

# 四種小黃瓜品種對棉蚜 [*Aphis gossypii* (Glover)] 之防禦效果

董耀仁<sup>1</sup> 黃紹毅<sup>2,\*</sup>

## 摘要

董耀仁、黃紹毅。2016。四種小黃瓜品種對棉蚜 [*Aphis gossypii* (Glover)] 之防禦效果。台灣農業研究 65(4):374–383。

本研究測試自 11 種市售小黃瓜 (*Cucumis anguria* Linnaeus) 品種中選用之「秀燕」、「新蜜」、「阿秀」及「夏之輝」等 4 品種對棉蚜 (*Aphis gossypii* Glover) 之防禦能力，並分別於室內及田間以盆栽測試，作為棉蚜綜合防治與選育防禦棉蚜危害小黃瓜品種之參考。試驗結果顯示，有翅型棉蚜於選擇性、非選擇性及田間試驗中，於「夏之輝」小黃瓜植株上停留之數量顯著少於其他 3 品種。有翅型及無翅型棉蚜於「阿秀」小黃瓜植株上所產之子代蚜蟲數量顯著高於其他 3 品種。在室內試驗中，「新蜜」小黃瓜延緩棉蚜族群發展效果最好，供試植株上平均棉蚜數量為 399.7 隻/株，顯著低於「夏之輝」(573.5 隻/株)、「秀燕」(587.2 隻/株) 及「阿秀」(875.0 隻/株)，但 4 品種間產生有翅型棉蚜之機率並無差異。4 品種小黃瓜植株遭受棉蚜危害於田間第 3 天，「新蜜」小黃瓜植株上天敵數量顯著高於其他 3 品種，原接棉蚜數量以「新蜜」及「秀燕」小黃瓜處理組最少，顯著低於「夏之輝」及「阿秀」處理組。供試 4 品種小黃瓜植株於田間經 3 wk 後，以「新蜜」小黃瓜植株上棉蚜數量最少 (40.0 隻/株)，顯著低於「秀燕」(180.9 隻/株)、「夏之輝」(248.6 隻/株) 及「阿秀」(364.0 隻/株)。天敵的數量則以「新蜜」(6.9 隻/株) 及「秀燕」(5.2 隻/株) 處理組最多，顯著高於「夏之輝」(2.5 隻/株) 及「阿秀」(2.5 隻/株) 處理組。綜合本試驗之結果，「新蜜」小黃瓜於 4 品種中，對棉蚜同時具有直接與間接防禦能力，「新蜜」小黃瓜在未來可納入棉蚜綜合防治體系中，並作為育種時，選育對棉蚜具良好防禦能力小黃瓜品種之參考。

關鍵詞：棉蚜、品種、防禦、綜合防治。

## 前言

棉蚜 (*Aphis gossypii* Glover) 在台灣全年發生，寄主植物範圍廣，已記錄者包括 34 科 84 種植物，如葫蘆科、桑科及茄科等皆為其主要之寄主植物 (Hsu 1980; Tao 1990)。蚜蟲因體型小、生活史短，繁殖能力強，一旦田間環境適宜，短時間族群能迅速增加造成嚴重危害 (Yu *et al.* 1997)。蚜蟲對植物之危害，除直接吸食汁液影響植物生長外，其所分泌之蜜露於植物體表會引發煤煙病影響光合作用。蚜蟲是植物病毒之媒介昆蟲，其中棉蚜能傳播至

少 76 種植物病毒，造成寄主植物的捲葉、生長不良，甚至死亡 (Chang *et al.* 1987; Chan *et al.* 1991; Kaygin *et al.* 2008)。

對於蚜蟲防治工作，農民以往多依賴噴施化學藥劑，惟因蚜蟲抗藥性發生、非標的生物與環境遭受毒害及消費者對農產品安全疑慮等問題，尋找安全有效之非農藥防治方法日漸受到重視 (Kerns & Gaylor 1992; Gore *et al.* 2013)。

