

三種入侵斑潛蠅（雙翅目：斑潛蠅科）之綜述與 檢疫措施

錢景泰

行政院農業委員會農業試驗所 應用動物組

前 言

斑潛蠅為雙翅目(Diptera)、潛蠅科 (Agromyzidae)、斑潛蠅屬 (*Liriomyza*) 之中文俗稱，全球約有 300 種以上 (Parrella, 1987)，主要分布於溫帶地區，少數則分布於熱帶地區。已知約有 23 種斑潛蠅，其成蟲的戳食與幼蟲的潛食，可對觀賞與農業作物造成經濟危害，其中又以非洲菊斑潛蠅 (*Liriomyza trifolii* (Burgess))、蔬菜斑潛蠅 (*Liriomyza sativae* Blanchard) 及南美斑潛蠅 (*Liriomyza huidobrensis* (Blanchard)) 屬於全球重要之檢疫害蟲 (Parrella, 1987)。各學者推測斑潛蠅自 1975 年之後，突然猖獗危害的原因，包括 (1) 繁殖潛能高、世代短、易產生抗藥性；(2) 田間廣效性殺蟲劑高濃度之密集施用，致使其天敵被毒殺；(3) 作物栽培品種多屬感蟲品種，同時溫室栽培作物提供其良好繁殖環境，並阻隔感藥品系蟲體之遷入等 (Kennedy *et al.*, 1978; Mason *et al.*, 1989; Minkenberg, 1988; Oatman and Kennedy, 1976; Parrella and Keil, 1984)。

由於斑潛蠅的成蟲體型小、外部形態頗相似，種間鑑別不易，不僅常造成鑑定上之困擾，相對也影響其寄生蜂種類之調查，致使防治不易 (Parrella, 1987; Parrella and Keil, 1984)。在臺灣，番茄斑潛蠅 (*Liriomyza bryoniae* Kalténbach)) 與蔬菜斑潛蠅初發生時，或因文獻不足、或因研究人員警覺性缺乏，均曾發生將其各誤判為白菜斑潛蠅 (*Liriomyza brassicae* (Riley)) (李, 1986; Lee *et al.*, 1989) 與番茄斑潛蠅 (錢, 1997) 之情形。目前由於切花、蔬菜等貿易量之增加，在人力有限之情況下，斑潛蠅逃過檢疫而侵入之機會，相形提高。因此為偵測外來具抗藥性斑潛蠅之侵入或瞭解已侵入斑潛蠅間種之演替，三種斑潛蠅之認識與鑑別即顯重要。本文將有關斑潛蠅之俗名與分布、形態、生物學、寄主植物、危害寄主之時期與部位及徵狀、經濟重要性、天敵、田間之偵測與檢測、侵入途徑與診斷方法、以及檢疫措施等研究摘述如後，以供海關檢疫或田間持續斑潛蠅定期追蹤

調查之參考。另有關斑潛蠅之防治，請參閱臺灣地區斑潛蠅之發生與防治策略（錢與張，2000）。

一、斑潛蠅之俗名與分布

非洲菊斑潛蠅

俗名：中名為三葉草斑潛蠅（張與吳，1997），英名為 American serpentine leaf miner, Serpentine leaf miner, Chrysanthemum leaf miner (CABI, 2006)。

分布：原分布於北美洲，於 1960 年之後陸續分散至北美洲、中美洲與加勒比海、南美洲、歐洲、非洲、亞洲及大洋洲等地 (CABI, 2006)。臺灣於 1988 年 2 月首次在臺中大坑之非洲菊園內發現非洲菊斑潛蠅，隨後該蠅即迅速擴散分布，並危害各地之菊科花卉、葫蘆科、茄科及十字花科蔬菜 (Wang and Lin, 1988; Lin and Wang, 1989)。至今已分布於臺灣、澎湖及金門 (Chien and Chang, unpublished data)。

蔬菜斑潛蠅

俗名：中名為美洲斑潛蠅、美甜瓜斑潛蠅、苜蓿斑潛蠅（陳與肖，1995），英名為 Vegetable leaf miner, Cabbage leaf miner, Leaf miner of vegetables, Melon leaf miner, Serpentine vegetable leaf miner, Tomato leaf miner (CABI, 2006)。

分布：最早被記錄於阿根廷，隨後擴散分布於北美洲、中美洲與加勒比海、南美洲、非洲、亞洲及大洋洲等地 (CABI, 2006)。臺灣於 1995 年 2 月首次在臺中縣霧峰鄉菜豆與南投縣番茄上發現蔬菜斑潛蠅 (Wen *et al.*, 1996)。至今已分布於臺灣、澎湖、金門及馬祖 (Chien and Chang, unpublished data)。

南美斑潛蠅

俗名：中名為拉美斑潛蠅 (Jiang *et al.*, 1997)，英名為 South America leaf miner, Serpentine leafminer, Pea leafminer (CABI, 2006)。

分布：最早發生於中美洲與南美洲，1980 年代之後擴散分布於北美洲、中美洲與加勒比海、南美洲、歐洲、非洲、亞洲及大洋洲等地 (CABI, 2006)。臺灣於 1998 年 11 月首次在雲林縣林內鄉油菜上發現南美斑潛蠅 (Chien and Chang, unpublished data)，於 2000 年登錄為臺灣新侵入種

(Shiao and Wu, 2000)，至今已分布於臺灣、澎湖、金門及馬祖 (Chien and Chang, unpublished data)。

二、斑潛蠅之形態

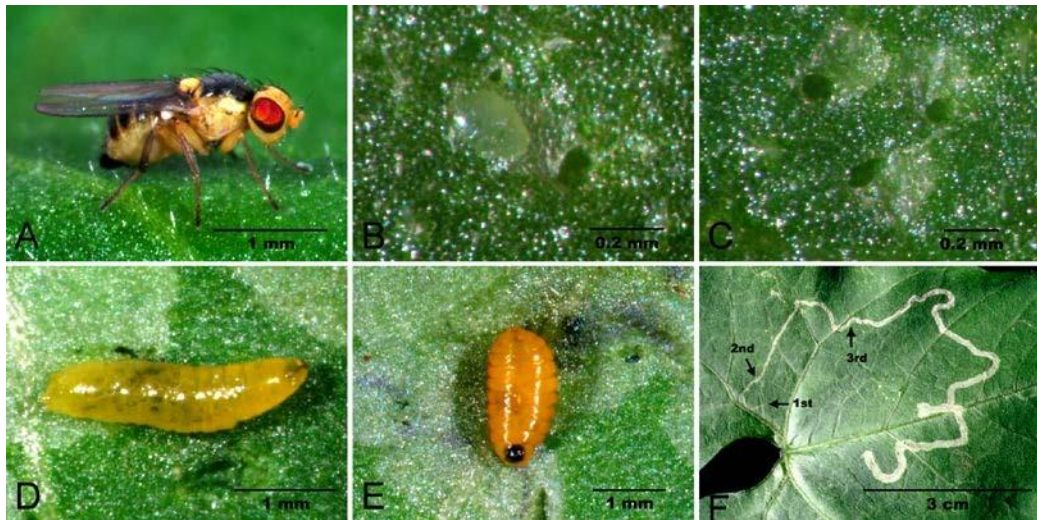
非洲菊斑潛蠅

成蟲 (圖一 A; 圖六 A, B; 圖七 A, B; 圖八 A-E)：頭部除複眼紅褐色、單眼淡黃色、單眼三角區 (ocellar triangular) 暗褐色、剛毛與觸刺毛 (arista) 黑色，餘為黃色。中胸背板亮黑色，中胸小楯片黃色；胸節側板黃色 (圖六 A, B)；前胸腹板黃色、中胸與後胸腹板黑色；足基節、轉節與腿節黃色，脛節與跗節淡褐色 (圖六 B)；前翅透明，翅脈除內橫脈 (即 r-m 脈) 淡褐色，餘為褐色， M_{3+4} 後段為中室長度之 3~4 倍；平均棍黃色。腹節背板亮黑色，邊緣黃色，第一至第五可見腹節背板具黃色中溝 (雄蠅的中溝較雌蠅明顯) (圖七 A, B)，其中每節之黃色中溝雖有多種變異，但第五可見腹節背板下半部一定具黃色中溝 (圖八 A-E)；腹板黃色，但雌、雄的生殖節為黑色 (圖七 A, B)。雌、雄性別的診斷特徵：體型一般雌蟲大於雄蟲，雌體長約 1.9 mm，寬約 0.6 mm。雄體長約 1.6 mm，寬約 0.6 mm；雄蟲之第九腹節背板特化生成生殖弧 (epandrium)，上方具 1 對尾毛，下方具 1 對附器 (即尾背尖突，surstylus)；雌蟲第七腹節，呈骨化程度高的筒狀產卵管外鞘 (Chien and Ku, 1996)。

