* (L.) C. Shih)、苞擴菊 (*Pluchea sagittalis* (Lamb.) Cabr.)、霍香薊 (*Ageratum conyzoides* Sch.-Bip.)、鯉腸 (*Eclipta prostrata* L.)、水蜈蚣 (*Kyllinga brevifolia* Rottb.)、定經草、水丁香 (*Ludwigia octovalvis* (Jacq.) P.H. Raven)、田菁 (*Sesbania cannabina* (Retz.) Poir.)、牛筋草 (*Eleusine indica* (L.) Gaertn.)、二耳草 (*Paspalum conjugatum* Berg.)、通泉草 (*Mazus pumilus* Burm. f.) 及台灣天胡荽 (*Hydrocotyle batrachium* Hance)；慣行田記錄到蓮子草 (*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC.)、土半夏 (*Typhonium blumei* Nicolson Sivad)、大花咸豐草 (*Bidens pilosa* var. *radiata*)、霍香薊 (*Ageratum conyzoides* Sch.-Bip.)、加拿大蓬 (*Erigeron canadensis* (L.) Cronq.)、水蜈蚣 (*Kyllinga brevifolia* Rottb.)、莎草科 (*Cyperaceae* spp.) 之一種、克菲亞草 (*Cuphea carthagenensis* (Jacq.) J.F. Macbr.)、牛筋草 (*Eleusine indica* (L.) Gaertn.)、稗草 (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv)、定經草 (*Hedyotis diffusa* Willd.)、通泉草 (*Mazus pumilus* Burm. f.) 及小葉冷水麻 (*Pilea microphylla* (L.) Liebm.) (附錄二)。兩片樣田出現之植物種類重複率並不高，其中有機田的優勢物種為田菁、牛筋草及二耳草，慣行田則為加拿大蓬、稗草及牛筋草，除田菁是人為刻意散佈，加拿大蓬為菊科外，其餘 4 種皆為禾本科，而試驗中慣行田一側之田埂被施用殺草劑巴拉刈，屬於非選擇性的接觸型藥劑，推測禾本科植物如牛筋草地下莖發達，稗草對抗藥劑能力強，也因此於施藥過後，可以快速生長並成為優勢種。游等人 (2014) 指出除草劑選汰出的物種，有較強之競爭及繁殖力，且選汰後留在田埂上的

抗藥性雜草會佔據其他田梗植物的生長空間，間接對生物多樣性造成負面影響，故應降低除草劑的使用。部分除草劑成分類似環境賀爾蒙，廣泛使用除殺死目標雜草外，也會殺掉許多對環境有利的生物。實驗室試驗中，草脫淨（Atrazine）甚至會造成雄性大鼠生殖力下降（Friedmann, 2002），可見除草劑的功效不只有除草，有必要管理除草劑使用。

表三、蜻蜓於有機及慣行茭白筍田之種類調查

Table 3. Investigation of dragonfly species in organic and conventional water bamboo fields.

Date	Organic field	Conventional field
6/15	<i>Orthetrum pruinosum</i> 霜白蜻蜓	<i>Orthetrum pruinosum</i> 霜白蜻蜓
	<i>Orthetrum Sabina</i> 杜松蜻蜓	<i>Orthetrum Sabina</i> 杜松蜻蜓
	<i>Ischnura senegalensis</i> 青紋細蟳	<i>Ischnura senegalensis</i> 青紋細蟳
	<i>Brachythemis contaminata</i> 褐斑蜻蜓	
	<i>Crocothemis servilia</i> 猩紅蜻蜓	
7/06	<i>Diplacodes trivialis</i> 侏儒蜻蜓	<i>Diplacodes trivialis</i> 侏儒蜻蜓
	<i>Orthetrum pruinosum</i> 霜白蜻蜓	<i>Orthetrum pruinosum</i> 霜白蜻蜓
	<i>Orthetrum Sabina</i> 杜松蜻蜓	<i>Orthetrum Sabina</i> 杜松蜻蜓
	<i>Crocothemis servilia</i> 猩紅蜻蜓	<i>Crocothemis servilia</i> 猩紅蜻蜓
	<i>Brachythemis contaminata</i> 褐斑蜻蜓	
7/21	<i>Ischnura senegalensis</i> 青紋細蟳	
	<i>Orthetrum Sabina</i> 杜松蜻蜓	<i>Orthetrum Sabina</i> 杜松蜻蜓
	<i>Ischnura senegalensis</i> 青紋細蟳	<i>Ischnura senegalensis</i> 青紋細蟳
8/04	<i>Diplacodes trivialis</i> 侏儒蜻蜓	
	<i>Orthetrum pruinosum</i> 霜白蜻蜓	
	<i>Orthetrum Sabina</i> 杜松蜻蜓	<i>Orthetrum Sabina</i> 杜松蜻蜓
	<i>Orthetrum pruinosum</i> 霜白蜻蜓	<i>Orthetrum pruinosum</i> 霜白蜻蜓
	<i>Ischnura senegalensis</i> 青紋細蟳	<i>Crocothemis servilia</i> 猩紅蜻蜓
8/23	<i>Orthetrum pruinosum</i> 霜白蜻蜓	<i>Orthetrum pruinosum</i> 霜白蜻蜓
	<i>Crocothemis servilia</i> 猩紅蜻蜓	<i>Crocothemis servilia</i> 猩紅蜻蜓
	<i>Diplacodes trivialis</i> 侏儒蜻蜓	
	<i>Ischnura senegalensis</i> 青紋細蟳	
	<i>Orthetrum Sabina</i> 杜松蜻蜓	
9/06	<i>Diplacodes trivialis</i> 侏儒蜻蜓	<i>Pantala flavescens</i> 薄翅蜻蜓
	<i>Ischnura senegalensis</i> 青紋細蟳	
	<i>Orthetrum pruinosum</i> 霜白蜻蜓	