植物因無法移動以逃避植食昆蟲之危害，因此，植物發展出不同防禦策略以抵抗植食

投稿日期：2015 年 12 月 31 日；接受日期：2016 年 1 月 30 日。

\* 通訊作者：oleander@dragon.nchu.edu.tw

<sup>1</sup> 農委會農業試驗所應用動物組助理研究員。台灣 台中市。

<sup>2</sup> 國立中興大學昆蟲學系教授。台灣 台中市。

昆蟲 (Schoonhoven *et al.* 2005; Kant *et al.* 2015)，植物防禦策略可分為直接防禦與間接防禦兩型，其中直接防禦包含植物葉片本身具有刺或毛影響植食昆蟲移動或取食、植物的次級代謝物質對植食昆蟲具有毒性或降低其消化能力 (作物對植食昆蟲抗性)，以及植物本身所散發出忌避植食昆蟲之氣味等 (影響植食昆蟲選擇) (Mithofer & Boland 2012)。植物間接防禦則為加強天敵對植食昆蟲壓制效果，包括提供替代食物來源如外源花蜜或是釋放揮發性成分，以吸引天敵前來達到降低蟲害影響 (Dicke & Baldwin 2010; Hilker & Meiners 2011)。

應用植物本身對植食昆蟲之防禦能力，除能壓制植食昆蟲族群發展，亦可減少後續防治措施的投入，是一種安全有效的防治方法。因此，本研究於 11 種市售小黃瓜 (*Cucumis anguria* Linnaeus) 品種中，經先期試驗結果選用「秀燕」、「新蜜」、「夏之輝」及「阿秀」等 4 品種小黃瓜，於室內及田間試驗中，測試其對棉蚜直接與間接防禦效果之差異，及於田間棉蚜發生與天敵來臨狀況，作為未來應用於棉蚜綜合防治及選育防禦棉蚜危害小黃瓜品種研究之參考。

## 材料與方法

### 供試蟲源

以小黃瓜「秀燕」(‘Xiu yan’)，作為棉蚜之寄主植物繁殖棉蚜，棉蚜種源來自行政院農業委員會農業試驗所余志儒博士研究室，飼育方法參考 Yu *et al.* (1997)，但改用小黃瓜來繁殖棉蚜。

### 供試資材

由 11 種市售之小黃瓜品種中，「秀燕」(‘Xiu yan’)、「鳳燕」(‘Feng yan’)、「華燕」(‘Hua yan’)、「秀秀」(‘Xiu xiu’)、「文秀」(‘Wen xiu’)、「阿秀」(‘A xiu’) 及「翠姑」(‘Cui gu’) 購自農友種苗股份有限公司；「夏之輝」(‘Xia zhi hui’) 及「吉祥」(‘Ji xiang’) 購自明豐種苗行；「新蜜」(‘Xin mi’) 及「極星」(‘Ji xing’) 購自德城行有限公司。為篩選試驗用之小黃瓜品種，於 11 種市售品種已長出 2 片真葉小黃瓜植株之第 1 片真葉上，分別接上 4 隻 (確保所產供試

子代蚜蟲可達 20 隻以上) 剛開始生殖無翅型棉蚜，並以固定盒罩住，固定盒規格及使用方式參照 Yu *et al.* (1997) 所使用方法。接蟲 1 d 後移去固定盒，葉片上僅留下 20 隻子代蚜蟲 (超過 20 隻蚜蟲易發生遷移不見之情形，影響試驗之結果)，其餘蚜蟲挑除，再經 10 d (超過 10 d 以上，因葉片上棉蚜數量過高易產生有翅型棉蚜，有翅型棉蚜遷飛會影響蚜蟲數量計數，故選擇經 10 d 後計算棉蚜之數量) 後，觀察記錄小黃瓜植株上棉蚜數量，試驗環境為定溫養蟲室，溫度  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，光週期 16 L : 8 D。本試驗 6 重複。預備試驗結果，11 種供試市售小黃瓜品種於試驗過程中，外觀生長狀況 (葉片數及高度等) 並無差異，供試品種中，棉蚜之數量最少為「新蜜」(379.8 隻/株)，最多者「阿秀」(853.7 隻/株)，2 種品種上棉蚜數量分別與其餘品種間有顯著差異，其餘品種小黃瓜植株上棉蚜之數量由多至少依序為「極星」、「華燕」、「秀秀」、「鳳燕」、「秀燕」、「夏之輝」、「吉祥」、「翠姑」及「文秀」。選擇對棉蚜族群發展影響程度最高的「新蜜」、中間程度的「夏之輝」、最差的「阿秀」及原供繁殖棉蚜族群的「秀燕」(使供試小黃瓜品種能來自不同的選育種源)，作為本研究中供試小黃瓜品種。於室內及田間試驗中測試其對棉蚜直接與間接防禦效果之差異，及於田間棉蚜發生與天敵來臨狀況。

