

以性費洛蒙大量誘殺防治田間亞洲玉米螟之效果評估

陳裕儒¹、王文龍²、吳昭儀²、張志弘²、謝光照¹、洪巧珍^{2,*}

¹行政院農業委員會農業試驗所作物組

²行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所生物藥劑組

摘要

亞洲玉米螟係亞洲地區常見的玉米重要害蟲。本研究旨在比較亞洲玉米螟性費洛蒙誘殺雄蟲與一般慣行化學藥劑兩種處理，對於田間亞洲玉米螟族群數量及其危害率控制效果之差異。田間試驗自 2014 年 1 月 31 日起至 2015 年 3 月 17 日，分別於 0.5 公頃玉米田設置 22 支性費洛蒙誘蟲器作為大量誘殺處理區，而以陶斯松噴灑作為化學藥劑防治區。春作進行了 12 次的亞洲玉米螟族群數量監測，發現在化學藥劑防治區的族群數量高於性費洛蒙誘蟲器大量誘殺之處理區，最多達 41 insects trap⁻¹，而大量誘殺處理區監測數量則皆低於 10 insects trap⁻¹。性費洛蒙誘蟲器大量誘殺處理區與化學藥劑防治區的植株危害率，經過 4 月 18 日、5 月 2 日及 5 月 30 日三次調查，結果分別為 6.7% : 10.5%、11.4% : 26% 及 17.1% : 92.7%。秋作進行了 12 次亞洲玉米螟族群數量監測，在化學藥劑防治區中族群數量亦較高於性費洛蒙誘蟲器大量誘殺處理區，12 月中旬數量最高達到 43 insects trap⁻¹，而其中的大量誘殺處理 B 區數量皆低於 20 insects trap⁻¹、大量誘殺處理 A 區數量則皆低於 15 insects trap⁻¹。性費洛蒙誘蟲器大量誘殺處理 A 區、B 區及化學藥劑防治區的植株危害率，於 2014 年 12 月 5 日分別為 0、5.1 及 38.1%，2014 年 12 月 16 日

分別為 0、12.4 及 39.1%，2015 年 1 月 14 日分別為 0、16.5 及 37.8%，2015 年 1 月 27 日分別為 2.2、18.4 及 48.6%。由此霧峰地區一年春、秋兩期作田間試驗的結果，顯示無論春作或秋作，兩處理皆可有效降低玉米田間之亞洲玉米螟族群數量及其玉米植株危害率，而利用性費洛蒙大量誘殺防治亞洲玉米螟相較於慣行化學藥劑防治法為佳。因此，性費洛蒙生物防治法可作為一種安全、友善環境玉米栽培管理之操作方法。

關鍵詞：亞洲玉米螟、玉米、性費洛蒙、綜合防治。

Evaluation of the Asian Corn Borer (*Ostrinia furnacalis*) Control by Mass Trapping with Sex Pheromone in Corn Fields

Yu-Ru Chen¹, Wen-Lung Wang², Cho-Yi Wu², Chih-Hung Chang², Guang-Zhao Xie¹ and Chau-Chin Hung^{2,*}

¹ Division of Crop Science, Taiwan Agriculture Research Institute, Wufeng District, Taichung City 41362, Taiwan ROC

² Division of Bio-Pesticides, Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Wufeng District, Taichung City 41358, Taiwan ROC

ABSTRACT

Asian corn borer (ACB), *Ostrinia furnacalis*, is an agricultural pest on several crops particularly corn that widely distributed from China to Australia in Asia. The objectives of the present study were to evaluate the fluctuation of ACB population and the difference of corn damaged rates by ACB between the treatments of mass trapping by sex pheromone and chemical

* 通信作者, hccjane@tactri.gov.tw

投稿日期：2016 年 6 月 7 日

接受日期：2016 年 7 月 1 日

作物、環境與生物資訊 13:97-104 (2016)

Crop, Environment & Bioinformatics 13:97-104 (2016)