二、有機茭白筍間作蔬菜與否對生物相之影響

(一) 田間節肢動物相調查

本試驗所採集到之節肢動物同樣分為六大功能類群，探討透過間作蔬菜來增加植被種類，能否吸引更多的植食性生物，進而形成較複雜的食物網。試驗結果顯示有機茭白筍間作蔬菜之田間節肢動物種類較為豐富，試驗期間，間作田區出現 71 種節肢動物，較無間作田區 51 種為高；在節肢動物總數調查結果亦顯示間作蔬菜田較無間作田為高，有機茭白筍間作蔬菜田區共捕獲 1,588 隻，較無間作田區之 1,208 隻為高；在趨勢變化上，間作田與無間作田之節肢動物總數分別於 7 月 21 日與 8 月 4 日達到最大值（圖二、圖四），顯示間作田區節肢動物增長速度較快，與預期結果相符，證實有機茭白筍間作蔬菜對生物多樣性有正面的影響。國外研究亦指出，間作是維護農田生物多樣性的方法之一（McLaughlin and Mineau, 1995），至於如何進行間作模式才能達到最高效益，尚需實務經驗累積。農民為生產更安全的作物，並期望能提高作物單位售價等因素，而選

擇有機耕作，此時天敵防治更相形重要，試驗於 7 月 21 日發現，間作田區之天敵總數達到最大值後害蟲種類及總數即開始下降（圖四），推測田間天敵與害蟲具一定的相關性。過去台灣有諸多使用天敵防治害蟲的案例，如 1909 年引進澳洲瓢蟲防治入侵的吹棉介殼蟲，而黃斑粗喙椿象（*Eocanthecona furcellata*）與草蛉（*Mallada basalis*）等天敵，已商業化繁殖，用以控制害蟲族群數量，足可證明天敵防治確實是有效的方法（章 2011），本試驗證實有機茭白筍間作蔬菜能提升天敵數量，具應用價值。國外的研究亦指出間作對於害蟲天敵防治有益，孢子甘藍（*Brussels sprouts*）與蠶豆（*Vicia faba*）間作田的白粉蝶（*Pieris brassicae*）與菜蚜（*Brevictoryne brassicae*）數量較單一作物田區為少（Gliessman and Altieri, 1982）；而中國於 2016 年的研究指出，與茭白筍同為禾本科的水稻（*Oryza sativa*）間作蔬菜，比起單一種植水稻，可以降低紋枯病、稻熱病的發生，並降低田間瘤野螟的族群數量（Liang *et al.*, 2016）。但間作吸引到的生物是否增強防治效果，及作物的產量如何交互影響，與作物搭配密切相關（Flint and Robert, 1988），如何調整不同作物、地理條件及耕作方法，需要進一步的試驗探討其成效。

多樣化的食草與隱密的棲息環境能吸引到更多種類及數量的節肢動物，本試驗在統計分析上，間作田較無間作田有較高之種類及捕獲總數，在雜草食者與天敵的數量上達到了顯著差異，其中寄生性天敵在間作田有 12 種 85 隻，在無間作田僅有 6 種 45 隻；而捕食性天敵分別為 17 種 163 隻及 14 種 64 隻，數量上均達到顯著差異（表四）。如在試驗中去除田間之人為干擾造成之差異，並進行多年的、針對特定的田間害蟲與天敵之動態進行調查，能讓試驗結果更加明確。詳細捕獲物種及功能群分類見附錄一。

表四、間作蔬菜與否於各節肢動物功能群種類及總數之調查（單位：隻）
Table 4. Investigation of arthropod species and numbers capture in different function groups affect by intercropping.

Analysis item	Pattern	Pest	Graminivore	Predator	Parasitoid	Pollinator	Scavenger	Total
Species ^z	Intercropping	12.0	12.0	17.0	12.0	1.0	17.0	71.0
	Non-intercropping	10.0	7.0	14.0	6.0	1.0	13.0	51.0
Numbers ^y	Intercropping	113.8	36.0**	27.2*	14.2*	0.3	73.2	264.7**
	Non-intercropping	102.3	16.3	10.7	7.5	0.2	64.0	201.3

^z Arthropod species in function groups within experimental period, data were not analyzed by software.