泥炭土 (Potgrond H, Klasmann-Deilmann GmbH, Germany)、塑膠盆 (直徑 9 cm，高 7 cm)、透明玻璃樣本瓶 (直徑 2 cm，高 6 cm) 及透明壓克力箱 (長 40 cm，寬 40 cm，高 40 cm) 均購自振詠興業公司，試驗用固定盒 (長 3.5 cm，寬 2.3 cm，高 1.0 cm 之尼龍網盒) 來自農業試驗所余志儒博士研究室。

### 供試植株

各品種小黃瓜種子先浸自來水 30 min 後，植入內含 70 g 泥炭土之塑膠盆中，種植環境為定溫養蟲室，室內溫度  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，光週期 16 L : 8 D。約經 2 wk (14–16 d) 後，小黃瓜已長出 2 片真葉後，作為本次試驗時所使用之植株 (選取時，供試小黃瓜品種植株，選擇外觀葉片數及高度無差異者)。

## 有翅型棉蚜對不同品種小黃瓜之偏好試驗

測試有翅型棉蚜對不同品種小黃瓜之選擇偏好，進行下列 3 試驗。

**選擇性試驗：**將「秀燕」、「新蜜」、「阿秀」及「夏之輝」等 4 個品種，已長出 2 片真葉之小黃瓜植株，於透明壓克力箱 4 邊，每邊隨機放置 1 品種小黃瓜植株後 (4 株不同品種小黃瓜植株/箱)，於 4 植株中央處放入含有 30 隻剛開始生殖的有翅型棉蚜之透明玻璃樣本瓶，瓶口以棉花塞住，於無光照的狀態下拔去棉花塞讓有翅棉蚜自由選擇植株，10 h 後方提供光照 (Yu *et al.* 1997)。放蟲 1 d 後，記錄小黃瓜植株上有翅型棉蚜之數量，試驗環境為定溫養蟲室，溫度  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，本試驗 10 重複。

**非選擇性試驗：**將「秀燕」、「新蜜」、「阿秀」及「夏之輝」等 4 個品種，已長出 2 片真葉之小黃瓜植株各自放入透明壓克力箱 (每箱 1 株) 中央處後，放入含有 10 隻剛開始生殖的有翅型棉蚜之透明玻璃樣本瓶，瓶口以棉花塞住，於無光照的狀態下拔去棉花塞，10 h 後方提供光照。放蟲 1 d 後，記錄小黃瓜植株上有翅型棉蚜之數量，試驗環境為定溫養蟲室，溫度  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，本試驗 10 重複。

**田間試驗：**將「秀燕」、「新蜜」、「阿秀」及「夏之輝」等 4 個品種，已長出 2 片真葉之小黃瓜植株移至農業試驗所戶外田區 (台中市霧峰區中正路 189 號，試驗期間 2015 年 4 月 14–17 日，平均溫度  $21.8^{\circ}\text{C}$ ，資料來源為農業試驗所氣象站)，於  $1\text{ m} \times 1\text{ m}$  區塊內每一邊隨機放入 1 品種小黃瓜植株，植株間彼此間隔距離 50 cm 以上，區塊間彼此間隔距離 5 m 以上，經 3 d (先前預備試驗顯示，此植株及區塊間格距離不影響試驗之結果，小黃瓜植株於田間超過 3 d 以上，易因田間天敵捕食影響有翅型棉蚜之數量) 後，記錄小黃瓜植株上有翅型棉蚜之數量，本試驗 10 重複。