卵 (圖一 B)：初乳白色半透明，經 48 小時後變無色透明。橢圓形。長約 0.24 mm，寬約 0.13 mm (Chien and Ku, 1996)。

幼蟲 (圖一 D)：共 3 齡。初無色，後隨成熟而呈黃色。蛆狀，外表光滑。頭部較尖，腹部末端較鈍。頭咽骨明顯，可藉其大小識別各齡期。第一齡幼蟲無色透明，體長 (初~末期) 0.34~0.73 mm，體寬 (初~末期) 0.12~0.25 mm。第二齡幼蟲淡黃色，體長 (初~末期) 0.84~1.33 mm，體寬 (初~末期) 0.29~0.44 mm。第三齡幼蟲 (圖一 D) 淡黃至黃色，體長 (初~末期) 1.57~2.55 mm，體寬 (初~末期) 0.51~0.76 mm (Chien and Ku, 1996)。

蛹 (圖一 E)：褐色。長橢圓形，外有環節。體長約 1.9 mm，體寬約 0.9 mm (Chien and Ku, 1996)。



圖一、非洲菊斑潛蠅之各生長期及其取食隧道。A：雌成蟲；B：卵與產卵孔；C：取食孔；D：第三齡幼蟲；E：蛹；F：幼蟲取食隧道。

蔬菜斑潛蠅

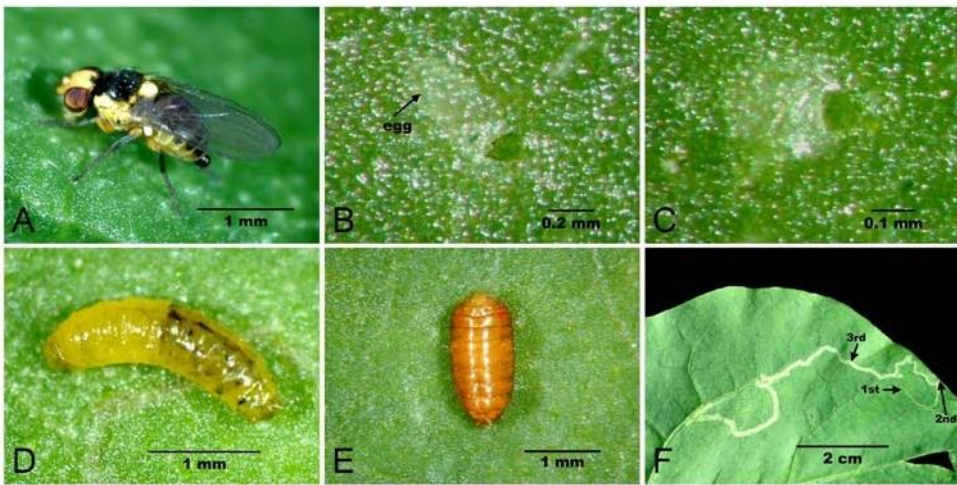
成蟲（圖二 A； 圖七 C）：頭部除複眼紅褐色、單眼淡黃色、單眼三角區 (ocellar triangular) 暗褐色、剛毛與觸刺毛 (arista) 黑色，餘為黃色。中胸背板亮黑色，中胸小楯片黃色；胸節側板黃色（圖六 C, D）；前胸腹板黃色、中胸與後胸腹板黑色；足基節、轉節與腿節黃色，脛節與跗節淡褐色（圖六 D）；前翅透明，翅脈除內橫脈（即 r-m 脈）淡褐色，餘為褐色， M_{3+4} 後段為中室長度之 3 倍；平均棍黃色。腹節背板亮黑色，邊緣黃色，第二可見腹節背板具完整明顯黃色中溝（圖七 C）；腹板黃色，但雌、雄的生殖節為黑色（圖六 C, D）。雌、雄性別的診斷特徵：體型一般雌蟲大於雄蟲，雌體長約 1.6 mm，寬約 0.6 mm。雄體長約 1.4 mm，寬約 0.5 mm；雄蟲之第九腹節背板特化成生殖弧 (epandrium)，上方具 1 對尾毛，下方具 1 對附器（即尾背尖突，surstylus）；雌蟲第七腹節，呈骨化程度高的筒狀產卵管外鞘 (Chien and Chang, 2007)。

卵（圖二 B）：初乳白色半透明，經 48 小時後變無色透明。橢圓形。長約 0.20 mm，寬約 0.13 mm (Chien and Chang, 2007)。

幼蟲（圖二 D）：共 3 齡。初無色，後隨成熟而呈黃色。蛆狀，外表光滑。

頭部較尖，腹部末端較鈍。頭咽骨明顯，可藉其大小識別各齡期。第一齡幼蟲無色透明，體長(初~末期) 0.29~0.73 mm，體寬(初~末期) 0.07~0.28 mm。第二齡幼蟲淡黃色，體長(初~末期) 0.85~1.42 mm，體寬(初~末期) 0.31~0.40 mm。第三齡幼蟲(圖二 D) 淡黃至黃色，體長(初~末期) 1.58~2.26 mm，體寬(初~末期) 0.47~0.54 mm (Chien and Chang, 2007)。

蛹(圖二 E)：褐色。長橢圓形，外有環節。體長約 1.7 mm，體寬約 0.8 mm (Chien and Chang, 2007)。



圖二、蔬菜斑潛蠅之各生長期及其取食隧道。A：雌成蟲；B：卵與產卵孔；C：取食孔；D：第三齡幼蟲；E：蛹；F：幼蟲取食隧道。

南美斑潛蠅

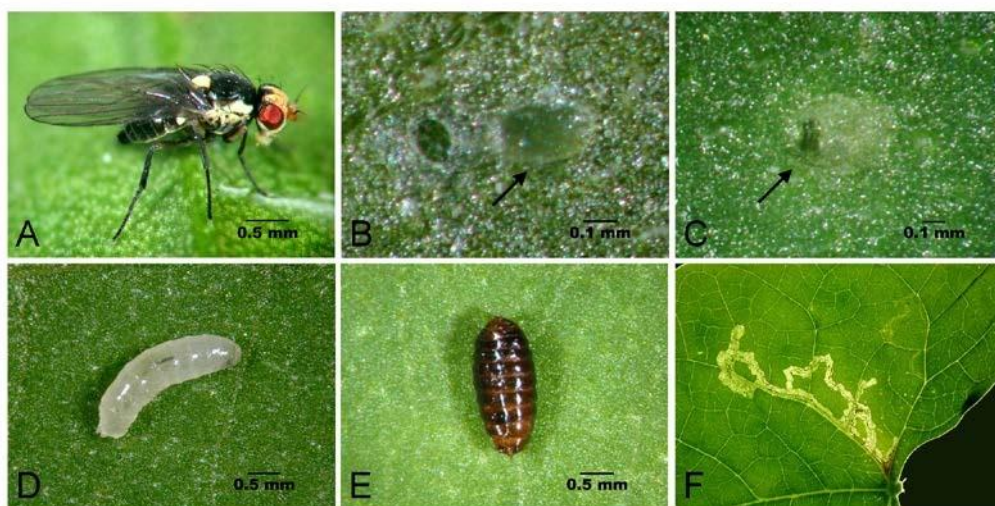
成蠅(圖三 A; 圖六 E, F; 圖七 D)：頭部除複眼紅褐色、單眼淡黃色、單眼三角區(ocellar triangular) 暗褐色、剛毛與觸刺毛(arista) 黑色，餘為黃色。中胸背板亮黑色，中胸小楯片黃色；胸節側板黃色，但具褐色斑紋(圖六 E, F)，胸節腹板均為暗褐色至黑色；足基節、轉節與腿節黃色，但具褐色帶狀斑紋，脛節與跗節暗褐色(圖六 F)；前翅透明，翅脈褐色， M_{3+4} 後段為中室長度之 1.5~2 倍；平均棍黃色。腹節背板黑色，邊緣黃色，第二可見腹節背板上半部具明顯黃色中溝(圖七 D)；