^y The mean of arthropod numbers caught in experimental period, data analyzed by one-way anova.

^x The symbol * and ** means significant difference. * means $p < 0.05$, ** means $p < 0.01$.

（二）作物產量調查

本試驗期望以間作的方式增加農民的收益，調查結果顯示，茭白筍在產量、含穀單筍重、裸筍單筍重及筍長等特性上，於間作田區與無間作田區間無顯著差異（表五）；但由於間作蔬菜並不影響茭白筍產量與品質，農民更可採收蔬菜而獲得額外收益（表六）。由於本試驗受颱風侵害因此僅採收兩次，而後續無法採收為造成本試驗茭白筍產量較低，僅約 1,400 kg/ha 之主要原因。國外研究曾指出間作大麥等較高大的作物能避免蘆筍受到風的侵害（Schultz *et al.*, 1963），本次試驗觀察到田間蔬菜於颱風過後損害並不嚴重，可能因茭白筍植株高大，於颱風季節可以破風，使間作之蔬菜受損較少並快速恢復生長，是茭白筍具防颱特性或蔬菜本身較不受颱風干擾，值得進一步探討。

表五、間作蕹菜與否對茭白筍產量及品質之影響

Table 5. The effect of intercropping water spinach in field on annual yields, quality of water bamboo.

Field	Annual yield (kg/ha)	Edible shoot wt. with leaf sheath (g)	Edible shoot wt. without leaf sheath (g)	Edible shoot length (cm)
Non-intercropping ^z	1340	45.4 a ^y	32.6 a	15.1 a
Intercropping	1472	49.7 a	34.4 a	15.3 a

^z Trial areas of two treatments were in the same field. All the trial areas had a procedure of weed control by hands several days before water spinach planted.

^y Means within each column followed by the same letters are not significantly different at P<0.05 by Fisher's protected LSD test.

表六、有機茭白筍間作蕹菜與否之生產效益分析比較

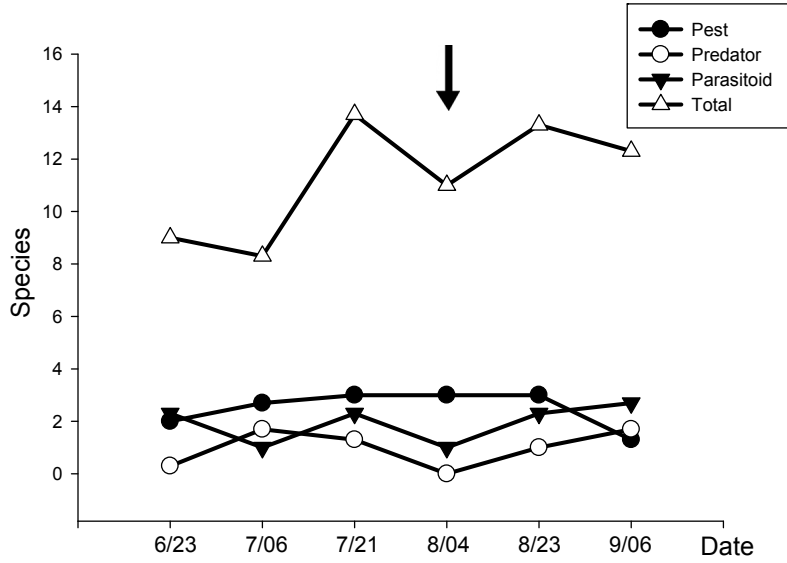
Table 6. Comparison of production benefit of organic water bamboo production with and without intercropping water spinach farming modules.

	Intercropping	Non-intercropping	Remark
Profit (N.T.\$ 1,000/ ha)	1,812.0	335	
(Total)			
Water bamboo			
Harvest (kg/ha)	1,472.0	1340	
Unit price (N.T.\$/ kg)	250.0	250	
Profit (N.T.\$ 1,000/ ha)	368.0	335	Organic water bamboo: 250 N.T.\$/ kg
Water spinach			
Harvest (kg/ha)	18,050.1	0	
Unit price (N.T.\$/ kg)	80.0	-	Organic leafy vegetable purchase by Ilan school was 80 N.T.\$/ kg in 2016
Profit (N.T.\$ 1,000/ ha)	1,444.0	0	
Cost (N.T.\$ 1,000/ ha)	179.0	69	
Organic fertilizer	25.0	25	Fertilizer : 450 N.T.\$/ 20 kg
Pest control	9.0	9	Camellia meal: 450 N.T.\$/ 20 kg
Labor (Nursery of water bamboo)	15.0	15	Wage: 1500 N.T.\$/ day
Labor (Harvest of water bamboo)	20.0	20	
Labor (Nursery and cottage of water spinach)	20.0	0	Wage: 1500 N.T.\$/ day
Labor (Harvest of water spinach)	90.0	0	Wage: 1500 N.T.\$/ day
Net profit (N.T.\$ 1,000/ ha)	1633.0	266	