## 不同小黃瓜品種對棉蚜生殖影響試驗

測試不同品種小黃瓜對棉蚜生殖的影響，於「秀燕」、「新蜜」、「阿秀」及「夏之輝」等 4 個品種，已長出 2 片真葉之小黃瓜植株

第 1 片真葉上，接入 1 隻剛開始生殖之無翅型或有翅型棉蚜並以固定盒罩住，接蟲 3 d (超過 3 d 會因蚜蟲密度過高導致母代蚜蟲離開葉片，並停止產子代蚜蟲影響試驗結果) 後，將固定盒移走並記錄子代蚜蟲數量，試驗環境為定溫養蟲室，溫度  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，光週期 16 L : 8 D。本試驗 10 重複。

## 不同品種小黃瓜對棉蚜族群發展影響試驗

測試不同品種小黃瓜對棉蚜族群發展的影響，於「秀燕」、「新蜜」、「阿秀」及「夏之輝」等 4 個品種，已長出 2 片真葉之小黃瓜植株第 1 片真葉上，接入 4 隻剛開始生殖之無翅型棉蚜並以固定盒罩住，接蟲 1 d 後將固定盒移走，葉片上僅留下 20 隻子代蚜蟲，其餘蚜蟲挑除，再經 10 d 後，記錄小黃瓜植株上棉蚜之數量，試驗環境為定溫養蟲室，溫度  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，光週期 16 L : 8 D。本試驗 6 重複。

## 不同小黃瓜品種對產生有翅型棉蚜影響試驗

測試不同品種小黃瓜對產生有翅型棉蚜之影響，於「秀燕」、「新蜜」、「阿秀」及「夏之輝」等 4 個品種，已長出 2 片真葉小黃瓜植株第 1 片真葉上，接入 4 隻剛開始生殖之無翅型棉蚜並以固定盒罩住，接蟲 1 d 後將固定盒移走，葉片上僅留下 20 隻子代蚜蟲 (葉片上超過 20 隻以上子代蚜蟲，隨者發育日數，易於植株上遷移影響觀察與記錄)，其餘蚜蟲挑除。再經 7 d (4 品種小黃瓜植株上子代蚜蟲均已發育至成蚜並開始生殖) 後，記錄小黃瓜上有翅型棉蚜之數量，試驗環境為定溫養蟲室，溫度  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，光週期 16 L : 8 D。本試驗 10 重複。

## 不同品種小黃瓜受棉蚜危害後對天敵誘引效果試驗

測試不同品種小黃瓜受棉蚜危害後對天敵之誘引效果，於「秀燕」、「新蜜」、「阿秀」及「夏之輝」等 4 個品種，已長出 2 片真葉小黃瓜植株之第 1 片真葉上接入 4 隻剛開始生殖之無翅型棉蚜，並以固定盒罩住，接蟲 1 d 後將固定盒移走，葉片上僅留下 20 隻子代蚜蟲，其餘蚜蟲挑除。將含有棉蚜之小

黃瓜植株移至農業試驗所戶外田區 (試驗期間 2015 年 4 月 27–30 日, 平均溫度 26.7°C, 資料來源為農業試驗所一級農業氣象站), 於 1 m × 1 m 區塊內每一邊隨機放入 1 品種小黃瓜植株, 植株間隔距離 50 cm 以上, 區塊間隔距離 5 m 以上, 每日記錄植株上原接棉蚜及天敵之數量 (包含所有可取食棉蚜之天敵如瓢蟲、草蛉幼蟲、小黑花蝽象及食蚜蛇幼蟲等) 1 次, 連續 3 d, 本試驗 10 重複。

