



Formosan Entomologist

Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

Bionomics of the Leafminer, *Liriomyza bryoniae* Kalt. (Diptera : Agromyzidae) on Muskmelon 【Research report】

番茄斑潛蠅在洋香瓜上之生態觀察【研究報告】

Ching-Huan Cheng
鄭清煥

*通訊作者E-mail :

Received: Accepted: Available online: 1994/03/01

Abstract

The leafminer, *Liriomyza bryoniae* Kalt. has become one of the most destructive insect pests in Taiwan since 1984. Many vegetable crops and ornamental plants, especially those belonging to Cucurbitaceae has been investigated infested severely. We investigated the life history and seasonal population of the leafminer on muskmelon in the Chiayi and Tainan areas. It indicated that the leafminer lasted for about 18 days to complete a generation when they were reared on the leaves of muskmelon at a constant temperature of 25°C. The low development threshold temperature for egg, larva, pupa and total immature stage were estimated to be 7.05, 7.08, 7.7 and 7.38°C, respectively. Sum of effective temperature for the egg stage was 42.7 day-degree and for the larval, pupal and immature stage were 93.2, 187.8 and 322.22 day-degree, respectively. Temperature higher than 30°C was adverse to development of this species. The longevity of female adult ranged from 3 to 12 days with an average of 7.65 days, within this period, they laid 171.2 eggs in average. The adult laid their eggs mainly inside the tissue of abaxial leaf surface. The larvae had three instars feeding inside leaf tissue. Each instar larvae could be distinguished from the length of cephalopharyngeal skeleton and mandibular sclerite, or the width of feeding marks of larvae. The leaf area mined by the last instar larvae occupied about 88% of total larval infestation. Most of mature larvae moved out the mines to pupate on soil but some were on leaves. The adult were most active on the plant canopy near to the ground surface, but some might fly for a long distance with the assistance of prevailing winds. The females were more active than the males. The peaks of diurnal activity of the adults were recorded from 10 : 00 to 12 : 00 and 14 : 00 to 16 : 00 hours in the winter season. In the field, the leafminer appeared to have two population peaks, from the end of September to February and from May to June, the first peak was significantly higher than that of secondary one. Such population fluctuating pattern showed closely relating to the acreage of host plants (crops) cultivated and climatic conditions in the area. PE-sheet tunnel cultivation of muskmelon could increase the population development remarkably, in addition, improper use of chemicals for control of the leafminer was also believed one of important factor to cause the outbreak of this species.

摘要

番茄斑潛蠅 (*Liriomyza bryoniae*(Kalt.)) 為台灣新崛起之雜食性害蟲，對多種蔬果，尤其對洋香瓜等葫蘆科作物常造成嚴重災害。以洋香瓜葉片飼育番茄斑潛蠅，在25°C恆溫下，歷時約18天可完成一世代。卵、幼蟲及蛹之發育臨界低溫分別估算為7.05, 7.8, 7.0°C，有效積溫分別為42.7, 93.2，及187.8日度。30°C以上高溫不利於本蟲之發育。成蟲在23至28°C間平均壽命約8天，此間可產下171.2粒卵。卵主要產於成熟葉片之背面表皮下。幼蟲具三齡，各齡蟲可藉頭咽骨或大顎骨片之長度或食痕寬度區分，三齡蟲之潛食面積約佔全幼蟲期之88%。老熟幼蟲脫出葉片表皮後約有60%掉落地面化蛹。成蟲活潑善遷移，尤以雌成蟲為甚。以黃色黏板偵察番茄斑潛蠅之活動及其族群之季節性消長顯示，於冬季，成蟲每日活動盛期出現於10至12時及14至16時兩個時段；其族群密度於春作洋香瓜增長緩慢，但於秋作則呈快速增長；在一年當中，其族群密度每年出現兩次高峰期，10至2月及5至6月，前一高峰顯著地較後一高峰為大，明顯地與其寄主植物之豐度及氣候條件具密切關係。PE布隧道式栽培的洋香瓜可顯著地促進番茄斑潛蠅之族群增長，此外，使用之不當農藥防治斑潛蠅，毒殺其天敵相信是促使番茄斑潛蠅猖獗成災之另一重要原因。

Key words: *Liriomyza bryoniae* Kalt., bionomics, muskmelon pest.

關鍵詞: 番茄斑潛蠅、生態、洋香瓜害蟲。

Full Text:  [PDF \(2.3 MB\)](#)

下載其它卷期全文 Browse all articles in archive: <http://entsocjournal.yabee.com.tw>

番茄斑潛蠅在洋香瓜上之生態觀察

鄭清煥 嘉義農業試驗分所 嘉義市民權路2號

摘 要

番茄斑潛蠅(*Liriomyza bryoniae*(Kalt.))為台灣新崛起之雜食性害蟲，對多種蔬果，尤其對洋香瓜等葫蘆科作物常造成嚴重災害。以洋香瓜葉片飼育番茄斑潛蠅，在25℃恆溫下，歷時約18天可完成一世代。卵、幼蟲及蛹之發育臨界低溫分別估算為7.05, 7.8, 7.0℃，有效積溫分別為42.7, 93.2, 及187.8日度。30℃以上高溫不利於本蟲之發育。成蟲在23至28℃間平均壽命約8天，此間可產下171.2粒卵。卵主要產於成熟葉片之背面表皮下。幼蟲具三齡，各齡蟲可藉頭咽骨或大顎骨片之長度或食痕寬度區分，三齡蟲之潛食面積約佔全幼蟲期之88%。老熟幼蟲脫出葉片表皮後約有60%掉落地面化蛹。成蟲活潑善遷移，尤以雌成蟲為甚。以黃色黏板偵察番茄斑潛蠅之活動及其族群之季節性消長顯示，於冬季，成蟲每日活動盛期出現於10至12時及14至16時兩個時段；其族群密度於春作洋香瓜增長緩慢，但於秋作則呈快速增長；在一年當中，其族群密度每年出現兩次高峰期，10至2月及5至6月，前一高峰顯著地較後一高峰為大，明顯地與其寄主植物之豐度及氣候條件具密切關係。PE布隧道式栽培的洋香瓜可顯著地促進番茄斑潛蠅之族群增長，此外，使用之不當農藥防治斑潛蠅，毒殺其天敵相信是促使番茄斑潛蠅猖獗成災之另一重要原因。

關鍵詞：番茄斑潛蠅，生態，洋香瓜害蟲。

Bionomics of the Leafminer, *Liriomyza bryoniae* Kalt. (Diptera: Agromyzidae) on Muskmelon

Ching-Huan Cheng Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI, 2 Min-Chuan Road, Chiayi, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

The leafminer, *Liriomyza bryoniae* Kalt. has become one of the most destructive insect pests in Taiwan since 1984. Many vegetable crops and ornamental plants, especially those belonging to Cucurbitaceae has been investigated infested severely. We investigated the life history and seasonal population of the leafminer on muskmelon in the Chiayi and Tainan areas. It indicated that the leafminer lasted for about 18 days to complete a generation when they were reared on the leaves of muskmelon at a constant temperature of 25 °C. The low development threshold temperature for egg, larva, pupa and total immature stage were estimated to be 7.05, 7.08, 7.7 and 7.38 °C, respectively. Sum of effective temperature for the egg stage was 42.7 day-degree and for the larval, pupal and immature stage were 93.2, 187.8 and 322.2 day-degree, respectively. Temperature higher than 30 °C was adverse to development of this species. The longevity of female adult ranged from 3 to 12 days with an average of 7.65 days, within this period, they laid 171.2 eggs in average. The adult laid their eggs mainly inside the tissue of abaxial leaf surface.