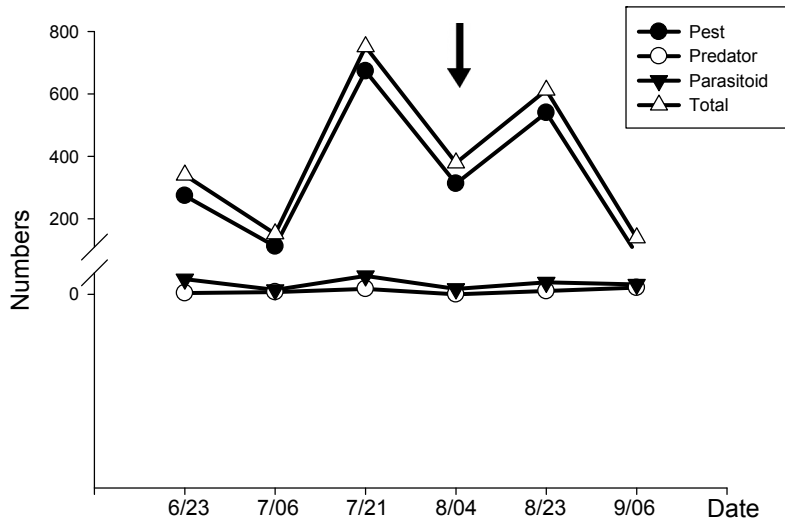
結 論

以有機間作模式栽培茭白筍可有效增加田間節肢動物種類，且較慣行栽培更有潛力以天敵防治的方式抑制害蟲數量，有機間作栽培不僅符合聯合國愛知生物多樣性目標、我國三生農業政策及里山倡議永續發展的理念，並能夠帶給消費者更安全的食物，對於農民而言，有機間作農法不僅不會影響茭白筍的生長，有機產品的高單價及間作的蕹菜更可以替農民增加額外收益，因此有機及間作栽培是值得推行的方法。

a. Species

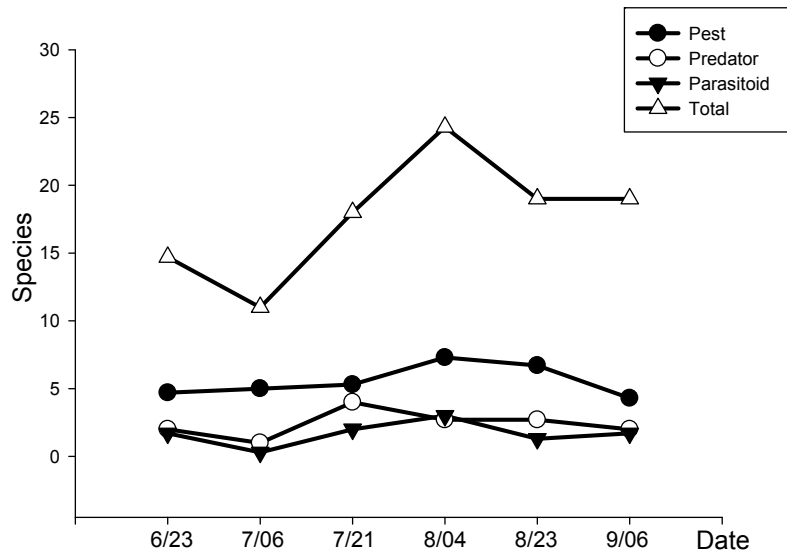


b. Numbers

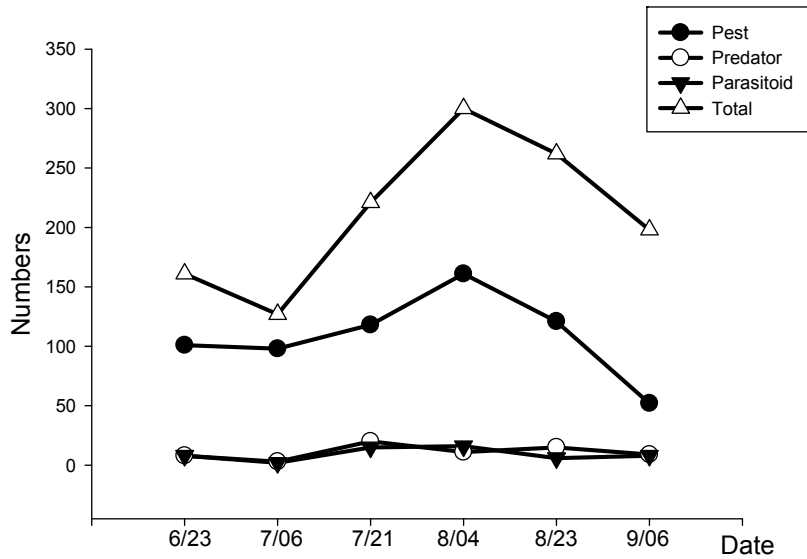


圖一、慣行茭白筍田之節肢動物(a)種類及(b)數量調查 (箭號代表施用農藥)
 Fig. 1. Investigation of arthropods (a) species and (b) numbers captured in conventional water bamboo field. Arrow means application of pesticide.