### 不同品種小黃瓜於田間棉蚜及天敵發生試驗

為測試不同品種小黃瓜, 於田間棉蚜發生情況及誘引天敵之效果, 將「秀燕」、「新蜜」、「阿秀」及「夏之輝」等 4 個品種, 已長出 2 片真葉小黃瓜植株移至農業試驗所戶外田區 (試驗期間 2015 年 6 月 8–29 日, 平均溫度 29.7°C, 資料來源為農業試驗所氣象站), 於 1 m × 1 m 區塊內每一邊隨機放入 1 品種小黃瓜植株, 植株間隔距離 50 cm 以上, 區塊間隔距離 5 m 以上, 每週記錄植株上棉蚜及天敵數量 (包含所有可取食棉蚜的天敵如瓢蟲、草蛉幼蟲、小黑花蝽象及食蚜蛇幼蟲等) 1 次, 連續 3 wk, 本試驗 10 重複。

### 統計分析

試驗所得各項資料先以 SAS-EG (Version 4.1, 2006) 統計分析軟體, 進行變方分析 (analysis of variance; ANOVA) 後, 再以最小顯著差異性測驗 (least significant difference test; LSD test) 分析其差異顯著性。

## 結果

### 有翅型棉蚜對不同品種小黃瓜偏好試驗

於選擇性試驗中, 「新蜜」小黃瓜植株上停留之有翅型棉蚜數量最多 (7.0 隻/株), 其次為「秀燕」(6.7 隻/株) 及「阿秀」(6.1 隻/株), 3 品種間無顯著差異但均顯著高於「夏之輝」(1.5 隻/株); 於非選擇性試驗中, 「阿秀」小黃瓜植株上有翅型棉蚜之數量最多 (6.2 隻/株), 其次為「秀燕」(5.6 隻/株) 及「新蜜」(5.4 隻/株), 3 品種間亦無顯著差異但亦均顯著高於「夏之

輝」(2.2 隻/株); 於田間試驗中, 「夏之輝」小黃瓜植株上有翅型棉蚜之數量 (0.3 隻/株) 顯著低於「秀燕」(1.6 隻/株) 及「阿秀」(1.6 隻/株), 但與「新蜜」(1.1 隻/株) 處理組間無顯著差異 (表 1)。

### 不同小黃瓜品種對棉蚜生殖影響試驗

有翅型棉蚜於供試小黃瓜植株上所產子代蚜蟲之數量以「阿秀」處理組最高 (12.3 隻/株), 顯著高於「秀燕」(9.7 隻/株)、「新蜜」(9.1 隻/株) 及「夏之輝」(5.8 隻/株), 「秀燕」及「新蜜」處理組間無顯著差異, 但均顯著高於「夏之輝」處理組; 無翅型棉蚜於小黃瓜植株上所產子代蚜蟲之數量亦以「阿秀」處理組最高 (24.1 隻/株), 顯著高於「秀燕」(19.8 隻/株)、「夏之輝」(19.8 隻/株) 及「新蜜」(18.0 隻/株), 3 處理組間子代蚜蟲數量無顯著差異。(表 2)。

### 不同品種小黃瓜對棉蚜族群發展影響試驗

供試 4 品種小黃瓜於試驗過程中, 外觀生

表 1. 4 種不同品種小黃瓜對有翅型棉蚜停留之影響。

Table 1. The effectiveness [means ( $\pm$  SE)] of four cucumber cultivars on alate *Aphis gossypii* settling.

Cultivar	Settled number of alate <i>A. gossypii</i> per plant
Choice test	
A xiu	6.1 (1.6) a <sup>z</sup>
Xiu yan	6.7 (1.5) a
Xia zhi hu	1.5 (0.8) b
Xin mi	7.0 (1.1) a
No choice test	
A xiu	6.2 (0.5) a
Xiu yan	5.6 (0.5) a
Xia zhi hu	2.2 (0.1) b
Xin mi	5.4 (0.4) a
Field test	
A xiu	1.6 (0.4) a
Xiu yan	1.6 (0.3) a
Xia zhi hu	0.3 (0.2) b
Xin mi	1.1 (0.3) ab

<sup>z</sup> Means within the same column followed by the same letter(s) are not significantly different at  $P < 0.05$  (Fisher's protected LSD test; SAS-EG, Version 4.1, 2006).