The larvae had three instars feeding inside leaf tissue. Each instar larvae could be distinguished from the length of cephalopharyngeal skeleton and mandibular sclerite, or the width of feeding marks of larvae. The leaf area mined by the last instar larvae occupied about 88% of total larval infestation. Most of mature larvae moved out the mines to pupate on soil but some were on leaves. The adults were most active on the plant canopy near to the ground surface, but some might fly for a long distance with the assistance of prevailing winds. The females were more active than the males. The peaks of diurnal activity of the adults were recorded from 10:00 to 12:00 and 14:00 to 16:00 hours in the winter season. In the field, the leafminer appeared to have two population peaks, from the end of September to February and from May to June, the first peak was significantly higher than that of secondary one. Such population fluctuating pattern showed closely relating to the acreage of host plants (crops) cultivated and climatic conditions in the area. PE-sheet tunnel cultivation of muskmelon could increase the population development remarkably, in addition, improper use of chemicals for control of the leafminer was also believed one of important factors to cause the outbreak of this species.

Key words: *Liriomyza bryoniae* Kalt., bionomics, muskmelon pest.

前 言

番茄斑潛蠅 (*Liriomyza bryoniae* (Kaltenbach)) 為屬於雙翅目，潛葉蠅科 (Diptera):

Agromyzidae)，廣泛分佈於歐洲、北非、以色列、中國大陸及日本之雜食性害蟲，其重要性在斑潛蠅類中僅次於已屬於世界性害蟲之非洲菊斑潛蠅 (*L. trifolii* (Burgess))，而與

菜潛蠅(*L. sativae* Blanchard)同屬於重要蔬果，如番茄、瓜類以及觀賞植物之重要害蟲(Minkenbergh and Lenteren, 1986; Spencer, 1973)。本蟲在亞熱帶地區可於室外周年繁殖，在未使用農藥之作物上因可遭受多種寄生蜂之控制，其密度甚低(Hills and Taylor, 1951; Minkenbergh and Lenteren, 1986)；在溫帶地區，本蟲只發現於溫室栽培之作物上為害(Minkenbergh and Lenteren, 1986; Spencer, 1973)。斑潛蠅類自1986後始成為蔬果與觀賞植物之重要害蟲，導致其嚴重發生之原因一般可概括為：1) 具高度之繁殖潛能，2) 完成一世代所需時間甚短，3) 密集使用高濃度之廣效性殺蟲劑防治其他害蟲而使斑潛蠅之天敵遭受毒殺，失去自然之控制，4) 易於產生抗藥性，以及5) 作物之溫室栽培提供良好繁殖環境及阻隔感藥性蟲體之遷入(Mason *et al.*, 1989; Oatman and Kennedy, 1976; Parrella *et al.*, 1984)。在台灣，番茄斑潛蠅係於1984年首被李錫山氏紀錄為害甘藍，其後經調查被害作物尚包括十字花科之包心芥菜、包心白菜、球莖甘藍、花椰菜、小白菜；葫蘆科之各種瓜類；菊科之茼蒿、菊花及非洲菊；茄科之馬鈴薯、番茄；豆科之豌豆，及繖形科之芹菜等(Lee, 1990; Lee *et al.*, 1990)。在國外本蟲之寄主植物達16科，為高度之雜食性害蟲(Spencer, 1990)。本文僅就番茄斑潛蠅在洋香瓜上之發生生態觀察所得，整理成文，以供防治之參考。

材料與方法

一、生活史觀察

採自洋香瓜田之番茄斑潛蠅成蟲，每20隻一組，讓其在置放於昆蟲飼育箱中之五至六葉期(心部及上面二葉去除)之洋香瓜(秋

香)株上，任它產卵6個小時(08.00-14.00時)，然後將葉片摘下，葉柄包裹濕潤棉花，置於擴大鏡下鏡檢，每葉片只留置卵粒兩個，編號後放置於墊有濕潤濾紙之培養皿內，再置放於恆溫箱中。恆溫箱之溫度設定區分為15、20、25、30及35℃等5種，光照期均調為14小時。每一溫度處理觀察30個卵，每日上午8時及下午16小時觀察各蟲期之發育狀況，並添加培養皿內之水分一次。由於卵及幼蟲均於葉片組織內，以發現幼蟲開始潛食前為卵期計算，其後至幼蟲脫出葉片化蛹之前為幼蟲期。待幼蟲化蛹後，將蛹放置於墊有濕潤之濾紙的培養皿，每個培養皿放置6個蛹，每個蛹體均予編號以便計算其蛹期。各蟲期發育所需時間之計算，於上午8時發現者以午夜24時計算，下午4時發現者以中午12時計算。

卵、幼蟲及蛹之發育速率、發育臨界溫度及有效積溫之計算係依Minkenbergh and Helderman(1990)及Liebee(1984)的方法，即將各定溫下之發育期的倒數為發育速率，以迴歸直線法求得發育速率與溫度的迴歸直線，再利用外插法，求出該迴歸直線在發育速率為零時的溫度為發育臨界溫度。有效積溫則利用 $K=(T-C)D$ 之積溫式求取，式中 K 為有效積溫， T 為觀測溫度， C 為發育臨界溫度， D 為發育所需天數。

為便於區分番茄斑潛蠅幼蟲之齡期及各齡蟲之取食葉片面積，使用盆栽16葉齡之洋香瓜的中齡葉片，以濕潤棉花包紮葉柄，並以直徑2.5 cm，高2 cm之透明塑膠杯，將雌、雄成蟲混合飼育於洋香瓜上4-5日的雌蟲一隻罩於葉片之邊緣處，讓其產卵6小時(08-14時)，然後移去成蟲，將葉片插於已裝水之三角瓶，經72小時後鏡檢葉片上之卵及初齡幼蟲，每片葉只留下幼蟲一隻，其餘以昆蟲針刺殺，其後每隔24小時在顯微鏡下

以測微尺測量幼蟲之食痕寬度及長度，並用筆以予標記，直至幼蟲移出隧道化蛹為止。食痕面積以其寬度乘長度分段計算。一、二齡幼蟲之頭咽骨(cephalopharyngeal skeleton)(由大顎骨片至咽頭骨片之尖端)及大顎骨片(mandibular sclerite)之長度，按其脫皮殘留於隧道內者用測微尺測量。第三齡幼蟲之頭咽骨及大顎骨片長度則由一般繁殖之番茄斑潛蠅的老熟幼蟲口器中取出測量。各齡蟲之體長，同樣由一般繁殖番茄斑潛蠅之幼蟲，隨機取樣，以測微尺測量其體長後，再由其頭咽骨之長度判別其齡期。每齡蟲測量 30 隻。

番茄斑潛蠅之化蛹位置觀察，係使用盆栽洋香瓜(香蘭)五葉齡植株於溫室內進行，首先將洋香瓜置入亞克力製之飼蟲箱(35×35×35 cm，四面留有直徑 10 cm 之紗窗)，每箱一盆，然後接入 3 日齡成蟲 10 對，讓其在植株上產卵 24 小時，再去除成蟲，讓卵及幼蟲繼續在植株上生長，待化蛹時調查其化蛹位置。本項觀察重複 10 次。

成蟲壽命及每日產卵量於昆蟲飼育室內(溫度 23–28 °C 濕度 75–95% RH，光照 14 小時)觀察。採盆栽十葉齡洋香瓜(香蘭)之第 5 至 7 葉一片插於三角瓶，然後置於亞克力製飼蟲箱內，每箱接入甫羽化成蟲 1 對，20 重複。接蟲後每日更新葉片，並調查產卵數以及箱內殘存成蟲數，直至全部成蟲死亡為止。

成蟲在洋香瓜植株上之產卵位置，於 10 月間在溫度 23 至 30 °C 之溫室內觀察。以盆栽十二葉齡之洋香瓜(香蘭)，每盆置入 32 目之網罩內(1.2×1.2×1 m)，並接入 3 日齡成蟲 20 對，重複 5 次。接蟲後 48 小時去除網罩，調查在各葉片之產卵數。