腹板黑色 (圖六 E, F)。雌、雄性別的診斷特徵：體型一般雌蟲大於雄蟲，雌體長約 2.2 mm，寬約 0.8 mm，雄體長約 1.7 mm，寬約 0.7 mm；雄蟲之第九腹節背板特化成生殖弧 (epandrium)，上方具 1 對尾毛，下方具 1 對附器 (即尾背尖突，surstylus)；雌蟲第七腹節，呈骨化程度高的筒狀產卵管外鞘 (Chien and Chang, 2008)。

卵 (圖三 B)：初乳白色半透明，經 48 小時後變無色透明。橢圓形。長約 0.28 mm，寬約 0.16 mm (Chien and Chang, 2008)。

幼蟲 (圖三 D)：共 3 齡。初無色，後隨成熟而呈白色。蛆狀，外表光滑。頭部較尖，腹部末端較鈍。頭咽骨 (cephalopharyngeal skeleton) 明顯，可藉其大小識別各齡期。第一齡幼蟲無色透明，體長 (初~末期) 0.48~0.73 mm，體寬 (初~末期) 0.14~0.19 mm。第二齡幼蟲無色透明體長 (初~末期) 0.84~1.48 mm，體寬 (初~末期) 0.29~0.45 mm，第三齡幼蟲 (圖三 D) 初為無色透明，近老熟時呈白色半透明體長 (初~末期) 1.74~2.63 mm，體寬 (初~末期) 0.62~0.93 mm。(Chien and Chang, 2008)。

蛹 (圖三 E)：黑褐色。長橢圓形，外有環節。體長約 2.1 mm，體寬約 1.0 mm。後氣孔數 6~9 個 (Chien and Chang, 2008)。



圖三、南美斑潛蠅之各生長期及其取食隧道。A：雌成蟲；B：卵與產卵孔；C：取食孔；D：第三齡幼蟲；E：蛹；F：幼蟲取食隧道。

三、斑潛蠅之生物學

斑潛蠅之習性

非洲菊斑潛蠅、蔬菜斑潛蠅及南美斑潛蠅其幼蟲鑽出葉面化蛹、羽化、交尾、產卵及取食等活動均為晝行性。前二者之取食與產卵均在葉面，而南美斑潛蠅取食主要在葉面 (72.1%)，產卵則在葉背 (99.3%)。前二者羽化後次日之交尾率即達 95~99%，而南美斑潛蠅羽化後第三日之交尾率才達 98.2% (Chien and Ku, 1996; Chien and Chang, 2007, 2008)。

斑潛蠅在 25⁰C 下之發育期與生殖力

三種斑潛蠅在 25⁰C 下卵至蛹期之發育日數近似，為 15.9~17.3 日，其中卵期為 2.1~3.3 日，幼蟲期為 4.5~5.7 日，蛹期為 8.1~9.8 日；但三種斑潛蠅間之生殖力（每雌產有活力卵數，即第三齡幼蟲數）卻有差距，以非洲菊斑潛蠅最高、達 463 粒，南美斑潛蠅次之、約 214 粒，蔬菜斑潛蠅最低、僅 113 粒 (Chien and Ku, 1996; Chien and Chang, 2007, 2008)。

斑潛蠅發育對溫度之適應性

臺灣地區三種斑潛蠅對溫度適應之範圍，以非洲菊斑潛蠅最廣 (12~35⁰C)，蔬菜斑潛蠅次之 (15~30⁰C)，南美斑潛蠅最窄 (15~28⁰C) (Chien and Chang, 2007, 2008)。非洲菊斑潛蠅於田間終年發生，甚至在夏季高溫簡易設施內，亦可危害非洲菊 (Chien and Ku, 1998)；蔬菜斑潛蠅雖亦終年發生，但多危害茄科、葫蘆科及豆科作物；而南美斑潛蠅在平地僅發生於 11 月至翌年 5 月，危害冬季蔬菜 (Chien and Chang, unpublished data)。

斑潛蠅族群繁殖對溫度之偏好性

臺灣地區三種斑潛蠅間族群繁殖能力之強弱因溫度而異 (Chien and Ku, 1996; Chien and Chang, 2007, 2008)。在 15⁰C 低溫時族群繁殖能力以南美斑潛蠅最高，蔬菜斑潛蠅次之，非洲菊斑潛蠅最低；在 20~25⁰C 時族群繁殖能力以非洲菊斑潛蠅與南美斑潛蠅較高，蔬菜斑潛蠅較低；在 28 或 30⁰C 高溫時族群繁殖能力以非洲菊斑潛蠅最高，蔬菜斑潛蠅次之，南美斑潛蠅不但最低且呈負增長；甚至在 35⁰C 高溫時，非洲菊斑潛蠅仍具高族群繁殖力，但其他二種斑潛蠅的蛹則無法羽化。

四、斑潛蠅之寄主植物

非洲菊斑潛蠅

寄主植物範圍廣，達 21 科、120 種 (Spencer, 1990)。臺灣地區則記錄 8 科、30 種，尤其偏好菊科植物；包括菊科之菊花、非洲菊、大理花、向日葵、茼蒿、昭和草、紫花藿香薊、白花藿香薊、鼠麴舅、苦苣菜、泥胡菜及饑荒草，茄科之馬鈴薯、番茄、茄子、辣椒及龍葵，十字花科之芥菜、白菜、甘藍及花椰菜，葫蘆科之胡瓜與絲瓜，豆科之豌豆、菜豆及敏豆，唇形科之澤蘭，百合科之蔥及莧科之長梗滿天星與野苜蓿等 (Shiao, 1991; Chien and Ku, 1998)。

蔬菜斑潛蠅

寄主植物範圍廣，達 22 科、89 種，其中對葫蘆科、豆科及茄科等具偏好性 ((Pang *et al.*, 2005)。在臺灣危害葫蘆科植物有洋香瓜、小黃瓜、南瓜、西瓜、絲瓜、稜角絲瓜，危害之豆科植物有敏豆、豇豆、豌豆、鵲豆，危害茄科之植物有番茄、茄子、馬鈴薯、辣椒，危害之菊科植物有茼蒿、蒿苣、捲心蒿苣、菊花、紫苑、大麗花、百日草，危害之十字花科植物有油菜、小白菜、青江菜、芥菜、花椰菜、甘藍、芥藍、大頭菜、結球白菜、蘿蔔等 (Chien and Chang, unpublished data)。

南美斑潛蠅

寄主植物範圍廣，根據 CABI(2006) 的記錄為 15 科，且對其中任何一科均無明顯偏好性；而中國昆明地區，其寄主植物範圍已達 39 科、196 種 (Yang *et al.*, 1999; Hu and Su, 2003)，且對蠶豆、菠菜、蒿笋、蒿苣、芹菜、胡瓜、滿天星、馬鈴薯等具明顯偏好性 (Wen *et al.*, 1998)。在臺灣其寄主植物範圍達 6 科、26 種，其中對牛皮菜、豌豆、蒿苣及茼蒿具偏好性 (Chien and Chang, unpublished data)。