189 Chung-Cheng Rd., Wufeng District, Taichung City 41362, Taiwan ROC

pesticide in corn fields during the two cropping seasons from 31 January 2014 to 17 March 2015. In the spring season, ACB population in the chemical pesticide treated field was higher (an average of 41 insects trap⁻¹) than that of the sex pheromone treated field (less than 10 insects trap⁻¹), and the plant damaged rates by ACB in the field using sex pheromone were 6.7, 11.4 and 17.1% measured on April 18, May 2, and May 30, respectively, relative to 10.5, 26.0 and 92.7% for the respective days in the chemical pesticide treated field. In the fall season, the ACB population in the chemical pesticide treated field went up to 43 insects trap⁻¹ in mid December, higher than both fields treated with sex pheromone, A field had less than 15 insects trap⁻¹ and B field had less than 20 insects trap⁻¹. The ACB damaged rates of A field, B field and pesticide-treated field were measured 0, 5.1 and 38.1% on 5 December 2014, 0, 12.4 and 39.1% on 16 December 2014, 0, 16.5 and 37.8% on 14 January 2015, and 2.2, 18.4 and 48.6% on 27 January 2015, respectively. As a result, the method using sex pheromone is a better treatment than pesticide application in mass trapping ACB in the corn fields at Wufeng district and therefore it is recommended as a safe and environment-friendly method for controlling ACB locally.

Key words: *Ostrinia furnacalis*, Corn, Sex pheromone, Integrated control.

前言

亞洲玉米螟(*Ostrinia furnacalis* Guenée) 屬鱗翅目(Lepidoptera)螟蛾科(Pyralidae)，為玉米栽培過程中需留意防治之害蟲 (Chiang 1978, Chu 1979, Chiu and Chien 1985)。亞洲玉米螟屬於雜食性昆蟲，除了玉米之外，田間取食對象還包括有高粱、小米、棉花、向日葵、蘆筍、紅豆、甜椒、菜豆、大豆等作物，而且其廣泛分佈於中國大陸、臺灣、日本、朝鮮半島、中南半島、南洋群島、新加坡、印度、斯里蘭卡、烏克蘭、澳洲、新幾內亞及密克羅尼西亞等地(Mutuura and Munroe 1970, Chiu and Chien 1985, Chang 1990)。利用形態分析方法鑑定臺北、埔里、嘉義及屏東等地的玉米田所採集之玉

米螟，確認臺灣田間玉米螟屬於亞洲玉米螟 (Asian corn borer; ACB) (Horng *et al.* 1988)。ACB 初齡幼蟲以嚙食葉肉為主，較大幼蟲在玉米雄花出現前會蛀食葉脈中肋或由心葉鑽入莖內，雄花抽出時並可移蛀雄花花莖及取食花粉，當雄穗抽出後取食穗絲，甚可蛀食果穗部之穗粒及穗軸(Camarao 1976, Morallo-Rejesus 1985)。被害果穗會出現變形或局部腐爛等徵狀而影響品質，老熟幼蟲於危害處結薄繭化蛹。受害植株容易受風吹折，蛀孔附近堆積大量排泄物，嚴重影響玉米品質及產量，估計 ACB 每年造成損失達 35–60% (Hsu *et al.* 1988a)，因此為玉米栽培管理需重點防治之關鍵害蟲。

ACB 每日羽化高峰約在天黑後 1–2 h，成蟲以一、二日齡時交尾率較高，交尾時刻多在天黑後 4 h，交尾持續時間可達 66 min。大部分玉米螟雌成蟲一生僅交尾一次，交尾率約在 62–100% (Hung and Hwang 1990)。有關玉米螟性費洛蒙之研究，Ando *et al.* (1980)分離鑑定日本 ACB 性費洛蒙的組成分為反 12-乙酸十四烯酯(*E*-12-tetradecenyl acetate，簡稱 *E*12-14:Ac)、順-12-乙酸十四烯酯(*Z*-12-tetradecenyl acetate，簡稱 *Z*12-14:Ac)等，其比例為 *E*/*Z*12-14:Ac = 2/3，但其合成品於田間不具誘蟲活性。Klun *et al.* (1980)分離鑑定菲律賓的 ACB 性費洛蒙組成分為 *E*/*Z*12-14:Ac = 1/1，且認為乙酸十四(烷)酯(tetradecenyl acetate, 14:Ac)為前趨物。Cheng *et al.* (1981)分析中國大陸的 ACB 性費洛蒙組成分為 *E*/*Z*12-14:Ac = 53/47，且 14:Ac 的含量為 *E*/*Z*12-14:Ac 總量的 1.8 倍，惟加入誘餌中會降低誘蟲數。臺灣的 ACB 性費洛蒙組成分經分離鑑定為 *E*/*Z*12-14:Ac = 1/3，而其合成品於田間具誘蟲活性(Yeh *et al.* 1989, Hwang *et al.* 1990, Yen and Huang 1990)。ACB 性費洛蒙誘蟲配方應用於田間之研究，在中國大陸以 *E*/*Z*12-14:Ac /14:Ac = 39/34/27 配方的性費洛蒙田間誘蟲效果良好(Jiang and Klun 1981)。南韓的研究試