成蟲之日活動周期調查，係使用黃色黏紙(21.5×15 cm)平置於洋香瓜田之畦面，與

葉片同一高度，每隔 10 m 放置一片，共 5 片，自上午 6 時始至下午 6 時止每小時更換一片，並調查捕獲成蟲數。

二、番茄斑潛蠅之族群消長調查

本項調查區分為兩部份進行。第一部份係於 1992 年 2 月至 5 月之春作，11 月至 1993 年 2 月之秋作期間，在台南縣東山鄉，利用農民 PE 布隧道式栽培之洋香瓜田無藥劑處理區的兩畦，進行番茄斑潛蠅在洋香瓜田之族群消長調查。此項調查係利用黃色黏板(21.5×15 cm)平置於板架上，自洋香瓜種植後即插於畦面，並讓黃色黏板之高度與葉面同高，每隔 10 m 放置一片，共五片。黃色黏板每週之第一天及第四天各更新一次，攜回室內鏡檢捕獲之成蟲數，直至瓜果收穫為止。在調查期間，洋香瓜植株葉片被斑潛蠅為害程度每週記錄一次。被害程度區分為五等級：1：葉片只有成蟲食痕及少許一齡幼蟲之食痕，2：全部葉片有五分之一以下之葉片被幼蟲為害之面積在 1/5 以下者，3：全部葉片有 1/5 至 2/5 之葉片被幼蟲為害面積介於 1/5 至 2/5 者，4：全部葉片有 2/5 至 3/5 之葉片被幼蟲為害面積介於 2/5 至 3/5 者，5：全部葉片有 3/5 以上之葉片被幼蟲為害之面積達 3/5 以上者。

第二部份係將黃色水盤(24×20×6 cm)，置放於嘉義附近番茄斑潛蠅之主要寄主作物田及嘉義農業試驗分所平樓屋頂上，偵測番茄斑潛蠅之周年族群變動。在田間之偵測係將黃色水盤置放於洋香瓜田，若無洋香瓜栽植則改置放於番茄斑潛蠅較偏好之其他寄主作物，如美濃瓜，包心芥菜、甘藍、馬鈴薯(Lee, 1990)等之栽植田，依作物之栽培季節而定。每塊田隨機置放黃色水盤四個，每週前往調查所誘集之蟲數一次，並更換清水及加上沙拉脫數滴作為濕潤劑。待一作物收穫後再將黃色水盤轉換置於上述可能找到之

作物田，藉以瞭解番茄斑潛蠅在有寄主作物下，族群豐度之周年變動。

由於番茄斑潛蠅可隨風遷移，以黃色黏板或黃色水盤在果園、屋頂及任何田地均可誘捕到其蟲體(TARI, 1992)。為瞭解其在嘉義地區周年在空中遷移量之變動，於嘉義農業試驗分所平房屋頂置放黃色水盤三個，每日上午8時調查誘捕蟲數一次，每週更新水盤中之清水一次。

三、PE 布隧道式洋香瓜栽培對番茄斑潛蠅族群增長之影響

在1990年12月至1991年1月間於嘉義農業試驗分所農場設置試驗田，種植洋香瓜“香蘭”，在1 m²範圍內種植4棵，行株距為50×50 cm，同慣行方法管理。待洋香瓜發育至6葉期，每4棵一組用網罩(1.2×1.2×1 m)罩上。試驗處理區分為：1)畦面用銀黑色PE布覆蓋，網罩上用透明PE布覆蓋保溫(相當於目前隧道式洋香瓜之栽植)；2)畦面用稻草覆蓋，株上與上一處理相同用PE布保溫；3)畦面用銀黑色PE布覆蓋，植株上無PE布保溫；4)畦面覆蓋稻草，植株上無PE布保溫等四個處理。每處理重複4次。每網罩均接入1日齡番茄斑潛蠅成蟲10對。接蟲後每7天記錄成蟲出現蟲數及葉片被害等級(參照試驗二)一次，連續七次。

結果與討論

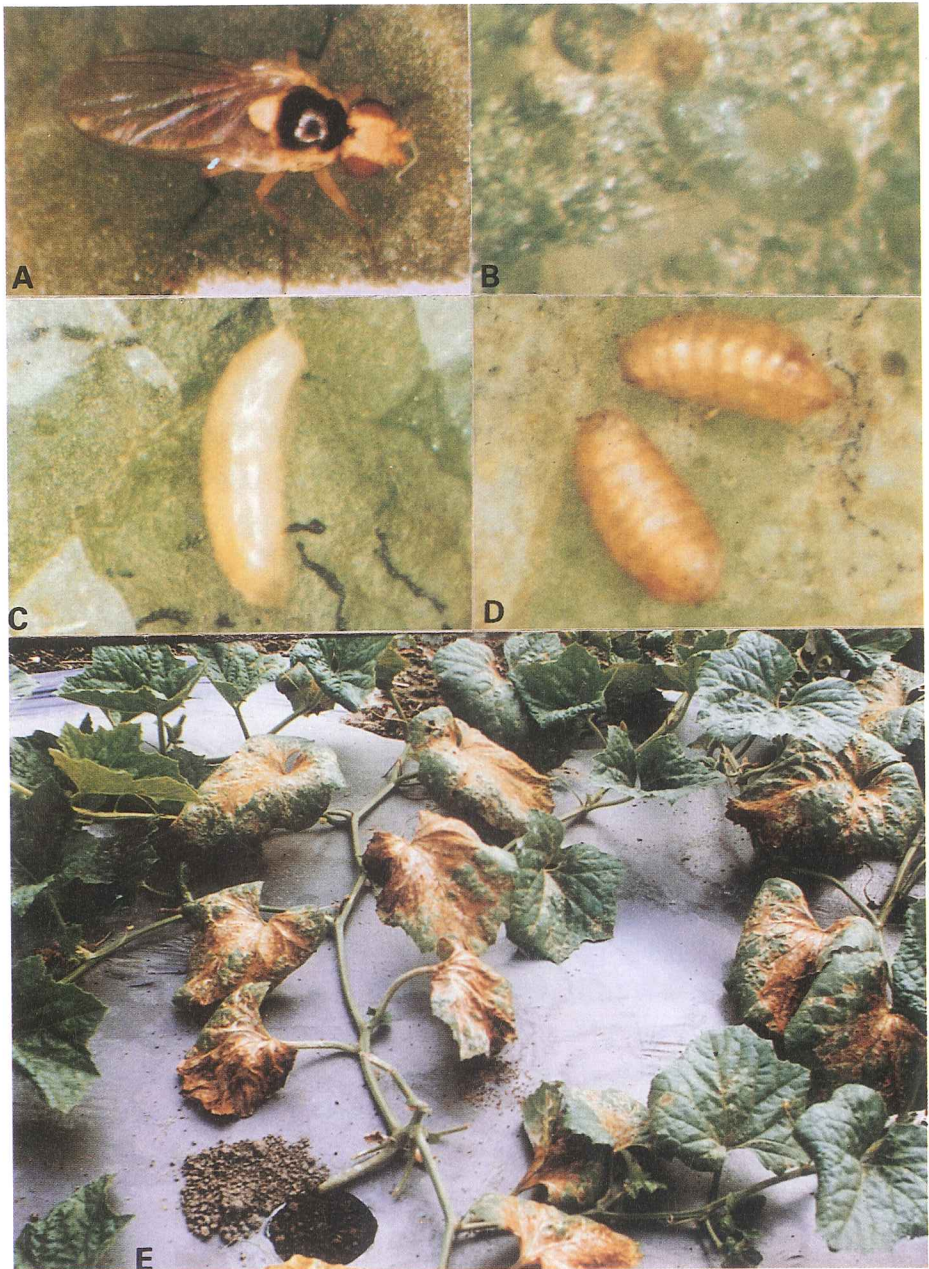
一、生活史觀察

1. 形態及習性

番茄斑潛蠅的卵呈半透明乳黃色，橢圓型，長約0.23 mm，寬0.15 mm，產於葉片表皮下。每一產卵痕(略呈卵型，與成蟲取食痕之略呈圓型可辨別)旁邊的表皮下可發現微隆起之卵粒一個(圖一，B)。孵化幼蟲即在葉片組織內取食，形成不規則彎曲之食痕。食痕