五、危害寄主之時期、部位及徵狀

非洲菊斑潛蠅、蔬菜斑潛蠅

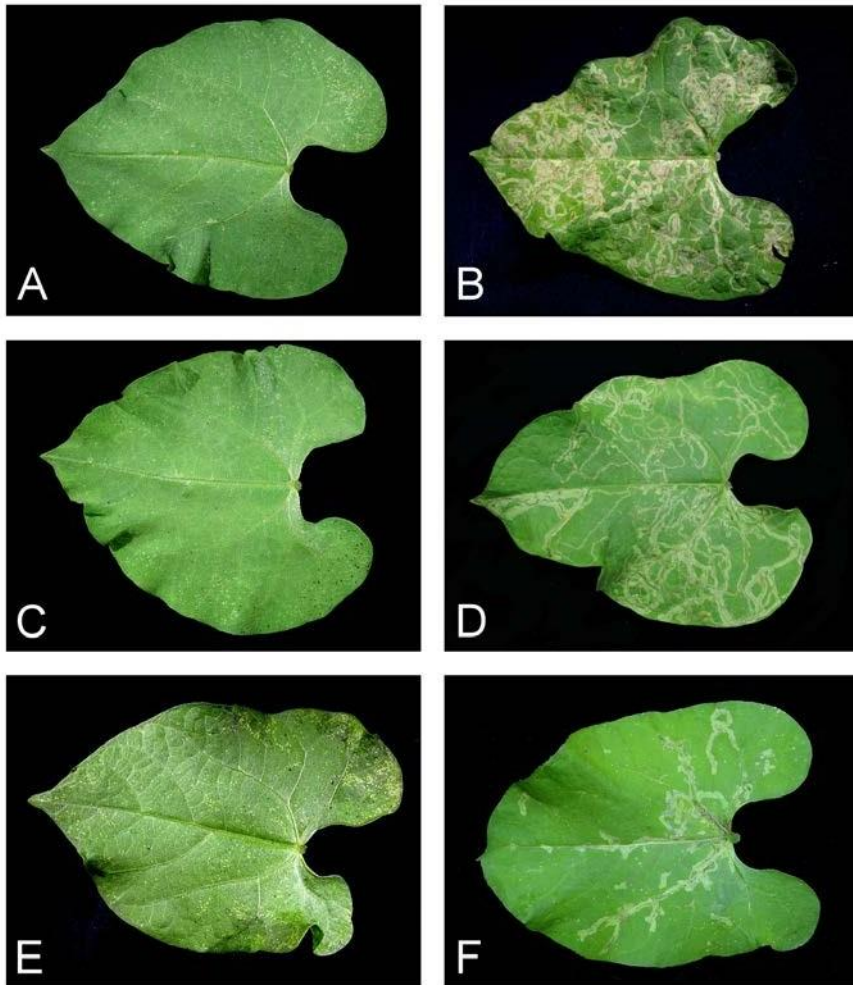
危害寄主之時期與部位：包括苗期、生長期、開花期及結果期等之葉片 (CABI, 2006)。

危害徵狀 (圖一 B, C, F; 圖二 B, C, F; 圖四 A, B, C, D)：包括成蟲之戳食 (圖四 A, C) 與幼蟲之潛食 (圖四 B, D)。產卵孔白色，呈橢圓形，長 0.29~0.36 mm，寬 0.15~0.16 mm (圖一 B; 圖二 B)。取食孔白色，近圓形，長 0.33~0.36 mm，寬 0.29~0.32 mm (圖一 C; 圖二 C)。幼蟲之食痕形狀與寄主植物之種類與品種有關 (CABI, 2006)，在菜豆上，食痕一般呈蜿蜒狀，長 11.0~11.7 cm (圖一 F、圖二 F、圖四 B, D)，有時亦呈大斑點狀。第一齡幼蟲食量小，在寄主葉肉柵狀組織中蠕動蛇行取食，至第二或第三齡幼蟲時，有時受食物量之限制，幼蟲亦可在海綿組織層中取食。取食隧道初無色，隨後轉白色，同時在其隧道兩側交互留有明顯之黑色排泄物 (Chien and Ku, 1996; Chien and Chang, 2007)。苗與幼株受害時，植株發育嚴重遲滯，導致產量降低 (CABI, 2006)。經蔬菜斑潛蠅受害嚴重之番茄，果實易造成日燒現象 (CABI, 2006)。

南美斑潛蠅

危害寄主之時期與部位：包括苗期、生長期、開花期及結果期等之葉片 (CABI, 2006)。

危害徵狀 (圖三 B, C, F; 圖四 E, F)：包括成蟲之戳食 (圖四 E) 與幼蟲之潛食 (圖四 F)。產卵孔白色，呈橢圓形，長 0.49 mm，寬 0.20 mm (圖三 B)。取食孔白色，近圓形，長 0.44 mm，寬 0.36 mm (圖三 C)。第一齡幼蟲食量小，在寄主葉肉海綿組織中蠕動蛇行取食，至第二與第三齡時食量增加，則在海綿與柵狀組織中沿著中肋與葉脈來回潛食，食痕粗寬 (圖三 F; 圖四 F)。其取食隧道初無色，隨後轉白色，隧道兩側交互留有明顯之黑色排泄物。食物缺乏時亦危害葉柄 (Chien and Chang, 2008)。苗與幼株受害時，植株發育嚴重遲滯，導致產量降低 (CABI, 2006)。嚴重受害之葉片會掉落，以致除莖部受到風害外，花芽與正發育中之果實亦會產生日燒 (CABI, 2006)。



圖四、斑潛蠅在菜豆子葉上之危害徵狀。A：非洲菊斑潛蠅成蟲之戳食；B：非洲菊斑潛蠅幼蟲之潛食；C：蔬菜斑潛蠅成蟲之戳食；D：蔬菜斑潛蠅幼蟲之潛食；E：南美斑潛蠅成蟲之戳食；F：南美斑潛蠅幼蟲之潛食。

六、斑潛蠅之經濟重要性

非洲菊斑潛蠅

本種為菊科重要害蟲，尤其在北美洲危害菊花，造成嚴重經濟損失；蔬菜方面對美國之芹菜與洋蔥亦造成損失 (CABI, 2006)。另成蟲可藉其產卵管與口器以機械性之方式，傳播植物病毒 (Zitter *et al.*, 1980)。歐洲及地

中海植保協會認定屬 A2 級重要檢疫害蟲 (OEPP/EPPO, 1984)。

蔬菜斑潛蠅

該蠅在美國之番茄、芹菜及其他作物上，在阿根廷之紫苜蓿 (*Medicago sativa* L.) 上及在中國之蔬菜與花卉生產上均曾造成嚴重經濟損失 (CABI, 2006; Pang *et al.*, 2005)。成蟲尚可藉其產卵管與口器以機械性方式，間接傳播芹菜嵌紋病毒與瓜類的兩型西瓜嵌紋病毒 (Zitter and Tsai, 1977; Zitter *et al.*, 1980)。荷蘭 (OEPP/EPPO, 1984) 與英國認定屬 A1 級重要檢疫害蟲 (EPPO, 1984)。

南美斑潛蠅

該蠅在南美洲為馬鈴薯之關鍵害蟲 (CABI, 2006)；在歐洲與地中海地區為菊花、報春花類 (*Primula* spp.)、馬鞭草 (*Verbena*)、萵苣、菜豆、胡瓜、芹菜及夏南瓜 (*Cucurbita pepo* Zucchini) 等之重要害蟲 (CABI, 2006)；在中國雲南省 (Jiang *et al.*, 1997; Zou *et al.*, 1998)、山東省 (Song *et al.*, 2004)、甘肅省 (Luo *et al.*, 2002)、貴州省 (Chen and Kang, 2002) 及四川省 (Chen and Kang, 2002) 等地亦造成蔬菜、花卉及部分糧食作物等之嚴重經濟損失。臺灣僅在 11 月至翌年 5 月發生，可危害冬季蔬菜，為牛皮菜、豌豆、萵苣及茼蒿上之優勢種 (40.4~100%) (Chien and Chang, unpublished data)。