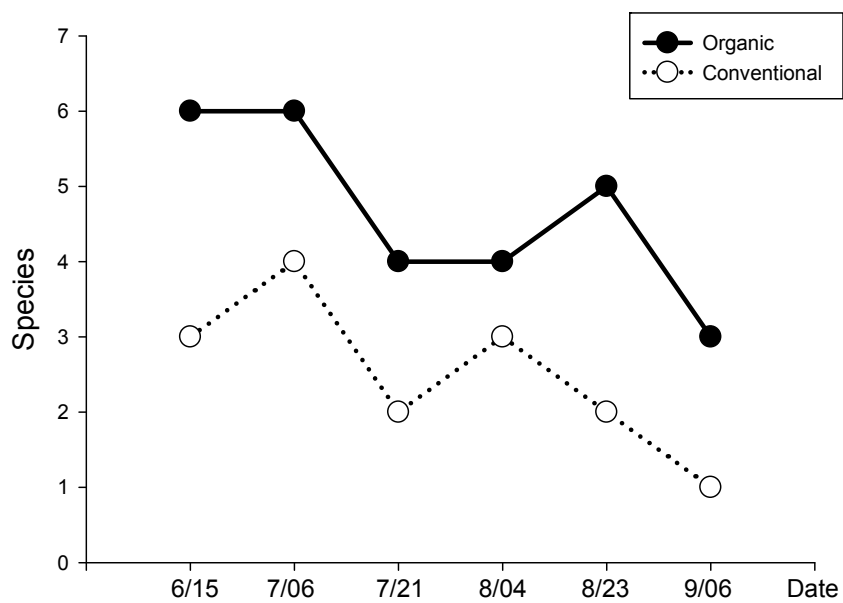
a. Species



b. numbers



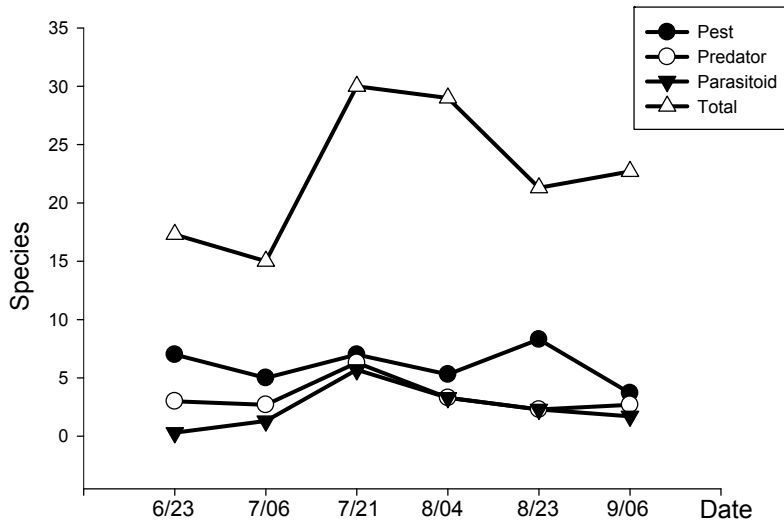
圖二、有機茭白筍無間作田之節肢動物(a)種類及(b)數量調查
 Fig. 2. Investigation of arthropods (a) species and (b) numbers captured in organic water bamboo non-intercropping field.



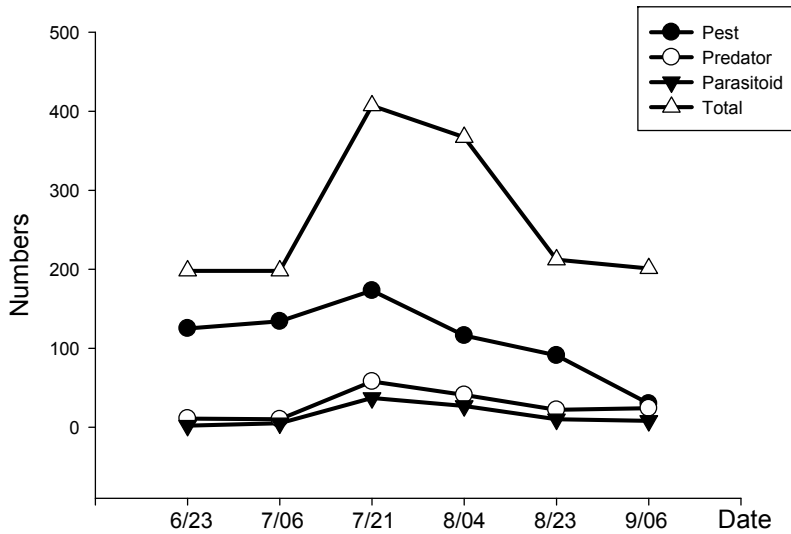
圖三、有機與慣行茭白筍田區蜻蛉目調查

Fig. 3. Investigation of dragonfly species in organic and conventional water bamboo fields.

a. Species



b. Numbers



圖四、有機茭白筍間作蕹菜田之節肢動物(a)種類及(b)數量調查
 Fig. 4. Investigation of arthropods (a) species and (b) numbers captured in organic water bamboo and water spinach intercropping field.