寬度隨蟲齡而增大。一齡蟲之食痕寬度由初期之0.15 mm至後期之0.45 mm左右，取食葉片面積1.90至5.19 mm²，平均3.46 m²；二齡蟲之食痕寬度由初期之0.45 mm左右增至後期之1 mm，取食面積由6.9至33.42 m²，平均17.06 m²；三齡蟲之食痕寬度均在1 mm以上，發育後期可達2 mm左右，取食面積由82.11至212 m²，平均145.63 m²(表一)。食痕之寬度呈現不規則狀逐漸加寬，幼蟲有時在一處來回取食，形成較大食痕，其取食進行方向可由其排泄物之遺痕辨別。有時幼蟲可由葉面或葉背潛食至另一面，食痕之深度亦不一致，因此取食葉片面積變異頗大。幼蟲之齡期可藉頭咽骨片(由大顎骨片至咽頭骨片之尖端)及大顎骨片之長度加以辨別。一齡蟲頭咽骨長度及大顎骨片長度分別為122.45及28.16 μ，二齡蟲分別為198.04及48.35 μ，三齡蟲分別為322.02及83.98 μ，個體間變異甚少(表一)。各齡幼蟲體長隨其發育變異較大，由一般繁殖於洋香瓜葉片取樣所得結果，1、2、3齡蟲體長平均分別為0.61、0.95及2.19 mm。謹由體長不易界分齡期。

老熟幼蟲之前端為乳黃色，後端白色(圖一，C)。化蛹前，於食痕前端之葉片表皮劃開一半圓形之脫出縫，然後脫出葉片組織，於葉片表面或掉落地面化蛹。蛹體略呈橢圓形(圖一，D)，長約2 mm、寬0.9 mm，顏色初為金黃色後漸變暗褐色。成蟲體長約2 mm之小型蒼蠅(圖一，A)，雌蟲略較雄蟲為大，尾端呈黑色具發達之產卵管。頭部顏面、觸角、胸部側板、腹部之腹面及腳之基節、轉節與腿節均黃色，觸角之鞭毛，腳之脛節及跗節黃褐色。前胸及中胸背板具光澤之黑色，中胸之小盾板黃色，但兩側緣為黑色；胸部腹面，在前腳與中腳基節間黑色，餘為黃色。第二節背部具黃色背緣。腹部背面黑色，每節後緣具黃色橫紋。成蟲極活潑，受



圖一 番茄斑潛蠅之成蟲(A)、卵(B)、幼蟲(C)、蛹(D)、及其在洋香瓜之為害狀(E)。
 Fig. 1. Adult (A)、egg (B)、Larva (C) and pupa (D) of *Liriomyza bryoniae* and their damage on muskmelon (E).

驚擾即行短距離遷飛。雌成蟲以其產卵管刺破葉面表皮，取食流出之汁液，於葉面形成蒼白色小斑痕。雄成蟲則利用雌蟲之食痕取

食。洋香瓜被番茄斑潛蠅為害，葉片自植株基部往上部黃化枯萎(圖一，E)，嚴重時除心葉保持綠色外，其他葉片全部乾枯。

2. 發育日數

以洋香瓜葉片為食物於 15、20、25、30 及 35 °C 之恆溫箱中(光照期 14 小時)飼育番茄斑潛蠅，卵、幼蟲及蛹期發育所需日數示如表二。卵期在 15 °C 平均歷時 5.3 天，在 30 °C 為 1.9 天；幼蟲期在 15 °C 需時 12.6 天，30 °C 需時 4.1 天；而蛹期發育所需時間則由 15 °C 之 25.8 天至 30 °C 之 8.5 天。各生長期均隨溫度之上升而縮短其發育所需時間。自卵至成蟲羽化之存活率以於 25 °C 者為最高，達 91%，在 15 °C 及 30 °C 之存活率分別為 35% 及 46%，顯示低溫與高溫不適於番茄斑潛蠅之存活。在 35 °C 恆溫下，卵、幼蟲及蛹均不能存活。

依表二所獲數據估算番茄斑潛蠅之發育臨界低溫，有效積溫及發育速率等如表三。卵、幼蟲及蛹的發育臨界低溫分別為 7.05，7.08 及 7.70 °C，而有效積溫分別為 42.7，93.2 及 187.8 日度。按此計算則在嘉南地區之夏季，約每 17 天可完成一個世代，春、秋季及冬季分別約每 20 及 34 天可完成一個世代，全年可完成 17 個世代左右。

比較番茄斑潛蠅未成熟各蟲期之發育臨界低溫，本試驗以洋香瓜葉片飼育所獲之結果與 Saito (1988) 以甜瓜飼育所獲結果(卵 8.7 °C，幼蟲 7.1 °C，蛹 8.5 °C) 較為接近，但與 Minkenbergh and Helderma (1990) 以番葉片飼育(卵 10.8 °C，幼蟲 8.7 °C，蛹 8.2 °C)

表一 在洋香瓜上為害之番茄斑潛蠅各齡幼蟲之蟲體、頭咽骨及大顎骨片長度以及葉片潛食面積

Table 1. Length of bodies, cephalopharyngeal skeletons and mandibular sclerites of instar larvae of *Liriomyza bryoniae* and the leaf area mined by them on muskmelon ($\bar{x} \pm S.D.$, range between brackets)

Stadium of larvae	Length of			Leaf area mined(mm ²) ²⁾	Width of mine (mm) ²⁾
	Cephalopharyngeal skeleton(μ) ¹⁾	Mandibular sclerite(μ) ¹⁾	Body (mm) ¹⁾		
First instar	122.45 ± 11.97 (100~135.71)	28.16 ± 1.00 (25.71~28.57)	0.61 ± 0.15 (0.45~0.80)	3.46 ± 0.80 (1.9~5.19)	0.15~0.45
Second instar	198.04 ± 8.61 (185.71~214.28)	48.35 ± 3.78 (42.86~57.14)	0.95 ± 0.2 (0.65~1.35)	17.06 ± 9.16 (6.6~33.4)	0.45~1.00
Third instar	322.02 ± 23.35 (300~357.14)	83.98 ± 4.73 (71.43~85.71)	2.19 ± 0.42 (1.4~3.3)	145.63 ± 34.78 (101.2 ± 211.7)	1.00~2.00

1)Thirty individuals were measured.

2)Twenty samples were measured.

表二 未成熟期番茄斑潛蠅在不同恆溫下發育所需時間

Table 2. Duration required for development of an immature stage of *Liriomyza bryoniae* on muskmelon at varied temperature¹⁾

Temp. °C	Duration($\bar{x} \pm S.D.$ days)				Survival rate(%)
	Egg	Larva	Pupa	Total	
15	5.3 ± 0.8	12.6 ± 1.3	25.8 ± 1.8	43.8 ± 1.6	35
20	3.4 ± 0.6	6.8 ± 1.1	15.6 ± 0.9	25.8 ± 1.3	84
25	2.4 ± 0.4	5.3 ± 1.2	11.1 ± 0.2	18.7 ± 1.1	91
30	1.9 ± 0.2	4.1 ± 1.1	8.5 ± 0.1	14.5 ± 1.1	46
35	—	—	—	—	0

1)Leafminers were reared on the leaf of muskmelon; 30 individuals were investigated for each treatment.

表三 番茄斑潛蠅在洋香瓜上之發育臨界低溫，有效積溫及發育速率

Table 3. Threshold temperature for development, sum of effective temperatures and developing velocity of *Liriomyza bryoniae* on muskmelon

Stage	Threshold temp. (°C) ¹⁾	Sum of effective temp. (degree-days) ²⁾	Regression of development rates ³⁾
Egg	7.05	42.7	$\hat{Y} = 0.0233X - 0.1644$ ($r^2 = 0.9993$)
Larva	7.08	93.2	$\hat{Y} = 0.0107X - 0.0758$ ($r^2 = 0.9925$)
Pupa	7.70	187.8	$\hat{Y} = 0.0053X - 0.0229$ ($r^2 = 0.9996$)
Egg to Pupa	7.38	322.2	$\hat{Y} = 0.0031X - 0.0229$ ($r^2 = 0.9997$)

1)The X-intercept method was used to calculate threshold temperatures.

2)Calculated according to a formula of law of total effective temperature $K = (T - C) D$, K: total effective temperature, T: temperature, C: low development threshold temperature, D: days requirement for development.

3)Y: development rate expressed as 1 / day, X: temperature.