七、斑潛蠅之天敵

非洲菊斑潛蠅

全球已記錄 78 種寄生蜂、2 種寄生線蟲及 2 種捕食性昆蟲 (Minkenbergh and Lenteren, 1986; Johnson and Hara, 1987; Waterhouse and Norris, 1987; Del, 1989; Harris *et al.*, 1990; Lin and Wang, 1992; Hansson and LaSalle, 1996; Chien and ku, 1998; Murphy and LaSalle, 1999; CABI, 2006)。臺灣已記錄之本地種寄生蜂，計有 9 種，包括底比斯絨小蜂 (*Chrysoncharis pentheus* (Walker))、岡崎絨小蜂 (*Closterocerus okazakii* (Kamijo))、異溝絨小蜂 (*Cirrospilus ambiguus* Hansson & LaSalle)、異角絨小蜂 (*Hemiptarsenus varicornis* (Girault))、華絨小蜂 (*Neochrysocharis formosa* (Westwood))、斑潛蠅嚙小蜂 (*Quadrastichus liriomyzae* Hansson & LaSalle)、歐比蘭蜂 *Opius* sp. 1

及 2 種黃金小蜂 *Halticoptera* spp. 等 (Lin and Wang, 1992; Chien and Ku, 1998)。其中異角絨小蜂（圖五 A）與華絨小蜂（圖五 B）不僅是優勢種 (Chien and Ku, 1998)，在生物防治應用上也是有效的寄生蜂 (Chien and Ku, 2001a, b, c, 2002; Chien *et al.*, 2004; 2005 a, b, c)，同時與賽滅淨藥劑間之相容性大，適用於非洲菊園內對非洲菊斑潛蠅之綜合防治 (Chien *et al.*, 2007)。

蔬菜斑潛蠅

全球已記錄 80 種寄生蜂與 6 種寄生菌 (Johnson and Hara, 1987; Waterhouse and Norris, 1987; Zhang *et al.*, 1996; Xu and Zeng, 1998; Murphy and LaSalle, 1999; Xu *et al.*, 1999; Zeng *et al.*, 1999; Wei, 2000; Chen *et al.*, 2001; Wen *et al.*, 2002; Zhao *et al.*, 2003; CABI, 2006; Chien and Chang, unpublished data)。臺灣已記錄之本地種寄生蜂，計有 7 種，包括底比斯絨小蜂、岡崎絨小蜂、異溝絨小蜂、異角絨小蜂、華絨小蜂、斑潛蠅嚙小蜂及歐比蘭蜂 *Opius* sp. 1 等，其中之底比斯絨小蜂（圖五 C）與岡崎絨小蜂（圖五 D）不但為優勢種、在生物防治應用上亦為有效寄生蜂 (Chien and Chang, unpublished data)。

南美斑潛蠅

全球已記錄 56 種寄生蜂與 2 種線蟲 (Waterhouse and Norris, 1987; Williams and Macdonald, 1995; Murphy and LaSalle, 1999; Wen *et al.*, 2002, 2004; Salvo *et al.*, 2005; Bahlai *et al.*, 2006; CABI, 2006; Chien and Chang, unpublished data)。臺灣已記錄之本地種寄生蜂，計有 7 種，包括底比斯絨小蜂、岡崎絨小蜂、異角絨小蜂、華絨小蜂、歐比蘭蜂 *Opius* sp. 1 與 *Opius* sp. 2 及 1 種尚未定名之黃金小蜂等，其中歐比蘭蜂 *Opius* sp. 1（圖五 E）與底比斯絨小蜂不但為優勢種、在生物防治應用上亦為有效寄生蜂 (Chien and Chang, unpublished data)。



圖五、斑潛蠅之寄生蜂。A：異角絨小蜂；B：華絨小蜂；C：底比斯絨小蜂；D：岡崎絨小蜂；E：歐比蘭蜂。

八、斑潛蠅之田間偵測與檢測

非洲菊斑潛蠅、蔬菜斑潛蠅及南美斑潛蠅之偵測與檢測方法相同，介紹如下。

- (1) **目視調查法**：於田間以目視幼蟲數與其食痕之方式調查其危害情況。
- (2) **黃色黏紙誘集法**：利用黃色黏紙誘集成蠅，以偵測其發生期及族群之發生情況。

九、斑潛蠅之侵入途徑與診斷方法

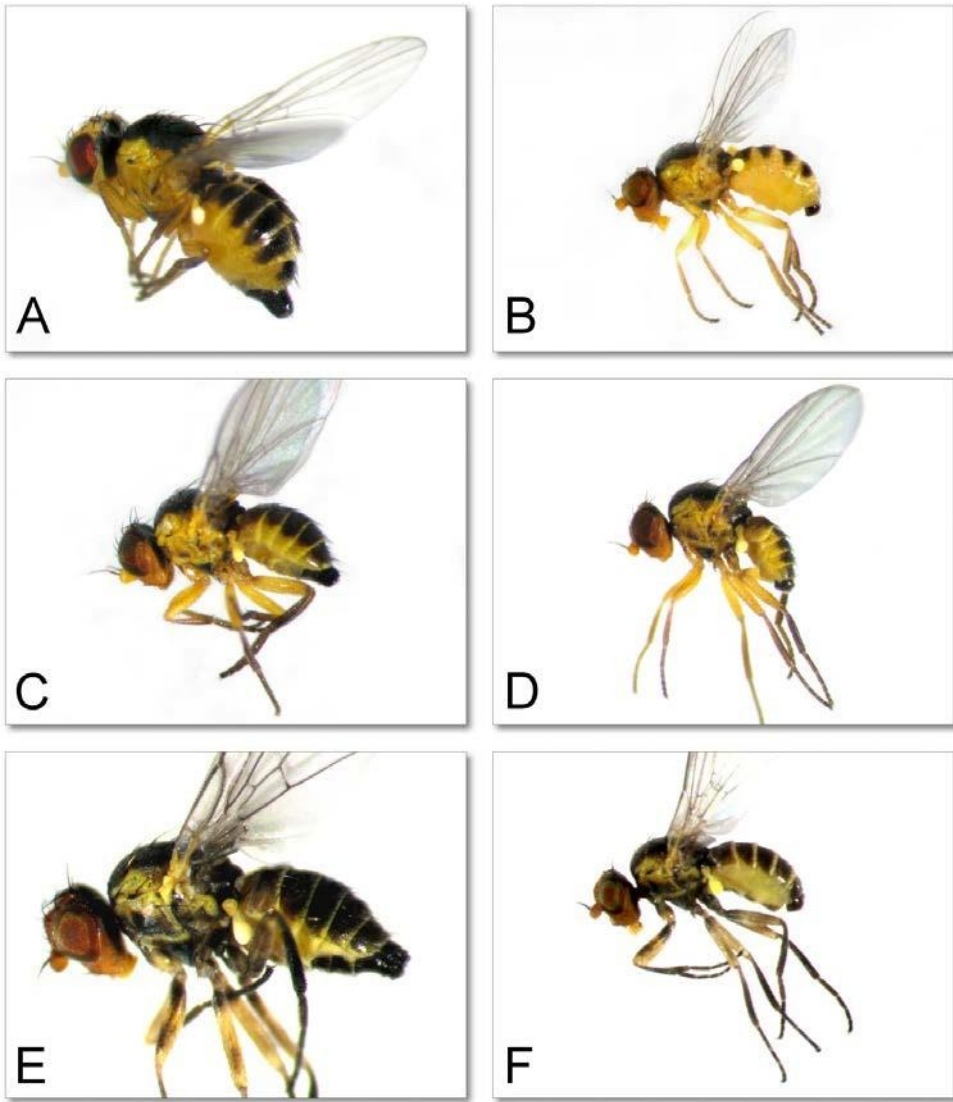
非洲菊斑潛蠅、蔬菜斑潛蠅及南美斑潛蠅之侵入途徑相同，均可附著在寄主植物或切花上隨貨物傳播 (CABI, 2006)。彼等斑潛蠅之診斷方法有三，介紹如下(表一)。