驗，則發現 ACB 成蟲日齡會影響性費洛蒙 EAG 生物檢定及田間誘蟲結果。當羽化後第 2、3 日時，14:Ac、E12-14:Ac、Z12-14:Ac 此三種性費洛蒙組成分在蟲體內的含量達最高峰，至第 4 日下降。14Ac : E12-14Ac : Z12-14Ac 的比例於羽化後第 2、3 日，分別為 0.91/1/1.38、0.74/1/1.51。另一玉米田間誘蟲試驗結果，發現在 12 種配方中以 E/Z12-14:Ac = 1/2 的誘引效果最佳(Boo and Park 1998)。而臺灣的亞洲玉米螟性費洛蒙配方，則為 E/Z12-14:Ac = 25/75 混合比，再以 1 mg 裝填於塑膠微管之劑型較其他劑量及橡皮帽者，兼具高誘引力、經濟及易配製之特性，其費洛蒙劑型之誘雄活性約為 2 隻處女蛾的五倍以上，且持效性可達 2 個月之久(Hwang *et al.* 1990)。

臺灣食用玉米在春作、秋作及冬裡作皆有種植生產，不同季節之 ACB 族群數量密度不同，而無論在玉米的營養生長期或是生殖生長期，ACB 皆是影響玉米果穗品質及產量之關鍵害蟲。目前農民仍主要以化學農藥噴灑防治為主，使得收穫玉米果穗存在農藥殘留之風險。因此，本研究目的為評估 ACB 性費洛蒙大量誘殺防治法與慣行化學農藥防治法在不同期作之處理效果，比較兩者對於田間 ACB 族群數量影響及玉米危害率之差異，俾於後續建立生產安全無農藥且友善生態環境之食用玉米栽培管理模式，以期降低國人對食用玉米果穗農藥殘留之疑慮。

材料與方法

亞洲玉米螟性費洛蒙誘蟲器之設置

本試驗大量誘殺之 ACB 性費洛蒙誘餌係由行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所配製，放置於白色黏板誘蟲盒內，再架設於玉米田間，每 4 週更換 1 次誘餌與誘蟲盒。

春作玉米以性費洛蒙大量誘殺亞洲玉米螟效果評估

2014 年 1 月 31 日至 7 月 30 日的春作乃於行政院農業委員會農業試驗所 2 塊面積為

95 m × 53 m 試驗田區(各約為 0.5 ha)，進行 ACB 數量監測與危害率調查。在性費洛蒙大量誘殺處理區，設置 22 支 ACB 性費洛蒙誘蟲器(設置圖如 Fig. 1)，每 2 週記錄誘捕蟲數，試驗過程完全不施農藥。在化學藥劑防治區，則噴灑稀釋 1000 倍陶斯松農藥(40.8% 乳劑，興農，臺灣)防治 ACB。試驗期間於 2014 年 4 月 18 日開始調查性費洛蒙大量誘殺處理區與化學藥劑防治區之 ACB 危害玉米植株情形，評估性費洛蒙與農藥防治 ACB 之效果。調查時將田區劃分為 9 小區，每小區調查 35 株玉米植株，檢視亞洲玉米螟危害率。每 2 wk 調查其發生情形一次，調查日期分別為 2014 年 4 月 18 日、5 月 2 日及 5 月 30 日等，合計 3 次。

秋作玉米以性費洛蒙大量誘殺亞洲玉米螟效果評估

秋作自 2014 年 9 月 18 日起至 2015 年 3 月 17 日，選用農業試驗所 3 塊面積為 95 m × 53 m (各約為 0.5 ha)試驗田區進行試驗，監測 ACB 數量並調查其危害率。其中，性費洛蒙大量誘殺處理 A 區設置 22 支 ACB 性費洛蒙誘蟲器，每 2 週記錄誘捕蟲數，另在玉米雄花抽出前 1 wk 及吐絲授粉後 2 wk 噴灑稀釋倍率 1000 倍之蘇力菌(見達利，臺灣住友化學)。性費洛蒙大量誘殺處理 B 區，亦設置 22 支 ACB 性費洛蒙誘蟲器，每 2 週記錄誘