及 Lee *et al.* (1990)以包心芥菜苗飼育(卵, 8.43 °C, 幼蟲 5.65 °C, 蛹 5.53 °C)所得之結果則差異較大, 可能受食物之不同, 或因斑潛蠅卵及幼蟲生活在組織內不易觀察所導致之誤差所致。然而, 若以整個未成熟期(由卵至羽化)發育所需日數來計算, 則本試驗與上述報告所獲之結果均顯示臨界低溫均在 7 至 8 °C 間, 而發育上限溫度則介於 30 至 35 °C, 發育最適溫度在 25 °C 左右。

番茄斑潛蠅之化蛹位置, 於 1992 年 10 月間在溫室內以盆栽洋香瓜試驗所獲結果示如表四, 於葉片上化蛹者佔 39.5% 其中 25.9% 在葉背, 13.6% 在葉面; 另外 60.5% 則掉落於地面化蛹。Saito (1988)報告番茄斑潛蠅之化蛹習性似受溫度之影響, 於 15 至 25 °C, 於地面上化蛹者略高於葉面化蛹者, 而在 30 °C 於葉面化蛹者顯著地高於在地面化蛹者。在嘉南地區隧道式栽培之秋作洋香瓜, 於畦面之 PE 布上可見成堆之番茄斑潛蠅的蛹, 其數目顯著地較殘留於葉片上化蛹者為高。

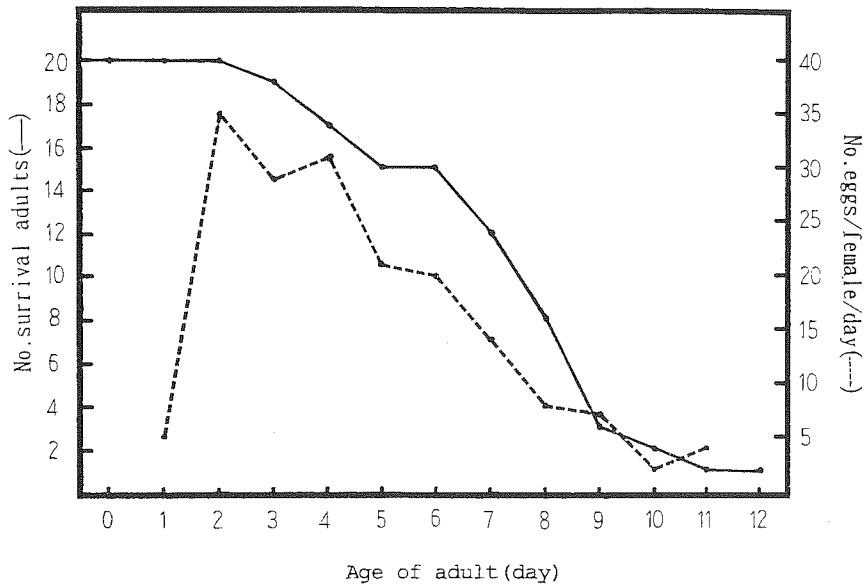
表四 番茄斑潛蠅在洋香瓜上之化蛹位置—盆栽試驗

Table 4. Pupation site of *Liriomyza bryoniae* on muskmelon

Date	Leaf surface		Ground surface
	Upperside	Underside	
Feb. 5	0	2	37
6	5	8	14
7	6	13	21
8	3	7	15
9	8	11	23
10	4	9	19
11	5	14	32
12	7	9	19
13	5	12	24
14	4	6	9
Total	48	91	213
(%)	13.6	25.9	60.5

3.成蟲壽命及產卵數

成蟲在昆蟲飼育室內之壽命及每日產卵數示如圖二, 在溫度 23 至 28 °C 間雌成蟲壽命在觀察的 20 隻中最短者為 3 天, 最長者為 12 天, 平均為 7.65 天。雄成蟲壽命由 4 至 10 天, 平均 7.32 天, 與雌成蟲無明顯差異。雌成蟲於羽化後次日有 12 隻 (60%) 開始產



圖二 在洋香瓜上番茄斑潛蠅雌成蟲壽命及每日產卵數(成蟲壽命為3至12天,平均7.65天;產卵數0至324粒,平均171.2粒)。

Fig. 2. Life-span and daily egg-laid of adult *Liriomyza bryoniae* on muskmelon. (The longevity of adult ranged from 3 to 12 days with an average of 7.65 days, and total egg laid per female ranged from 0 to 324 with an average of 171.2).

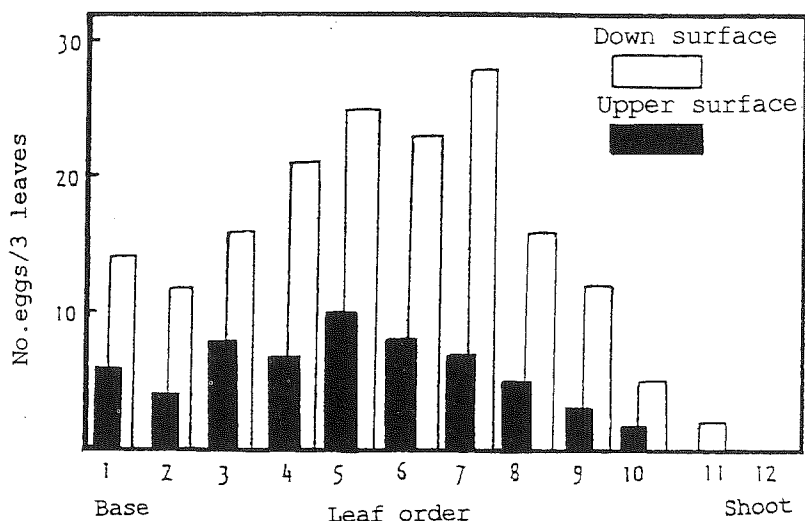
卵,至第二日齡時有18隻產卵。產卵前期平均為1.5天,日平均產卵數以第2日齡之34.5,第3日齡之28.7及第4日齡之31.2粒較高,其後產卵數漸減。每一雌蟲總產卵數最低為0,最高為324粒,平均171.2粒。大部雌蟲產完卵後1天死亡。

Lee *et al.* (1990)及Minkenberg and Helderman (1990)均報告番茄斑潛蠅之壽命及產卵數均受溫度之影響,在25℃產卵數最高(平均分別為183.7及163),15℃及30℃下產卵數顯著減少。本試驗在23-28℃室溫下所獲產卵數與彼等在25℃下所獲結果頗為接近。

綜觀溫度對番茄斑潛蠅各生長期發育及成蟲產卵數之影響,本試驗所獲之結果與Lee *et al.* (1990), Minkenberg and Helder-

man (1990)及Saito (1988)之報告比較,雖然飼育之作物不同,均顯示25℃左右為番茄斑潛蠅發育及繁殖之最適溫度,15℃之低溫及30℃以上之高溫則有明顯不利之影響。與非洲菊斑潛蠅之發育適溫25℃至30℃,發育上限溫度35℃(Leibee, 1984; Minkenberg, 1988)比較,本種似較之為不耐高溫。

在洋香瓜的植株上,番茄斑潛蠅的卵主要產於葉背,佔總數之75%,其中約50%產於靠近葉緣部位;產於葉面者則以靠近葉柄部位約62%,佔大多數。在葉序上,番茄斑潛蠅較喜產卵於已成熟之葉片上,在未成熟之葉片上產卵甚少。於本試驗12葉齡株上,產卵數以第4至第7葉片上之產卵數較高,佔總產卵數之55.7%,於其上、下位葉片上之產卵數漸次減少(圖三),顯示成蟲較喜歡



圖三 番茄斑潛蠅在洋香瓜葉片上之產卵部位。

Fig. 3. Deposition site of adult *Liriomyza bryoniae* on the leaves of muskmelon.