- (1) **目視與立體顯微鏡鏡檢法**：幼蟲與蛹之外部形態特徵及幼蟲食痕形狀，可藉由以目視法鑑別之；至於成蟲特徵，則需藉由立體顯微鏡鏡檢法確定其種類 (Chien and Ku, 1996; Chien and Chang, 2007, 2008)。
- (2) **光學顯微鏡鏡檢法**：在位相差光學顯微鏡下鏡檢雄成蟲之生殖器特徵 (蕭與吳, 1998)，或蛹之後氣孔數以確定其種類 (張與吳, 1997)。
- (3) **電泳圖譜**：使用 USB-70 逢機引子進行體 DNA RAPD-PCR (Chiu *et al.*,

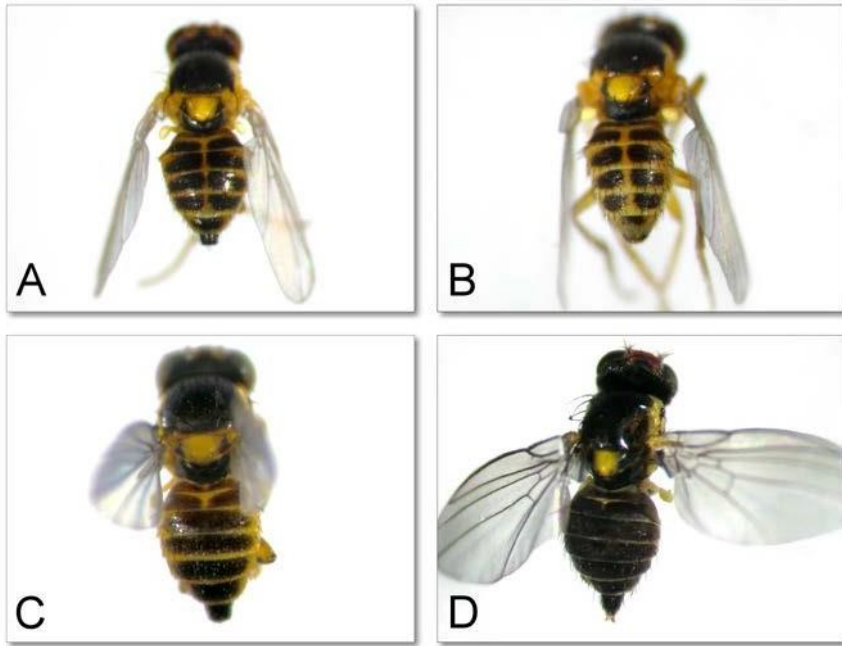
2000)，或以粒線體 DNA 進行 PCR-RFLP (Masetti *et al.*, 2006)，藉所得之不同電泳圖譜分辨其種類。

表一 非洲菊斑潛蠅、蔬菜斑潛蠅及南美斑潛蠅之鑑別

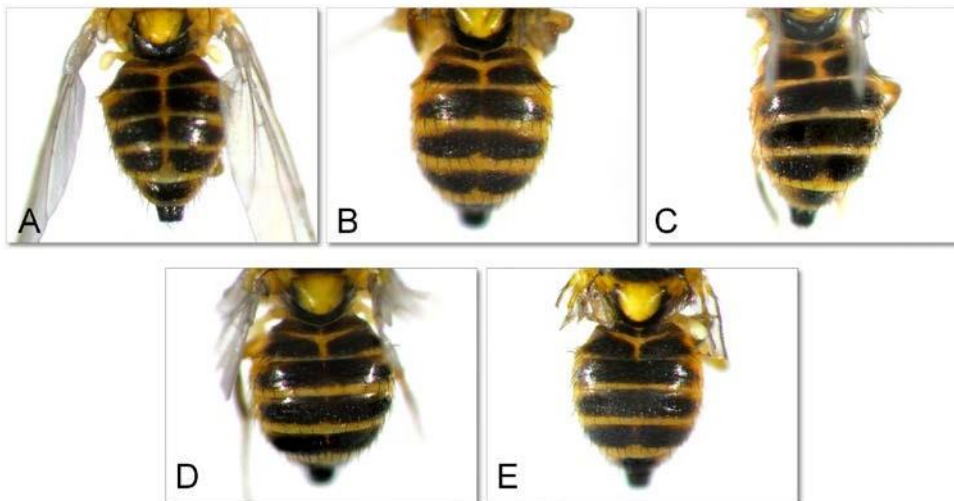
項目	非洲菊斑潛蠅	蔬菜斑潛蠅	南美斑潛蠅
成蟲前翅翅脈	前翅 M ₃₊₄ 後段為中室 長度之 3~4 倍	前翅 M ₃₊₄ 後段為中室 長度之 3 倍	前翅 M ₃₊₄ 後段為中室 長度之 1.5~2 倍
成蟲足之顏色	基節、轉節及腿節黃 色，脛節與跗節淡褐色 (圖六 B)	基節、轉節及腿節黃 色，脛節與跗節淡褐色 (圖六 D)	基節、轉節及腿節黃 色，但具褐色帶狀斑 紋，脛節與跗節暗褐色 (圖六 F)
成蟲胸部側板	黃色(圖六 A, B)	黃色(圖六 C, D)	黃色，但具褐色斑紋 (圖六 E, F)
成蟲腹部腹板	黃色(圖六 A, B)	黃色(圖六 C, D)	黑色(圖六 E, F)
成蟲腹部背板	第一至第五可見腹節 背板具黃色中溝(圖七 A, B; 圖八 A-E)	僅第二可見腹節背板 具完整明顯黃色中溝 (圖七 C)	僅第二可見腹節背板 上半部具明顯黃色中 溝(圖七 D)
雌蟲體長 (mm)	1.9	1.6	2.2
卵大小 (mm)	長 0.24，寬 0.13	長 0.20，寬 0.13	長 0.28，寬 0.16
產卵位置	產於葉之上表皮下	產於葉之上表皮下	99.3% 產於葉之下表 皮下
幼蟲體色	黃色(圖一 D)	黃色(圖二 D)	白色(圖三 D)
幼蟲之潛食部位	柵狀組織	柵狀組織	海綿組織與柵狀組織
幼蟲之食痕	由細至粗，蜿蜒狀 (圖一 F)	由細至粗，蜿蜒狀(圖 二 F)	沿著中肋與葉脈來回 潛食，食痕粗寬(圖三 F)
蛹體色	褐色(圖一 E)	褐色(圖二 E)	黑褐色(圖三 E)
蛹後氣孔數(個)	3	3	6~9
RAPD-PCR (bp)	1272, 1022, 961, 707	1108, 746, 550, 370, 205	1014, 746, 550
粒線體 DNA PCR-RFLP (bp)	無剪切位置	—	<i>Pvu</i> II: 258, 733 <i>Sna</i> BI: 424, 607



圖六、斑潛蠅之側面觀- 胸部側板、足及腹部腹板。A：非洲菊斑潛蠅雌蠅；B：非洲菊斑潛蠅雄蠅；C：蔬菜斑潛蠅雌蠅；D：蔬菜斑潛蠅雄蠅；E：南美斑潛蠅雌蠅；F：南美斑潛蠅雄蠅。



圖七、斑潛蠅之背面觀-腹節背板黃色中溝。A：非洲菊斑潛蠅雌蠅；B：非洲菊斑潛蠅雄蠅；C：蔬菜斑潛蠅雄蠅；D：南美斑潛蠅雌蠅。



圖八、非洲菊斑潛蠅第一至第五腹節背板黃色中溝之變異型 (A-E)。

十、斑潛蠅之檢疫措施

依據歐洲與地中海植物保護組織對非洲菊斑潛蠅、蔬菜斑潛蠅及南美斑潛蠅採行之檢疫措施，共分疫區田間檢疫、收穫後處理及海關檢疫三項 (CABI/EPPO, 1997)，介紹如下。