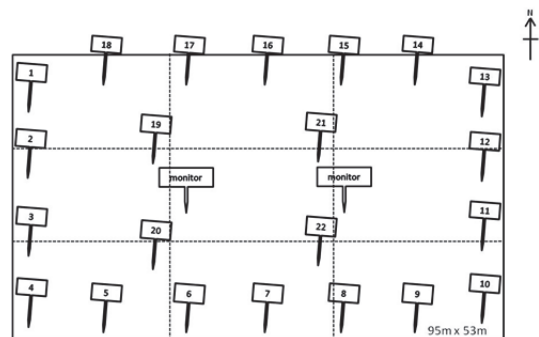


Fig. 1. Chart of trap's sites distributed in corn field (a total of 22 insect traps) for evaluation of mass trapping with sex pheromone at Wufeng District of Taichung City, Taiwan.

捕蟲數，但試驗過程無額外其他防治措施。化學藥劑防治區噴灑稀釋 1000 倍陶斯松農藥 (40.8%乳劑，興農，臺灣) 以防治 ACB，調查時將田區劃分為 9 小區，每小區調查 35 株玉米植株，檢視 ACB 危害率。調查頻率為每 2 週調查一次，調查日期分別為 2014 年 12 月 5 日、12 月 16 日及 2015 年 1 月 14 日、1 月 27 日等，合計 4 次。

試驗統計分析

試驗資料分析以 R 統計軟體 (version 3.1.2) 進行 t-test 平均值顯著性檢定以及變方分析 (analysis of variance; ANOVA)，並使用最小顯著性差異測驗 (least significance difference; LSD) 判定處理間是否有顯著性差異。統計繪圖則使用 SPSS 公司之 SigmaPlot 軟體 (version 10.0)。

結果

春作玉米田間亞洲玉米螟之監測族群數量變化

從 2014 年 1 月 31 日至 2014 年 7 月 30 日的春作期間，ACB 族群數量在田間呈現上下起伏變化，數量皆在 8 insects trap⁻¹ 以上，最多數量可達 41 insects trap⁻¹，直至 7 月中旬降低於 10 insects trap⁻¹ (Fig. 2)。在性費洛蒙大量誘殺處理區，4 月份時其 ACB 數量略多於化學藥劑防治區，惟至 5 月份起 ACB 數量即低於藥劑防治區，直至 7 月中旬近收穫時才達當季最多的 10 insects trap⁻¹，隨後又降低。在化學藥劑防治區，2 月份第 1 次監測時 ACB 數量為 31 insects trap⁻¹，高於大量誘殺處理區的 0 insects trap⁻¹，經以藥劑田間防治後其 ACB 可降至低於 10 insects trap⁻¹，然隨後即上升而長期高於性費洛蒙大量誘殺處理區，直至收穫前。

秋作玉米田間亞洲玉米螟之監測族群數量變化及誘捕數量

從 2014 年 9 月 18 日至 2015 年 3 月 17 日之秋作期間，10 月 8 日所調查性費洛蒙大

量誘殺處理 A 區、大量誘殺處理 B 區及化學藥劑防治區之 ACB 族群數量相近，但隨後至 2014 年底前化學藥劑防治區之 ACB 族群數量皆高於大量誘殺處理 A 區、B 兩區，尤其在 12 月中旬達到最高的 43 insects trap⁻¹ (Fig. 3)。性費洛蒙大量誘殺處理 B 區在 2015

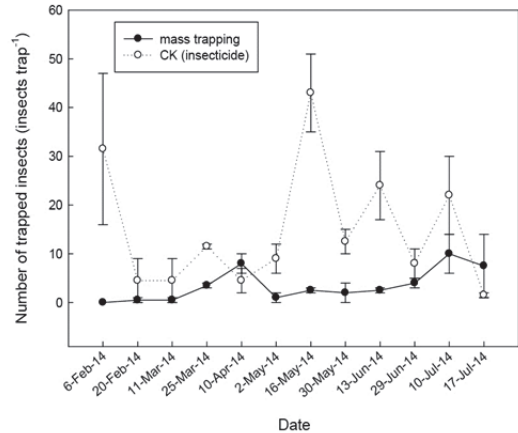


Fig. 2. Changes in the trapped *Ostrinia furnacalis* collected in corn fields treated with sex pheromone (mass trapping) and insecticide (CK) during the spring cropping season of 2014.