在植株之中位葉上產卵。同樣現象亦發現於溫室栽培之甜瓜上。據 Saito(1988)分析，此種產卵行為是與葉片面積呈相關，中位葉之葉面積一般較其上、下位葉片為大，成蟲顯然地較喜歡在較大的葉片上產卵。在田間，洋香瓜自栽植後即可發現成蟲前來取食產卵，被害株亦自基葉漸次往上位葉枯萎。惟在同一地區，早植者葉片較晚植之幼小株為大，是否亦可吸引較多成蟲前往產卵，則有待觀察。

4. 成蟲之日周期活動

斑潛蠅類之成蟲對黃色具偏好性 (Affeldt *et al.*, 1983; Chandler, 1985; Musgrave *et al.*, 1975; Saito, 1988; Wang and Lin, 1992)。因此，黃色黏板常被利用於斑潛蠅發生豐度、分散及活動之偵察。本研究利用黃色黏板於 1993 年元月間，以每小時之誘捕蟲數偵察番茄斑潛蠅成蟲之日周期活動，結果如表五，顯示番茄斑潛蠅為晝行性昆蟲，白天捕捉蟲數佔一日內總捕獲蟲數之 98% 以

上。在白天，自日出(6時 41 分)至日沒(17 時 35 分)的每小時內均有番茄斑潛蠅捕獲，但在四天的偵察捕獲高峰均出現於 10 至 12 時及 14 至 16 時兩個時段。活動高峰和總捕蟲數與偵察當天之溫度(平均由 13.9 至 21.6 °C)並無明顯之關連。此種結果與 Saito (1988) 在溫室內偵察發現番茄斑潛蠅之活動高峰出現於 6-8 時及 14 至 16 時的結果略具差異。產生此種差異的原因可能為本研究於氣溫較低之元月份在室外進行，而西東氏之試驗則在日本 10 月間之溫室內，氣溫在 22-32 °C 的情況下偵察，而彼認為當室內溫度上升至 27-28 °C 以上時對番茄斑潛蠅之活動即受抑制。除溫度外，Chandler (1985) 認為斑潛蠅之活動亦明顯地受光線強度所影響，光度較強時活動力較大。

二、番茄斑潛蠅之族群消長調查

在嘉南地區，番茄斑潛蠅可周年繁殖，於 1992 年 2 月至 5 月之春作以及同年 11 月至 1993 年 1 月間之秋作，於東山洋香瓜栽培

表五 各時段黃色黏板在洋香瓜田捕獲番茄斑潛之蟲數

Table 5. Numbers of adult *Liriomyza bryoniae* trapped on yellow sticky trap at various periods in a muskmelon garden¹⁾

Date	No. of adults trapped during the hours							Temp. (°C)		
	06-08	08-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-06	Min.	Max.	Ave.
Jan. 12	40	103	290	134	132	47	8	16.7	26.5	21.6
18	21	64	111	77	92	56	6	12.1	23.4	17.8
19	13	39	165	137	141	41	1	8.7	19.1	13.9
20	23	136	175	107	126	35	9	9.0	22.2	15.6
Total	97	342	741	455	491	179	24			
%	4.16	14.68	31.82	19.54	21.08	7.69	1.03			

1) During trapping period, the sun rose at 6 : 42 and set at 17 : 35.

區利用黃色黏板偵測其族群之增長，並調查洋香瓜被害之進展，結果示如表六。於春作洋香瓜發育之初、中期，番茄斑潛蠅之族群密度無顯著變動，只於發育後期始略呈增加；植株被害程度之進展亦呈緩慢增長，即使完全不施用殺蟲劑防治，葉片亦不致遭受嚴重之被害。然而在秋作栽植之洋香瓜，在植株發育初期番茄斑潛蠅之密度雖顯著地較春作為低，但增長迅速，於栽植後第一至第四週黃色板每週平均捕獲成蟲數 0.8 隻左右，第五至第八週約為 8 隻，增加 10 倍，第九至第十二週為 1000 餘隻，再增加 100 餘至 200 倍左右，其後至果實採收期捕獲蟲數始呈下降。此一捕獲蟲數之增加現象係於兩畦無施藥劑之瓜株上所獲之結果，但由於番茄斑潛蠅善於遷移，實際族群之增加情況可能較上述者為大。此可與其臨近每週噴佈一次 75% Trigard WP 之處理區比較，雖然該處理區葉片之被害甚輕微，但仍可獲得與無處理區雷同之捕獲蟲數。至於洋香瓜被害程度，由表六可知隨著斑潛蠅捕獲蟲數之增長，而進展迅速，至栽植後之第四週，平均被害程度即達 1 級以上，第七週達 2 級，第十週及十二週分別達第 3 及第 4 級。

在田間於番茄斑潛蠅之主要寄主作物如美濃瓜、包心芥菜、甘藍等設置黃色水盤偵

測其族群週年消長之結果如圖四。據 1989 年 9 月至 1992 年偵測之結果，可見番茄斑潛蠅捕獲蟲數之季節消長略呈一定之趨勢，每年由 9 月下旬後捕獲蟲數逐漸增加，而於 12 至翌年元月達到高峰，其後蟲數漸減，由 3 月下旬至 4 月上旬達低潮；4 月中、下旬後捕獲蟲數又漸增加，而於 5 月中旬至 6 月下旬又形成一小高峰；7 至 9 月上、中旬之捕獲蟲數為全年最低時期。這種季節性消長與之設置於平房屋頂上黃色水盤所偵測之結果頗為一致(圖五)，充分顯示在嘉南地區番茄斑潛蠅之發生呈雙峰型，而秋、冬季發生密度遠較春、夏季為高。此種發生型式可能與其寄主作物之豐度與氣候形態具密切關係。蓋於嘉南地區，例年於 9 月下旬至 10 月上旬進入乾季，冬季裡作於 10 月中、下旬陸續展開，主要栽培之作物包括洋香瓜、馬鈴薯、包心芥菜、花椰菜、甘藍、番茄及菊花等均為番茄斑潛蠅較偏好之寄主植物。此等作物都於元月中、下旬至 3 月上旬陸續收穫，而改種第一期水稻；但若干地區於此時又種植美濃瓜、越瓜及西瓜等，而於 6 月中、下旬收穫。6、7、8 月為台灣中南部地區之高溫及雨季，為全年瓜類及蔬菜種植面積較少之季節。

Lee *et al.* (1990) 在台灣南部之鳳山以每

表六 在春作及秋作洋瓜番茄斑潛蠅之族群變動及其在葉片上之危害程度

Table 6. Variation of population of *Liriomyza bryoniae* and their damages on muskmelon in spring and autumn crops. Tung-shan, 1992

Date of obs.	Plot 1 ¹⁾		Plot 2 ²⁾	
	No. adult / trap ³⁾	Grade of damage ⁴⁾	No. adult / trap ³⁾	Grade of damage ⁴⁾
Spring crop				
Feb 27	23.7	0.1	16.2	0.1
Mar 6	19.6	0.1	11.3	0.1
13	16.3	0.2	7.6	0.3
20	10.1	0.3	6.8	0.4
27	8.9	0.4	7.0	0.6
Apr 3	9.1	0.8	10.9	0.9
10	7.7	1.1	11.3	1.2
17	10.8	1.3	8.9	1.3
24	3.5	1.4	9.6	1.3
May 1	6.3	1.6	10.3	1.5
7	11.4	1.9	34.6	1.7
14	60.3	2.2	43.2	1.9
21	42.4	2.5	21.4	2.1
Autumn crop				
Nov 5	0.8	0.1	0.6	0.1
12	0.7	0.1	0.8	0.2
19	1.0	0.2	0.7	0.2
26	0.9	0.6	1.0	0.3
Dec 3	7.2	1.3	6.0	0.5
10	8.8	1.5	0.4	0.6
17	5.4	1.7	2.7	1.7
24	7.8	2.0	84.6	1.0
31	1814.0	2.2	1921.3	1.3
Jan 7	1111.0	2.3	669.0	1.5
14	1619.3	3.0	1303.7	1.6
21	950.7	3.5	1039.0	1.9
28	186.0	4.4	152.3	2.0

1) Untreated plot.