疫區田間檢疫：若自斑潛蠅疫區引進康乃馨、菊花、非洲菊 (*Gerbera* spp.)、芹菜、萵苣、番茄、瓜 (*Cucumis* spp.)、瞿麥 (*Gypsophila* spp.)、辣椒 (*Capsicum* spp.) 及黃菀屬 (*Senecio*) 等植物或植物繁殖體 (除種子外) 時，在其引進前之 3 個月內，每月至少需進行田間偵測 1 次，以確定植株無斑潛蠅危害；一旦發現蟲體，即需依照推薦藥劑予以防治。

收穫後處理：由於斑潛蠅卵期較抗低溫，因而被害切花需在溫室先放置 3~4 天，待蠅卵孵化後，再以 0°C 儲存 1~2 週，殺死斑潛蠅之其他蟲期。

海關檢疫：海關人員可依斑潛蠅寄主植物上之成蟲戳食孔、或幼蟲食痕、或包裝封套與箱底之蛹，作為檢視斑潛蠅存在與否的判定依據。對於引進之切花或帶葉之蔬菜，應檢附輸出國植物檢疫機關 (構) 簽發之植物檢疫證明書。同時亦可配合其他鱗翅目害蟲 (如斜紋夜盜) 之防除，以 54 gh/m³ (CTP, concentration time product) 之溴化甲烷，在 15°C 下處理菊花切花 (Helyer and Ledieu, 1989)。

參考文獻

- 李錫山。1986。甘藍主要害蟲在台灣南部之發生消長。中華農業研究 35: 530-542。
- 張維球、吳佳教。1997。四種多食性斑潛蠅的識別。植物檢疫 11(增刊): 50-54。
- 陳乃中、肖良。1995。蔬菜斑潛蠅的傳播與危害。植物檢疫 9(1): 6-9。
- 蕭旭峰、吳文哲。1998。蔬菜斑潛蠅 (*Liriomyza sativae*) 之生態與防治 (雙翅目：潛蠅科)。科學農業 46: 312-318。
- 錢景泰。1997。台灣地區斑潛蠅發生與防治概況。海峽兩岸植物保護研討會: 79-94。植物保護學會印。台中。

錢景泰、張淑貞。2000。台灣地區斑潛蠅之發生與防治策略。植物疫情與策略研討會專刊: 31-44。

Bahlai, C. A., S. A. Goodfellow, D. E. Stanley-Horn, and R. H. Hallett. 2006. Endoparasitoid assemblage of the leafminer, *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae), in southern Ontario. Environ. Entomol. 35: 351-357.

CABI. 2006. Crop Protection Compendium. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.

CABI/EPPO. 1997. Quarantine pests for Europe. 2nd CAB International, Wallingford, UK.

Chen, B., and L. Kang. 2002. Analysis of trends of occurrence and geographic variation of pea leafminer *Liriomyza huidobrensis*. Plant Quarantine 16(3): 138-140. (in Chinese)

Chen, X. X., J. H. He, Z. H. Xu, and Y. Ma. 2001. Research and application of parasitoids to suppress *Liriomyza* flies. Chinese J. Bio. Control 17: 30-34.

Chien, C. C., and S. C. Ku. 1998. The occurrence of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) and its parasitoids on fields of *Gerbera jamesonii*. Chinese J. Entomol. 18: 187-197. (in Chinese)

Chien, C. C., and S. C. Chang. 2007. Morphology, life history and life table of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). Formosan Entomol. 27: 205-225. (in Chinese)

Chien, C. C., and S. C. Chang. 2008. Morphology, life history and life table of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). Formosan Entomol. 28: (in press). (in Chinese)

Chien, C. C., and S. C. Ku. 1996. Morphology, life history and reproductive ability of *Liriomyza trifolii*. J. Agric. Res. China 45: 69-88. (in Chinese)

Chien, C. C., and S. C. Ku. 2001a. Instar preference of five species of parasitoids of *Liriomyza trifolii* (Hymenoptera: Eulophidae, Braconidae). Formosan Entomol. 21: 89-97. (in Chinese)

Chien, C. C., and S. C. Ku. 2001b. Appearance and life history of *Hemiptarsenus varicornis* (Hymenoptera: Eulophidae). Formosan Entomol.

- 21: 247-255. (in Chinese)
- Chien, C. C., and S. C. Ku. 2001c. Appearance and life history of *Neochrysocharis formosa* (Hymenoptera: Eulophidae). Formosan Entomol. 21: 383-393. (in Chinese)
- Chien, C. C., and S. C. Ku. 2002. Intraspecific competition of two species of parasitoids (Hymenoptera: Eulophidae) of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). Formosan Entomol. 22: 279-290. (in Chinese)
- Chien, C. C., S. C. Chang, and S. C. Ku. 2004. Influence of temperature on both population increase and host-killing capability of *Hemiptarsenus varicornis* (Hymenoptera: Eulophidae). Formosan Entomol. 24: 91-105. (in Chinese)
- Chien, C. C., S. C. Ku, and S. C. Chang. 2005a. Influence of temperature on both population increase and host-killing capability of *Neochrysocharis formosa* (Hymenoptera: Eulophidae). Plant Prot. Bull. 47: 87-101. (in Chinese)
- Chien, C. C., S. C. Ku, and S. C. Chang. 2005b. Study of the storage and oviposition-regulating capability of *Hemiptarsenus varicornis* (Hymenoptera: Eulophidae). Formosan Entomol. 25: 9-21. (in Chinese)
- Chien, C. C., S. C. Ku, and S. C. Chang. 2005c. Study of the storage and oviposition-regulating capability of *Neochrysocharis formosa* (Hymenoptera: Eulophidae). Plant Prot. Bull. 47: 213-227. (in Chinese)
- Chien, C. C., S. C. Ku., and S. C. Chang. 2007. The effect of common insecticides on two parasitoids (Hymenoptera: Eulophidae) of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae). Formosan Entomol. 27: 277-292. (in Chinese)
- Chiu, Y. C., W. J. Wu, S. F. Shiao, and C. J. Shih. 2000. The application of RAPD-PCR to develop rapid diagnostic technique for identification of 6 species of *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae). Chinese J. Entomol. 20: 293-309. (in Chinese)
- Del, B. G. 1989. Natural enemies of *Liriomyza trifolii* (Burgess), *Chromatomyia horticola* (Goureau) and *Chromatomyia syngenesiae* Hardy (Diptera: Agromyzidae) in Tuscany. Redia 72: 529-544.