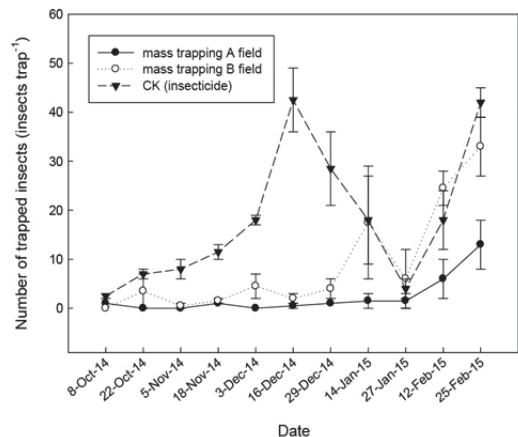


Fig. 3. Changes in the trapped *Ostrinia furnacalis* collected in corn fields treated with sex pheromone and insecticide, respectively, during the fall cropping season of 2014. A-field: corn field treated with sex pheromone only. B-field: corn field treated with both sex pheromone and insecticide. CK: corn field treated with insecticide only.

年 1 月初 ACB 族群數量上升至超過 10 insects trap⁻¹，近似於化學藥劑防治區，隨後兩區之 ACB 數量相近至收穫。而性費洛蒙大量處理 A 區之 ACB 數量自 2014 年起皆低於 5 insects trap⁻¹，直至 2015 年 2 月中旬後才上升，然至收穫仍低於 15 insects trap⁻¹。在接近於收穫前的 2015 年 2 月 25 日調查，性費洛蒙大量誘殺處理 A 區、B 區及化學藥劑防治組之 ACB 族群數量分別為 14、35 及 44 insects trap⁻¹ (Fig. 3)。反之，就誘殺數量而言，性費洛蒙大量誘殺處理 A 區每月誘殺數量皆有增加之趨勢，至 2015 年 3 月誘殺數量達到最多的 442 隻；性費洛蒙大量誘殺處理 B 區每月誘殺數量亦逐漸增加，惟至 2015 年 1 月的 464 隻高峰後即下降。就 ACB 誘殺數量總計，性費洛蒙大量誘殺處理 A 區及 B 區分別為 1052 隻及 1190 隻 (Fig. 4)。

不同防治法於春、秋兩期作田間玉米植株危害情形

2014 年春作性費洛蒙大量誘殺處理區與化學藥劑防治區在 4 月 18 日之玉米植株平均危害率無顯著差異，至 5 月 2 日時化學藥劑防治區平均危害率 26%，顯著高於性費洛蒙大量誘殺處理區的 11.4%。而至 5 月 30 日時，化學藥劑防治區平均危害率高達 92.7%，極顯著高於性費洛蒙大量誘殺處理區的 17.4% (Fig. 5)。比較春作的三次危害率調查，性費洛蒙大量誘殺處理區之玉米植株平均危害率皆未超過 20%。跨越 2014 年及 2015 年的秋作，在 4 次田間調查中，性費洛蒙大量誘殺處理 A 區、B 區及化學藥劑防治區之玉米植株平均危害率皆呈現顯著差異 (Fig. 6)。A 區平均危害率皆不超過 3%，最高危害率僅 2.2%。B 區平均危害率較 A 區高，且在生育期間呈現上升趨勢，但其平均危害率皆不超過 20%，至 2015 年 1 月 27 日時達到 18.4%。化學藥劑防治區之平均危害率至少皆在 37% 以上，最高平均危害率在 2015 年 1 月 27 日，達到 48.6%。

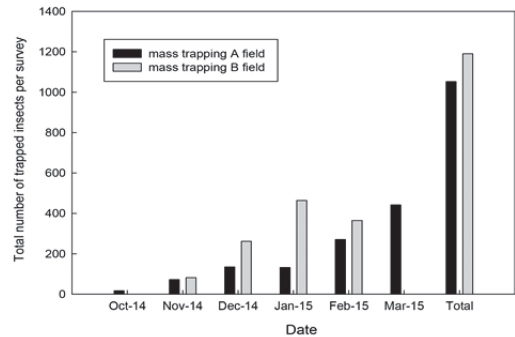


Fig. 4. Total numbers of trapped *Ostrinia furnacalis* collected in corn fields treated with different sex pheromone methods during the fall cropping season of 2014. A-field: corn field treated with sex pheromone only. B-field: corn field treated with both sex pheromone and insecticide.