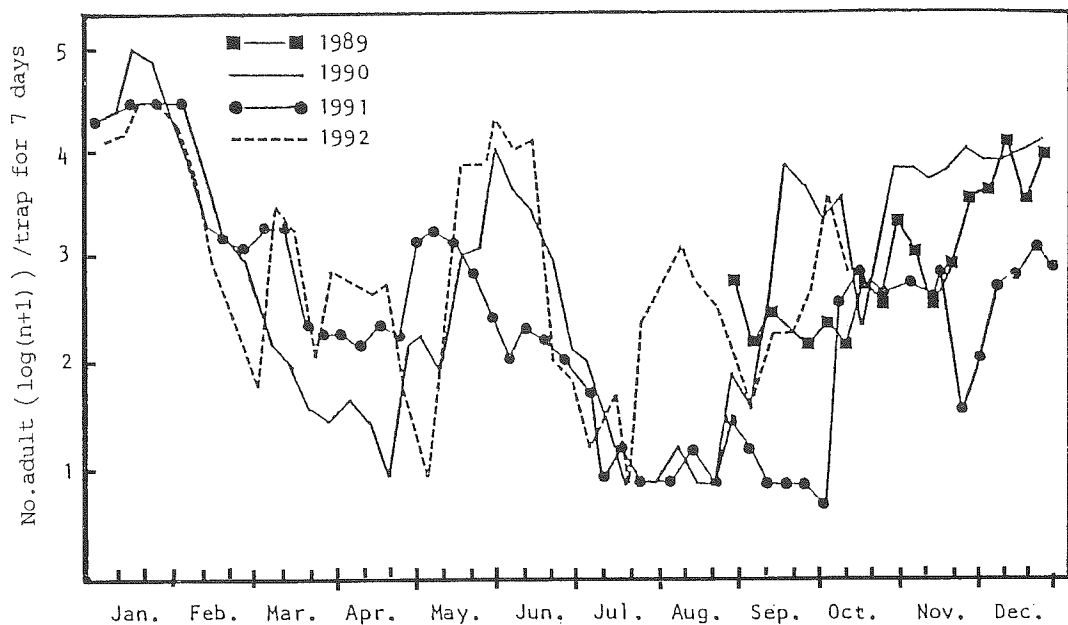
2) In autumn crop, plot 2 was treated with 75% Cytromazine wp×5000 at 7-day intervals, whereas in the spring crop, the plot was treated with no insecticide.

3) Average number of 5 yellow sticky traps.

4) The grade of damage on leaves was distinguished into five scales according to the severity of infestation.

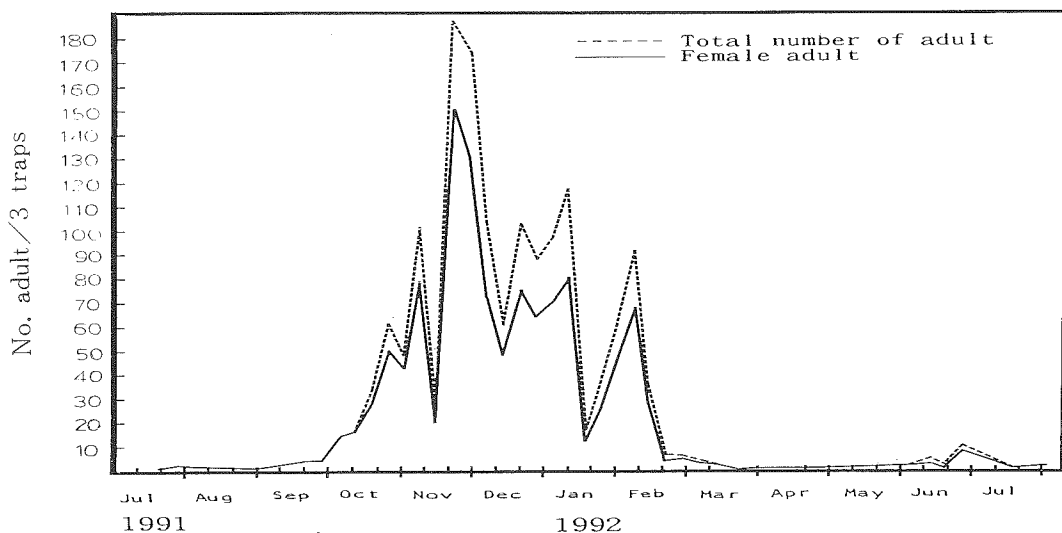
半月盆栽甘藍一次，調查其被番茄斑潛蠅之為害率，連續三年，結果顯示番茄斑潛蠅在鳳山地區每年出現兩次發生盛期，第一次出現於3至6月，高峰在4月；第二次出現於9至12月，高峰在10月；後一高峰顯著地較前一高峰為低，有時甚至未出現。比較嘉南與鳳

山地區番茄斑潛蠅之周年發生型態，雖然兩地於7至9月間均因高溫多雨而使族群降至最低，在嘉南地區於10月後斑潛蠅族群即急速上升而於12至1月份達到高峰，且其豐度遠高於5至6月份出現之小高峰，顯然與鳳山之主高峰出現4月份者有很大差異。導致此



圖四 在嘉義地區使用黃色水盤於田間偵察番茄斑潛蠅族群之周年消長，1989-1992。

Fig. 4. Seasonal population fluctuations of *Liriomyza bryoniae* in Chiayi area as detected with yellow water-pan traps in fields.



圖五 於一樓屋頂置放黃色水盤偵察番茄斑潛蠅族群之季節消長。

Fig. 5. Seasonal population changes of *Liriomyza bryoniae* as detected with yellow water-pan trap set on the roof of first floor building.

種差異，除上述受寄主植物豐度之影響外，是否尚受其他因素之影響，則有待進一步探討。

此外，在洋香瓜園以黃色水盤誘集之番茄斑潛蠅，雌成蟲約佔總捕蟲數之 53%，但於屋頂上誘集之蟲數中雌成蟲約佔總誘蟲數之 80%，此一現象與在果園及沒有植物之田間所設置黃色水盤所誘得之結果頗為一致，是否表示雌成蟲較雄成蟲更善於分散，亦有待加以研討。國外許多報告指出黃色黏板所捕獲之斑潛蠅以雄蟲較雌蟲為多 (Musgrave *et al.* 1975; Parrella, 1987; Saito, 1988) 與本試驗所獲結果有異，原因亦待調查。

三、PE 布隧道式栽培洋香瓜對番茄斑潛蠅族群與為害之影響

自 1985 年 PE 布隧道式栽培方式推廣後，使台灣洋香瓜之栽培漸由原來之畦面敷設稻草之露天栽培改為隧道式栽培，且其栽植面積自原來之兩千餘公頃增至 1991 年之 8235

公頃 (PDAF, 1992)。在隧道式栽培環境下，白天地上最高溫度於 12 月至 3 月間可達 30 °C 左右，夜間最低溫度亦在 13 °C 以上，較露天栽培分別增加 8 °C 及 2 °C 以上；地溫則保持在 22 °C 左右，約較露天栽培時增加 3 °C。因此栽植於 PE 隧道內之洋香瓜發育較為迅速，葉片較大，著果期與採收期較露天栽植者分別提早 19 及 24 至 30 天 (Tu, *et al.*, 1986)。由於番茄斑潛蠅之嚴重為害發生在洋香瓜隧道式栽培大面積推廣後之 1988 年，為探討兩者之關係，比較番茄斑潛蠅族群在 PE 布隧道式栽培與露天栽培下之增長及為害程度，結果如表七。若以稻草覆蓋畦面之露天栽培為基準，則無論 PE 布隧道栽培或露天栽培 PE 布畦面覆蓋，均可促進番茄斑潛蠅族群之增長並提高瓜株之被害等級。在接蟲後之第 42 天，其族群密度分別為稻草覆蓋畦面露天栽培區之 2.14 及 1.53 倍。在 PE 布隧道加 PE 布畦面覆蓋

表七 PE 布隧道及 PE 布畦面覆蓋栽培洋香瓜對番茄斑潛蠅之族群增長與為害之影響

Table 7. Effect of PE-sheet tunnel with PE-sheet mulching cultivation of muskmelon on population and damage of *Liriomyza bryoniae*. Autumn crop, 1990¹⁾

Plants cultiv. in	21 DAI ²⁾		28DAI ²⁾		42 DAI ²⁾	
	Grade of damage ³⁾	No. adult / cage ⁴⁾	Grade of damage ³⁾	No. adult / cage ⁴⁾	Grade of damage ³⁾	No. adult / cage ⁴⁾
PE-sheet tunnel and mulching with PE-sheet	0.87	104.5	1.45	113.4	3.02	214.6
PE-sheet tunnel and mulching with straw	0.52	54.6	0.82	87.6	2.14	136.2
Cultiv. in open-air but mulching with PE-sheet	0.14	12.4	0.36	36.3	1.26	97.5
Cultiv. in open-air but mulching with straw	0.11	0.11	0.15	28.6	0.86	63.6

1) Four plants in each group were caged with 10 pairs of newly emerged adults when the plants were at 6-leaf stage, 4 replications of each treatment.