- EPPO. 1984. Data sheets on quarantine organisms. Bulletin OEPP 14: 78.
- Hansson, C., and J. LaSalle. 1996. Two new eulophid parasitoids (Hymenoptera: Chalcidoidea: Eulophiidae) of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae). Orient. Ins. 30: 193-202.
- Harris, H. M., J. W. Begley, and D. L. Warkentin. 1990. *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) suppression with foliar applications of *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae) and abamectin. J. Econ. Entomol. 83: 2380-2384.
- Helyer, N. L., and M. S. Ledieu. 1989. Phytotoxicity of methyl bromide on *Chrysanthemum* cuttings. Ann. Appl. Biol. 114: 9-13.
- Hu Z. X., and X. L. Su. 2003. Study on the characters and control of *Liriomyza huidobrensis* in China. Guangxi Plant Prot. 16: 22-25. (in Chinese)
- Jiang, X. L., Y. M. Ding, L. W. Wang, Y. M. Mu, Z. Y. Zhang, Y. P. She, and T. Tao. 1997. The occurrence and control of *Liriomyza huidobrensis* in Yunnan Province. Plant Quarantine 11 (suppl.): 20-23. (in Chinese)
- Johnson, M. A., and A. H. Hara. 1987. Influence of host crop on parasitoids (Hymenoptera) of *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae). Environ. Entomol. 16: 339-344.
- Kennedy, G. G., G. W. Bohn, A. K. Stoner, and R. E. Webb. 1978. Leafminer resistance in Muskmelon. J. Amer. Soc. 103: 571-574.
- Lee, H. S., F. M. Lu, and H. C. Wen. 1989. Biological studies and control of *Liriomyza bryoniae* (Kaltenbach) (Diptera: Agromyzidae) Chinese J. Entomol., Spec. Pub. 4: 53-58. (in Chinese)
- Lin, F. C., and C. L. Wang. 1989. Monitoring the occurrence and distribution of the American serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess) in Taiwan. Chinese J. Entomol., Spec. Pub. 4: 59-69. (in Chinese)
- Lin, F. C., and C. L. Wang. 1992. The occurrence of parasitoids of *Liriomyza trifolii* (Burgess) in Taiwan. Chinese J. Entomol. 12: 247-257. (in Chinese)
- Luo, J. C., Y. Y. Liu, and Y. H. Wei. 2002. Threshold temperature and effective temperature sum of *Liriomyza huidobrensis*. Entomol. Knowledge 39: 136-137. (in Chinese)

- Masetti, A., A. Luchetti, B. Mantovani, G. Burgio. 2006. Polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism assays distinguish *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) from associated species on lettuce cropping systems in Italy. *J. Econ. Entomol.* 99: 1268-1272.
- Mason, G. A., B. E. Tabashnik, and M. W. Johnson. 1989. Effect of biological and operational factors on evolution of insecticide resistance in *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae). *J. Econ. Entomol.* 82: 369-373.
- Minkenberg, O. P. J. M. 1988. Dispersal of *Liriomyza trifolii*. *Bull. OEPP* 18: 173-182.
- Minkenberg, O. P. J. M., and J. C. van Lenteren. 1986. The leafminer *Liriomyza bryoniae* and *L. trifolii* (Diptera: Agromyzidae), their parasites and host plant: a review. *Agric. Univ. Wageningen Papers.* 86-2, 50 pp.
- Murphy, S. T., and J. LaSalle. 1999. Balancing biological control strategies in the IPM of New World invasive *Liriomyza* leafminers in field vegetable crops. *Bio. News and information.* 20: 91-104.
- Oatman, E. R., and G. G. Kennedy. 1976. Methomyl induced outbreak of *Liriomyza sativae* on tomato. *J. Econ. Entomol.* 69: 667-668.
- OEPP/EPPO. 1984. Data sheets on quarantine organisms No. 131, *Liriomyza trifolii*. *Bull. OEPP/EPPO* 14: 29-37.
- Pang, B. P., J. A. Chen, E. Y. Huang, Z. S. Bao. 2005. Effects of different host plants on population parameters of *Liriomyza sativae*. *Plant Prot.* 31: 26-28.
- Parrella, M. P. 1987. Biology of *Liriomyza*. *Ann. Rev. Entomol.* 32: 201-224.
- Parrella, M. P., and C. B. Keil. 1984. Insect pest management: the lesson of *Liriomyza*. *Bull. Entomol. Soc. Am.* 30: 22-25.
- Salvo, A., M. S. Fenoglio, and M. Videla. 2005. Parasitism of a leafminer in managed versus natural habitats. *Agri. Ecosystems Environ.* 109: 213-220.
- Shiao, S. F. 1991. Systematic studies on *Liriomyza* species in Taiwan (Diptera: Agromyzidae). M. S. thesis, National Taiwan University. 129 pp. (in Chinese)

- Shiao, S. F., and W. J. Wu. 2000. *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard), a newly invaded insect of economic importance to Taiwan (Diptera: Agromyzidae). *Plant Prot. Bull.* 42: 249-254.
- Song, T. J., X. M. Chu, B. C. Song, and Y. S. Chu. 2004. Biological and ecological characters of *Liriomyza huidobrensis* in Yantai district and its control technology. *Entomol. J. East China* 13: 114-116. (in Chinese)
- Spencer, K. A. 1990. Host specialization in the world Agromyzidae (Diptera). Dordrecht, Netherlands. Kluwer Academic Publishers.
- Wang, C. L., and F. C. Lin. 1988. A newly invaded insect pest *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in Taiwan. *J. Agric. Res. China* 37: 453-457.
- Waterhouse, D. F. and K. R. Norris. 1987. *Liriomyza* species. *Biol. Control Pacific Prospects*: 159-176.
- Wei, D. W. 2000. Present status of *Liriomyza sativae* researches in China. *Guangxi Agric. Sci.* 6: 320-324. (in Chinese)
- Wen, J. Z., Y. Wang, and Z. R. Lei. 1996. New record of *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) from China. *Entomotaxonomia* 18: 311-312.
- Wen, J. Z., Y. Wang, and Z. R. Lei. 2004. Two new record species of parasitic wasps (Hymenoptera: Braconidae, Eucolidae) on *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) from China. *Entomotaxonomia* 26: 67-68. (in Chinese)
- Wen, J. Z., Z. R. Lei, and Y. Wang. 1998. Survey of *Liriomyza huidobrensis* in Yunnan and Guizhou provinces. *Plant Prot.* 24(3): 18-21. (in Chinese)
- Wen, J. Z., Z. R. Lei, and Y. Wang. 2002. Opiinae parasitoids of the leafminer *Liriomyza* spp. in China. *Chinese Academy Agric. Sci.* 39: 14-16. (in Chinese)
- Williams E. C., and O. C. Macdonald. 1995. Critical factors required by the nematode *Steinernema feltiae* for the control of the leafminers *Liriomyza huidobrensis*, *Liriomyza bryoniae* and *Chromatomyia syngenesiae*. *Ann. Appl. Biol.* 127: 329-341.
- Xu, Z. F., and L. Zeng. 1998. Current status in the study on parasitoids of

- Liriomyza sativae* Blanchard Nat. Enemies Insects 20: 129-135. (in Chinese)
- Xu, Z. F., Z. Z. Gao, Z. F. Chen, R. H. Hou, and L. Zeng. 1999. Hymenopterous parasitoids of *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) in Guangdong Province, China. Nat. Enemies Insects 21: 126-132. (in Chinese)
- Yang, C. S., N. N. Xiao, and Z. M. Li. 1999. Host plants (flower) and control of *Liriomyza huidobrensis* in Kunming. Southwest China J. Agric. Sci. 12: 14-19. (in Chinese)
- Zeng, L., W. Q. Zhang, and J. J. Wu. 1999. Preliminary studies on the parasitoids of *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) in Guangdong. Nat. Enemies Insects 21: 113-116. (in Chinese)
- Zhang R. J., C. Q. Zhou, and H. D, Chen. 1996. Vegetable leafminer, *Liriomyza sativae* Blanchard: an important pest of international quarantine. Nat. Enemies Insects 18: 176-181. (in Chinese)
- Zhao, Y., Z. H. Li, W. A. Xu, and X. Y. Li. 2003. Endoparasitoids of *Liriomyza sativae* investment and its biology. J. Shandong Agric. Univ. (Nat. Sci.) 34: 24-28. (in Chinese)
- Zitter, T. A. J. H. Tsai, and K. F. Harris. 1980. Flies. pp.165-176. *in*: K. F. Harris, and K. Maramorosch, eds. Vectors of Plant Pathogens. Academic Press, New York, USA.
- Zitter, T. A., and J. H. Tsai. 1977. Transmission of three polyviruses by the leaf miner *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). Plant Dis. Rep. 61: 1025-1029.
- Zou, L., J. N. Wei, and R. P. Kuang. 1998. Biological characteristics and behavior of adult serpentine leafminer *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard). Zool. Res. 19: 384-388. (in Chinese)