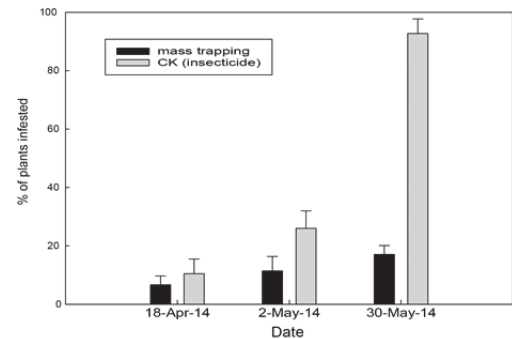


Fig. 5. The plant infested rates by Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis*, in corn fields treated with sex pheromone (mass trapping) and insecticide (CK), respectively, measured during the spring cropping season of 2014.

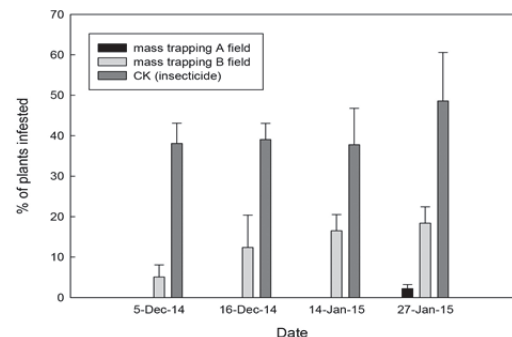


Fig. 6. The plant infested rates by Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis*, in corn fields treated with sex pheromone and insecticide, respectively, during the fall cropping season of 2014. A-field: corn field treated with sex pheromone only. B-field: corn field treated with both sex pheromone and insecticide. CK: corn field treated with insecticide only.

討論

經過春、秋兩期作的霧峰地區田間試驗結果，顯示無論春作或秋作，利用性費洛蒙大量誘殺 ACB 之防治方法皆優於慣行化學藥劑防治法，可有效降低田間 ACB 的被危害植株數量，以性費洛蒙大量誘殺處理之田間植株被危害率皆低於 20% 以下。Chen *et al.* (2013) 的研究報告指出，在每公頃玉米田分別設置 30 及 40 支性費洛蒙誘蟲器大量誘殺 ACB 時，懸掛 300 條性費洛蒙交配干擾劑，比較使用殺蟲劑 endosulfan 550g、chlorpyrifos 350 g 及 monosultap 550 g 等 3 種防治方法，皆可達到約 50% 玉米穗免受 ACB 危害的保護效果。然而，比較殺蟲劑、不施藥、施用性費洛蒙、混施性費洛蒙與殺蟲劑等 4 種處理，則顯示殺蟲劑與性費洛蒙交配干擾劑 ($\geq 200 \text{ disp. ha}^{-1}$) 混用及性費洛蒙大量誘殺 ($\geq 20 \text{ disp. ha}^{-1}$) 之綜合防治，可提高玉米穗保護效果達到 90% 以上，而且施藥次數可由 3 次減為 1 次。

本試驗在春、秋作兩期作僅以性費洛蒙大量誘殺 ACB，期間完全不施用任何藥劑防治，可得到低於化學藥劑對照組的田間危害率，其春、秋兩期作之 ACB 危害率分別介於 6.7–17.1% 及 5.1–18.4% 之間。若以性費洛蒙大量誘殺劑搭配蘇力菌進行綜合防治，如秋作之大量誘殺處理 A 區，其田區玉米危害率可進一步下降至低於 5% 以下，顯示以此生物綜合防治法可有效控制 ACB 危害。

ACB 在臺灣的族群密度有季節性的消長現象，每年 3 月下旬開始發生，至 6 月上、中旬達高峰後又略降低。至 9 月中旬雨季過後，當田間玉米栽培面積漸增時，ACB 族群密度又逐漸回升，至 11 月後期族群密度又隨氣溫下降而減少 (Wu 2008)。從本試驗 2014 年春作試驗藥劑對照區之 ACB 田間族群監測數量，可發現數量多寡的變動呈現鋸齒狀波動。臺灣的 5 月份開始為高溫多濕氣候，夏季高溫促使 ACB 生育周期縮短，因此族群