參考文獻

1. 林天枝 2006 茭白筍 p.271-276. 台灣農家要覽 農作篇(二) 行政院農業委員會編著 台北。
2. 吳怡欣、陳筱雁、楊平世、葉文彬 2012 缺乏遺傳變異亟待保育的津田氏大頭竹節蟲 台灣昆蟲 32:97-105。
3. 范美玲 2016 台灣東部水稻田無脊椎動物多樣性與指標物種研究 國立東華大學自然資源與環境學系 博士論文。
4. 張顯嚴、莊怡麗、林幸助 2012 溪流拆除防砂壩的生態效應 雪霸國家公園保育專欄。
<https://www.spnp.gov.tw/Article.aspx?a=4KtVgr8nFgE%3D&lang=1>
5. 陳俊叡 2013 蘭陽平原之農地資源評估—以生態系統服務觀點 國立台北大學公共事務學院自然資源與環境管理研究所碩士論文。
6. 章加寶 2011 天敵在有機農業害蟲防治上的利用 健康農業 28:41-47。
7. 游之穎、陳任芳、林立、翁崧夏 2014 農田景觀生態與台灣野花介紹 花蓮區農業專訊 90:18-21。
8. 楊懿如 2010 台灣蛙類的分佈及棲地利用 台灣博物季刊 29:46-49。
9. 劉政道、林麗玉 2006 薤菜 p.403-408 台灣農家要覽 農作篇(二) 行政院農業委員會編著 台北。
10. 廖君達、林金樹、陳慶忠 2002 台灣茭白筍病蟲害種類及發生消長調查 台中區農業 改良場研究彙報 75:59-72。
11. Bengtsson J., J. Ahnstrom, and A.C. Weibull. 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta analysis. *J. Appl. Ecol.* 42:261-269.
12. Daily, G.C. 1997. *Natures service: Societal Dependence on Natural Ecosystem.* Island Press, Washington D. C.:12 Chapters.
13. Enoki, T., T. Nakashizuka, S.I. Nakano, T. Miki, Y.P. Lin, M. Nakaoka, E. Mizumachi, and H. Shibata. 2014. Progress in 21st century: a Roadmap for the Ecological Society of Japan. *Ecol. Res.* 29:357-368.
14. Flint M.L. and P.A. Robert. 1988. Using crop diversity to manage pest problem: some California example. *Am. J. Alternative Agric.* 3:163-167.
15. Friedmann S.A.. 2002. Atrazine inhibition of testosterone production in rat males following peripubertal exposure. *Reprod. Toxicol.* 16:275-279.
16. Gliessman S.R. and M.A. Altieri. 1982. Polyculture cropping has advantages. *Calif. Agric.* 36:14-16.
17. Hager H.A.. 1998. Area sensitivity of reptiles and amphibians: Are there indicator species for habitat fragmentation? *Ecoscience* 5:139-147.
18. Kadoya T., S.I. Suda, and I. Washitani. 2009. Dragonfly crisis in Japan: A likely consequence of recent agricultural habitat degradation. *Biol. Conserv.* 142:1899-1905.
19. Liang K., T. Yang, S. Zhang, J-E Zhang, M. Luo, L. Fu, B. Zhao. 2016. Effect of intercropping rice and water spinach on net yields and pest control: an experiment in southern China. *Intl. J. Agric. Sust.* 14:448-465.
20. Maeder P., A. Fliessbach, D. Dubois, L. Gunst, P. Fried, and U. Niggli. 2002. Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 296:1694-1697.
21. McLaughlin A., and P. Mineau. 1995. The impact of agricultural practices on biodiversity. *Agric. Ecosyst. Environ.* 55:201-212.
22. Nejadkoorki F. 2012. Environment benefits of organic farming. *Intl. Conf. Appl. Life Sci.* p.139-142.
23. Schultz H.B., A.B. Carlton, and F. Lory. 1963. Interplanting methods for wind erosion protection in San

- Joaquin asparagus. Calif. Agric. 17:4-5.
24. Tucker J.K., and D.P. Philipp. 1995. Population status of the Illinois chorus frog (*Pseudacris Streckeri Illinoensis*) in madison country, Illinois: Results of 1994 surveys. University of Illinois at urbana-champaign library: Large scale digitization project 2007:1-3.
 25. Turlings T.C.J., J.H. Tumlinson and W.J. Lewis. 1990. Exploitation of herbivore induced plant odors by host-seeking parasitic wasps. Science 250:1251-1253.
 26. Zhang Y.P., X.X. Wang, O.A. Ryder, H.P. Li, H.M. Zhang, Y. Yong, and P.Y. Wang. 2002. Genetic diversity and conservation of endangered animal species. Pure Appl. Chem.74:575-584.

附錄一、節肢動物物種名錄

Appendix 1. Arthropods index.