2) DAI : Days after infestation.

3) The degree of damage was distinguished into five scales according to the severity of infestation on leaves.

4) Average of four replications.

之處理區番茄斑潛蠅族群增長較PE布隧道稻草覆蓋畦面栽培或PE布畦面覆蓋露天栽培者為大，每小區平均蟲數為稻草覆蓋畦面露天栽培之3.37倍，瓜株葉片被害亦極明顯地較後者為嚴重。此一結果充分顯示目前推薦之PE布隧道式洋香瓜栽培方式確有明顯促進番茄斑潛蠅族群在冬季之增長作用。瓜農在洋香瓜遭受斑潛蠅為害後，因無推廣藥劑可供防治，而常使用防治效果不顯的廣效性殺蟲劑，使天敵遭受毒殺，而斑潛蠅因繁殖環境良好，又暫失天敵的控制下，猖獗成災，其族群更蔓延為害其他寄主作物。在國外，斑潛蠅類害蟲之嚴重為害主要發現於溫室栽培之作物上。導致其嚴重發生之原因，除溫室栽培提供斑潛蠅繁衍之良好環境外，一般相信廣效性殺蟲劑之毒殺天敵為導致其大發生之主要原因(Oatman and Kennedy, 1976)。據著者1993之調查於少噴農藥之蘿蔔田，番茄斑潛蠅之被寄生率可達60%以上，但於洋香瓜田，被寄生率除少數為10-20%外，大多多數未能發現被寄生者，可見番茄斑潛蠅在台灣之突發性猖獗，除PE布隧道式栽培之大面積推廣外，廣效性殺蟲劑之濫用，應為主要原因。

斑潛蠅具正趨光性(Smith, *et al.*, 1970)，據Webb and Smith(1973)報告，於栽培Snap bean田，無論畦上敷設鋁箔，銀灰色、黑色、白色或透明之PE布，斑潛蠅(*L. manda*)之發生量均較畦面無敷設之栽培者為高。在台灣普遍使用之透明PE布保溫，且畦面敷設銀灰色之PE布，兩者對陽光均具反光作用，此等PE布對番茄斑潛蠅是否具誘引效果，有待進一步觀察。

誌 謝

本研究承行政院農業委員會79農建-7.1糧-84(13)，80農建-7.1-糧-57(15)，81農建

-12.2-糧-39(4)及82科技-2.3糧-35(2)計畫之經費補助，試驗期中承本系何淑貞小姐之協助，謹此致謝。

參考文獻

- Affeldt, H. A., R. W. Thimijan, F. F. Smith, and R. E. Webb. 1983. Response of the green house whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) and the vegetable leafminer (Diptera: Agromyzidae) to photospectra. *J. Econ. Entomol.* 76: 1405-1409.
- Chandler, L. D. 1985. Flight activity of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in relationship to placement of yellow traps in bell pepper. *J. Econ. Entomol.* 78: 825-828.
- Hills, O. A., and E. A. Taylor. 1951. Parasitization of dipterous leafminers in cantaloups and lettuce in the salt river valley, Arizona. *J. Econ. Entomol.* 44: 759-762.
- Johnson, M. W. 1987. Parasitization of *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) infesting commercial watermelon plantings in Hawaii. *J. Econ. Entomol.* 80: 56-61.
- Lee, H. S. 1990. Differences in injury of *Liriomyza bryoniae* (Kalt) on crops and the influence of host plants to the parasitoids. *Chinese J. Entomol.* 10: 409-418. (In Chinese with English summary).
- Lee, H. S., Lu, F. M., and H. C. Wen. 1990. Effects of temperature on the development of leaf miner, *Liriomyza*

- bryoniae* (Kaltenbach) (Diptera: Agromyzidae) on head mustard. Chinese J. Entomol. 10: 143-150. (In Chinese with English summary).
- Lee, H. S., H. C. Wen, and F. M. Lu.** 1990. The occurrence of *Liriomyza bryoniae* (Kaltenbach) (Diptera: Agromyzidae) on Taiwan. Chinese J. Entomol. 10: 133-142. (In Chinese with English summary).
- Liebee, G. L.** 1984. Influence of temperature on development and fecundity of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) on celery. Environ. Entomol. 13: 497-501.
- 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. Life history of the agromyzid fly *Liriomyza trifolii* at different temperatures. Entomol. Exp. Appl. 48: 73-84.
- Minkenberg, O.P.J.M., and C.A.J. Helderma.** 1990. Effect of temperature on the life history of *Liriomyza bryoniae* (Diptera: Agromyzidae) on tomato. J. Econ. Entomol. 83: 117-125.
- Minkenberg, O.P.J.M., and J.C. van Lentern.** 1986. The leafminers *Liriomyza bryoniae* and *L. trifolii* (Diptera: Agromyzidae), their parasites and host plants: a review. Agric. Wageningen paper 86-2, 50 pp.
- Musgrave, C. A., S. L. Poe, and D. R. Bennett.** 1975. Leaf miner population estimation in polycultured vegetables. Proc. Fla. State Hortic. Soc. 88: 156-160.
- Oatman, E. R., and G. G. Kennedy.** 1976. Methomyl induced outbreak of *Liriomyza sativae* on tomato. J. Econ. Entomol. 69: 667-668.
- Parrella, M. P.** 1987. Biology of *Liriomyza*. Ann. Rev. Entomol. 32: 201-224.
- Parrella, M. P., and V. P. Jones.** 1985. Yellow traps as monitoring tools for *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in chrysanthemum greenhouse. J. Econ. Entomol. 78: 53-56.
- Parrella, M. P., and C. B. Keil** 1984. Insect pest management: the lesson of *Liriomyza*. Bull. Entomol. Soc. Am. 30: 22-25.
- PDAF.** 1992. Annual report of Agriculture for 1991. Publ. by Dept. of Agriculture and Forestry, Taiwan Prov. Government. Taichung, Taiwan. (In Chinese).
- Satio, T.** 1988. Biology of the leafminer, *Liriomyza bryoniae* Kalt. (Diptera: Agromyzidae) on melon. Proc. Kansai Pl. Prot. 30: 49-55.
- Spencer, K. A.** 1990. Host specialization in the world Agromyzidae (Diptera). Kluwer Academic Publ. 444 pp.
- Spencer, K. A.** 1973. Agromyzidae (Diptera) of economic importance. Ser. Entomol. 9: 1-418.
- TARI.** 1991. Annual report of Taiwan

- Agricultural Research Institute for 1990. Taiwan Agric. Res. Inst, Taichung, Taiwan. p. 90-92. (In Chinese).
- Tu, C.C., S.L. Hwang, and S.C. Hwang.** 1986. The PE-sheet tunnel cultivation of muskmelon. Scientific meeting report. 11-19, Tainan Dist. Agric. Impr. Stn., Tainan, Taiwan. Roc. (In Chinese with English summary).
- Wang C. L., and F. C. Lin.** 1992. The application of yellow sticky cards on the management of *Liriomyza* flies. *in*: Proc. of symp. on control of diseases and insect pests with non-pesticide methods, publ. by the Pl. Prot. Soc. R.O.C. p. 99-103. (In Chinese with English summary).
- Webb, R. E., and F. F. Smith.** 1973. Influence of reflective mulches on infestations of *Liriomyza munda* in snap bean foliage. J. Econ. Entomol. 66: 539-540.
- Zehnder, G. W., and J. T. Trumble.** 1984. Spatial and daily activity of *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) in fresh market tomatoes. Environ. Entomol. 13: 1411-1416.
- 收件日期：1993年9月17日
接受日期：1993年12月9日