監測數量最多可達到 44 insects trap⁻¹。陶斯松化學藥劑的施用，可使得 ACB 族群數量減少而中斷其持續大量繁殖，於是造成 ACB 族群數量的上下波動。

ACB 在臺灣北部地區一年可發生 3 至 4 代，南部地區一年約發生 7 至 8 代，一代所需期間 23–166 日不等，每雌產卵量約 300–500 粒 (Wu 2008)。大量誘殺處理區係利用性費洛蒙誘餌設置於田間持續誘捕 ACB，可以隔絕 ACB 於田間交配產卵的機會，誘捕效果可不受天氣/氣候影響。化學藥劑防治在春作容易受梅雨季的降雨影響而降低防治效果，又由於化學藥劑的長期大量使用而造成 ACB 的抗藥性，因此減少或逐漸失去防治功效。由 2014–2015 年的春、秋兩期作試驗結果，明顯呈現以性費洛蒙大量誘殺 ACB 的效果優於化學藥劑防治方法，對於田間 ACB 族群數量控制具有較佳結果。

此外，臺灣南部於春作後期及秋作早期之 ACB 族群密度最高，其危害率可高達 70–90% (Wu 2010)。而本試驗之春、秋兩期作化學藥劑防治區，在 2014 年春作 5 月 30 日的調查出現最高達 92.7% 的玉米危害率，在秋作的 2014 年 12 月 16 日所調查的玉米危害率則為 39.1%，至 2015 年 1 月 27 日最後一次調查時達到最高的 48.6% 危害率。雖然藥劑防治區施用陶斯松可減少 ACB 族群數量，在春、秋兩期作皆能控制在 45 insects trap⁻¹ 以下，但仍無法有效降低對玉米的危害率。在高氣溫的季節，ACB 發生密度亦高，卵塊逐漸趨向聚集式分布；冬季低溫時則呈現低密度，卵塊、幼蟲及蛹大多符合時機分佈 (Hsu *et al.* 1988b)。由本試驗春、秋兩期作的 ACB 族群數量監測資料顯示，霧峰地區之 ACB 族群數量在兩期作之間並無明顯差異。農業試驗所氣象站於 2014 年 10 及 11 月分別所記錄之月均溫為 25.0、22.7°C，此 2 個月份大多為秋作玉米雄穗開花、雌穗吐絲階段，而 ACB 卵塊發生高峰處於葉片輪生末期或授粉期，幼蟲於甜玉米以孕熟期密度最高、

於硬質玉米則以授粉期密度最高，蛹之高峰在玉米孕熟期(Hsu *et al.* 1988c)。因此，由於2014年春作5月份時玉米已經開花授粉，進入玉米果穗成熟期，藥劑防治施用需減少，故導致玉米危害率增加；反之，2014年秋作的氣溫升高則亦提高了危害率，使得春、秋兩期作數量無明顯差異。

綜合本項試驗結果，顯示對於降低ACB族群數量與玉米危害率，以性費洛蒙大量誘殺之生物防治法可以取代一般慣行化學藥劑防治法。當於田間定點設置性費洛蒙誘殺劑時，可誘捕田間ACB雄蟲而減少其於田間交配與產卵機會，當再配合玉米關鍵生育時期噴施蘇力菌時，更可獲得有效降低ACB危害之加成效果。根據本試驗方法與結果，以每分地設置4個ACB性費洛蒙誘蟲器，配合觀察誘蟲器內誘殺ACB雄蟲數量後，再適時噴灑蘇力菌的操作方式，可作為非化學農藥施用之友善環境玉米栽培生產管理模式。