Function group	Taxon	
Pest	Coleoptera	
	Eirrhinidae <i>Echinocnemus squamous</i> Billberg 水稻水象鼻蟲	
	Diptera	
	Cecidomyiidae <i>Orseoia oryzae</i> Wood-Mason 水稻稻癭蚊	
	Ephydriidae <i>Hydrellia sasakii</i> Yuasa et Ishitani 稻心蠅 <i>Hydrellia griseola</i> Fallen 水稻潛葉蠅	
	Hemiptera	
	Cicadellidae <i>Nephotettix virescens</i> Distant 台灣黑尾葉蟬 <i>Nephotettix nigropictus</i> Stal 黑條黑尾葉蟬 <i>Idiocerus</i> sp. 片角葉蟬屬 <i>Empoasca</i> sp. 小綠葉蟬屬 <i>Cofana spectra</i> Distant 白翅褐脈大葉蟬	
	Delphacidae <i>Saccharosydne procerus</i> Matsumura 茭白筍長綠飛蟲 <i>Nilaparvata lugens</i> Stal 褐飛蟲	
	Pentatomidae <i>Nezara viridula</i> Linnaeus 稻綠椿	
	Homoptera	
	Aphididae <i>Sitobion akobiae</i> Shinji 長角麥蚜	
	Orthoptera	
	Acrididae <i>Oxya hyla intricate</i> Stal 小稻蝗	
	Graminivore	Coleoptera
		Chrysomelidae <i>Aulacophora indica</i> Gmelin 黃守瓜 <i>Aspidomorpha miliaris</i> Fabricius 大黑星龜金花蟲 <i>Phyllotreta striolata</i> Fabricius 黃條葉蚤
		Diptera
		Agromyzidae <i>Liriomyza</i> sp. 斑潛葉蠅
		Anthomyiidae <i>Pegomya</i> sp. 泉蠅亞科
		Cecidomyiidae <i>Catocha</i> sp. 下飛癭蚋屬
		Tephritidae <i>Rhochmopterum</i> sp. 粗毛實蠅屬
		Hemiptera
		Bodenwanzen <i>Nysius thyme</i> Wolff 絲光小長椿
		Coreidae <i>Cletus punctiger</i> Dallas 台灣細針緣椿
Malcidae <i>Malcus</i> sp. 束長椿屬		
Miridae <i>Ernestinus</i> sp. 芋盲椿屬		
Thysanoptera		
Thripidae <i>Stenchaetothrips</i> sp 直毛薊馬屬		
Predator		Coleoptera
		Coccinellidae <i>Micraspis discolor</i> Fabricius 橙瓢蟲 <i>Delphastus catalinae</i> LeConte 小黑粉蝨瓢蟲 <i>Propylea japonica</i> Thunberg 龜紋瓢蟲 <i>Menochilus sexmaculatus</i> Fab 六條瓢蟲 <i>Propylea luteopustulata</i> Mulsant 黃寶龜瓢蟲 <i>Harmonia octomaculata</i> Fabricius 八條瓢蟲
		Nitidulidae

Function group	Taxon
	<i>Eपुरaea sp.</i> 出尾蟲科
	Diptera
	Ephydriidae
	<i>Ochthera sp.</i> 螳水蠅屬
	Syrphidae
	<i>Episyrphus balteatus</i> DeGeer 細扁食蚜蠅
	Hemiptera
	Miridae
	<i>Cvrtorhinus lividipennis</i> Reuter 黑肩綠盔盲椿
	Hymenoptera
	Vespidae
	<i>Antepipona sp.</i> 啄蝶羸屬
	Odonata
	Coenagrionidae
	<i>Ichnura senegalensis</i> Rambur 青紋細蟴
	Libellulidae
	<i>Diplacodes trivialis</i> Rambur 侏儒蜻蜓
	Araneae
	Araneidae
	<i>Lariniaria argiopiformis</i> Boes.et Str. 黃金肥蛛
	Linyphiidae
	<i>Erigone sp.</i> 微蛛屬
	Lycosidae
	<i>Lycosa pseudoannulata</i> Boes.et Str. 六點狼蛛
	Salticidae
	<i>Saitis sp.</i> 蠅虎屬
	<i>Evarcha bicoronata</i> Eugène Simon 雙冠獵蛛
	<i>Myrmarachne formosicola</i> Strand 擬台灣蟻蛛
	Tetragnathidae
	<i>Tetragnatha squamata</i> Karsch 綠鱗長腳蛛
	<i>Tetragnatha maxillosa</i> Thorell 日本長腳蛛
	<i>Tetragnatha javana</i> Thorell 爪哇長腳蛛
	Theridiidae
	<i>Nesticodes rufipes</i> Lucus 紅腳姬蛛
	<i>Coleosoma sp.</i> 翹腹姬蛛
	Thomisidae
	<i>Diaea subdola</i> O. P. -Cambridge 陷狩蛛
Parasitoid	Diptera
	Pipunculidae
	<i>Tomosvaryella oryzaetora</i> Koizumi 趨稻頭蠅
	Hymenoptera
	Braconidae
	<i>Apanteles cypris</i> Nixon 稻縱捲葉螟絨繭蜂
	<i>Aneurobracon philippinensis</i> Muesebeck 菲島無脈繭蜂
	Chalcididae
	<i>Brachymeria sp.</i> 粗腿小蜂屬
	Eulophidae
	<i>Sympiesis parnarae</i> Crawford 稻苞羽角姬小蜂
	<i>Chrysocharis sp.</i> 釉姬小蜂屬
	<i>Citrostichus sp.</i> 橘嚙小蜂屬
	<i>Elasmus sp.</i> 扁股小蜂屬
	<i>Aprostocetus sp.</i> 長尾嚙小蜂屬
	Eupelmidae
	<i>Eupelmus sp.</i> 旋小蜂屬
	Ichneumonidae
	<i>Xanthopimpla punctate</i> Fabricius 廣黑點瘤姬蜂
	<i>Ichneumon sp.</i> 姬蜂屬
	<i>Tryphon sp.</i> Heiliger 柄卵姬蜂
	<i>Charops bicolor</i> Szepligeti 螟蛉懸繭姬蜂
	<i>Casinaria sp.</i> 凹眼姬蜂屬
	Mymaridae
	<i>Anagrus sp.</i> E. Elsner 稻虱纓小蜂