引用文獻

- Ando T, O Saito, K Arai, N Takahashi (1980) (Z)- and (E)-12-tetradecenyl acetates: Sex pheromone components of Oriental corn borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Agric. Biol. Chem.** 44:2643–2649.
- Boo KS, JW Park (1998) Sex pheromone composition of the Asian corn borer moth, *Ostrinia furnacalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae) in South Korea. **J. Asia-Pacific Entomol.** 1:77–84.
- Camarao GC (1976) Population dynamics of the corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guen'ee), I. life cycle, behavior, and generation cycles. **Philipp. Entomol.** 3:179–200.
- Chang DC (1990) Investigation on the damage caused by the Asian corn borer on some leguminous vegetables. (in Chinese with English abstract) **Res. Bull. Taichung DAIS.** 29:1–10.
- Chen RZ, MG Klein, CF Sheng, Y Li, DX Shao, QY Li (2013) Use of pheromone timed insecticide applications integrated with mating disruption or mass trapping against *Ostrinia furnacalis* (Lepidoptera: Pyralidae) in Sweet Corn. **Environ. Entomol.** 42:1390–1399.
- Cheng ZQ, JC Xiao, XT Huang, DL Chen, JQ Li, YS He, SR Huang, QC Luo, CM Yang, TH Yang (1981) Sex pheromone components isolated from China corn borer, *Ostrinia furnacalis* Guenée (Lepidoptera: Pyralidae), (E)- and (Z)-12-tetradecenyl acetate. **J. Chem. Ecol.** 7:841–851.
- Chiu SC, CC Chien (1985) Biological control of the corn borers. **Plant Prot. Bull.** 27:299–316.
- Chiang HC (1978) Pest management in corn. **Annu. Rev. Entomol.** 23:101–123.
- Chu YI (1979) The damaging period of the rice seedling fly (*Atherigona exigua* Stein) (Muscidae: Diptera) on corn at East Jawa, Indonesia. **Plant Prot. Bull.** 21:397–402.
- Hung CC, JS Hwang (1990) Eclosion, mating and oviposition of Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guen'ee). **Chinese J. Entomol.** 10:89–99.
- Hornig SB, YI Chu, MJ Lin (1988) The taxonomic status of the corn borer in Taiwan. (in Chinese with English abstract) **Chinese J. Entomol.** 88:65–71.
- Hsu SL, WK Peng, FK Hsieh (1988a) Loss assessment of corn infested with Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guenée). (in Chinese with English abstract) **Memoirs Coll. Agric. Natl. Taiwan Univ.** 28:27–31.
- Hsu SL, FK Hsieh, WK Peng (1988b) Evaluation of spatial distribution and optimum sample size for survey of the Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guenée) in corn field. (in Chinese with English abstract) **Chinese J. Entomol.** 8:1–9.
- Hsu SL, WK Peng, FK Hsieh (1988c) The seasonal abundance and distribution of the Asian corn borer (*Ostrinia furnacalis* (Guenée)) on corn. **Plant Prot. Bull.** 30:148–156.
- Hwang JS, CC Hung, CC Lo, SY Kang, TY Chau (1990) Evaluation of formulations of synthetic sex pheromone for trapping Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guenée). (in Chinese with English abstract) **Chinese J. Entomol.** 10:109–117.
- Jiang ZX, JA Klun (1981) Study on using of sex pheromone for the identification of corn borer. **Acta Entomol. Sinica** 24:356–360.
- Klun JA, BA Bierl-Leonhardt, M Schwarz, JA Litsinger, AT Barrion, HC Chiang, Z Jiang (1980) Sex pheromone of the Asian corn borer moth. **Life Sci.** 27:1603–1606.
- Morallo RB (1985) Research advances and needs

- in the control of Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guenee), in the Philippines. **Philipp. Entomol.** 3:406–426.
- Mutuura A, E Munroe (1970) Taxonomy and distribution of the European corn borer and allied species: genus *Ostrinia* (Lepidoptera: Pyralidae). **Mem. Entomol. Soc. Can.** 71:112.
- Wu YJ (2008) Integrated control of Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* on Extra sweet corn. (in Chinese) **Miaoli Agric. Newslet.** 44:18–22.
- Wu YJ (2010) *Trichogramma ostriniae* Pang & Chen. p.9-22. *In*: Nonsynthetic Resources for Pest Management. (in Chinese) Taiwan Agricultural Research Institute Special Publication No. 142. Taichung, Taiwan.
- Yeh SF, KC Lee, KT Chang, FC Yen, JS Hwang (1989) Sex pheromone components from Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae) in Taiwan. **J. Chem. Ecol.** 15:497–505.
- Yen FC, TF Huang (1990) Application of Sex Pheromone of Asian Corn Borer (*Ostrinia furnacalis*) in the Field. (in Chinese with English abstract) **Res. Bull. Tainan DAIS** 25: 62–83.