Function group	Taxon
Pollinator	Diptera
	Tephritidae <i>Dioxya sororcula</i> Wiedemann 長鞘寬頭實蠅
Scavenger	Hymenoptera
	Apidae <i>Ceratina</i> sp. 蘆蜂屬
Scavenger	Coleoptera
	Staphylinidae <i>Paedcrus fuscipes</i> Curtis 青翅蟻型隱翅蟲
Scavenger	Diptera
	Ceratopogonini <i>Forcipomyia</i> sp. Shiraki 鈇蠓
Scavenger	Chironomidae
	<i>Cricotopus</i> sp. 克利搖蚊屬 <i>Cryptochironomus</i> sp. 隱搖蚊屬 <i>Micropsectra</i> sp. 小刺搖蚊屬 <i>Chironomus circumdatus</i> Meigen 鹽埕搖蚊 <i>Limnophyes</i> sp. 池畔搖蚊屬
Scavenger	Chyromyidae
	<i>Chyromya</i> sp. 液蠅屬
Scavenger	Culicidae
	<i>Culex</i> sp. 家蚊屬
Scavenger	Dolichopodidae
	<i>Sympycnus</i> sp. 癒合長足虻屬
Scavenger	Ephydriidae
	<i>Trypetomima</i> sp. 渚蠅屬
Scavenger	Muscidae
	<i>Musca domestica</i> Linnaeus 蒼蠅
Scavenger	Sarcophagidae
	<i>Sarcophaga peregrine</i> Ro. Des. 肉蠅
Scavenger	Scatopsidae
	<i>Scatopsini</i> sp. 偽毛蚋屬
Scavenger	Sciomyzidae
	<i>Sepedon</i> sp. 腐沼蠅屬
Scavenger	Stratiomyidae
	<i>Hermetia illucens</i> Linnaeus 扁角水虻
Scavenger	Tephritidae
	<i>Lonchaea</i> sp. 黑艷蠅屬
Scavenger	Ephemeroptera
	Caenidae <i>Caenis</i> sp. 細蜉屬
Scavenger	Hymenoptera
	Formicidae <i>Monomorium</i> sp. 單家蟻屬 <i>Hypoclinea</i> sp. 琉璃蟻屬 <i>Pachycondyla</i> sp. 粗針蟻屬 <i>Crematogaster</i> sp. 舉尾蟻屬

附錄二、植物物種名錄

Appendix 2. Plants index.

Taxon
Amaranthaceae
<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) R.Br. ex DC. 蓮子草
Araceae
<i>Typhonium blumei</i> Nicolson Sivad 土半夏
Compositae
<i>Ageratum conyzoides</i> Sch.-Bip. 霍香薊
<i>Bidens pilosa</i> var. <i>radiata</i> 大花咸豐草
<i>Eclipta prostrata</i> L. 鯉腸
<i>Erigeron canadensis</i> (L.) Cronq. 加拿大蓬
<i>Pluchea sagittalis</i> (Lamb.) Cabr. 苞擴菊
<i>Pterocypsela indica</i> (L.) C. Shih 山萵苣
Cyperaceae
<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb. 水蜈蚣
<i>Cyperaceae</i> sp. 莎草科
Lythraceae
<i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) J.F. Macbr. 克菲亞草
Onagraceae
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven 水丁香
Papilionaceae
<i>Sesbania cannabina</i> (Retz.) Poir. 田菁
Poaceae
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn. 牛筋草
<i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv 稗草
<i>Paspalum conjugatum</i> Berg. 二耳草
Rubiaceae
<i>Hedyotis diffusa</i> Willd 定經草
Scrophulariaceae
<i>Mazus pumilus</i> Burm. f. 通泉草
Umbelliferae
<i>Hydrocotyle batrachium</i> Hance 台灣天胡荽
Urticaceae
<i>Pilea microphylla</i> (L.) Liebm. 小葉冷水麻