表 2. 4 種不同品種小黃瓜對棉蚜生殖之影響。

**Table 2.** The effectiveness [means ( $\pm$  SE)] of four cucumber cultivars on *Aphis gossypii* reproduction.

Cultivar	Offspring number of <i>A. gossypii</i> per plant
Alate <i>A. gossypii</i> test	
A xiu	12.3 (0.7) a <sup>z</sup>
Xiu yan	9.7 (0.6) b
Xia zhi hu	5.8 (0.4) c
Xin mi	9.1 (0.9) b
Apterous <i>A. gossypii</i> test	
A xiu	24.1 (0.5) a
Xiu yan	19.8 (1.0) b
Xia zhi hu	19.8 (0.4) b
Xin mi	18.0 (1.0) b

<sup>z</sup> Means within the same column followed by the same letter(s) are not significantly different at  $P < 0.05$  (Fisher's protected LSD test; SAS-EG, Version 4.1, 2006).

長狀況(葉片數及高度等)並無差異,對棉蚜族群發展影響以「新蜜」最高,植株上平均蚜蟲數量為 399.7 隻/株,顯著低於「夏之輝」(573.5 隻/株)、「秀燕」(587.2 隻/株)及「阿秀」(875.0 隻/株),「夏之輝」與「秀燕」處理組間無顯著差異,但均顯著低於「阿秀」處理組(表 3)。

### 不同小黃瓜品種對產生有翅型棉蚜影響試驗

供試 4 品種小黃瓜植株上有翅型棉蚜之發生率,以「秀燕」最高(9.0%/株),其次為「阿秀」(8.0%/株)、「新蜜」(6.0%/株)及「夏之輝」(4.0%/株),但 4 品種間無顯著差異(表 4)。

表 3. 4 種不同小黃瓜品種對棉蚜族群發展之影響。

**Table 3.** The effectiveness [means ( $\pm$  SE)] of four cucumber cultivars on *Aphis gossypii* population development.

Cultivar	<i>A. gossypii</i> per plant
A xiu	875.0 (73.7) a <sup>z</sup>
Xiu yan	587.2 (42.0) b
Xia zhi hu	573.5 (60.1) b
Xin mi	399.7 (44.9) c

<sup>z</sup> Means within the same column followed by the same letter(s) are not significantly different at  $P < 0.05$  (Fisher's protected LSD test; SAS-EG, Version 4.1, 2006). Data were logarithmic transformed prior to analysis.

### 不同品種小黃瓜受棉蚜危害後對天敵誘引效果試驗

供試小黃瓜植株上第 1 天原接棉蚜之數量以「新蜜」(12.6 隻/株)最低,其次為「秀燕」(13.5 隻/株),兩者間無顯著差異但均顯著低於「夏之輝」(16.6 隻/株)及「阿秀」(17.8 隻/株),小黃瓜植株上第 1 天調查到之天敵主要為小瓢蟲亞屬(*Scymnus*)之瓢蟲,以「新蜜」(1.1 隻/株)最多,其次為「秀燕」(0.5 隻/株)、「夏之輝」(0.1 隻/株)及「阿秀」(0.0 隻/株);第 2 天原接棉蚜之數量以「新蜜」(4.1 隻/株)最低,其次為「秀燕」(4.6 隻/株),兩者間無顯著差異但均顯著低於「夏之輝」(13.1 隻/株)及「阿秀」(12.0 隻/株),小黃瓜植株上第 2 天調查到之天敵主要亦為小瓢蟲亞屬瓢蟲,以「新蜜」(2.1 隻/株)最多,其次為「秀燕」(1.9 隻/株),兩者間無顯著差異但均顯著高於「夏之輝」(0.5 隻/株)及「阿秀」(0.3 隻/株);第 3 天原接棉蚜之數量以「新蜜」(1.4 隻/株)最低,其次為「秀燕」(2.5 隻/株),兩者間無顯著差異但均顯著低於「夏之輝」(8.0 隻/株)及「阿秀」(8.3 隻/株),小黃瓜植株上第 3 天調查到之天敵主要亦為小瓢蟲亞屬瓢蟲,以「新蜜」(1.8 隻/株)最多,顯著高於「秀燕」(0.8 隻/株)、「夏之輝」(0.4 隻/株)及「阿秀」(0.2 隻/株)(表 5)。

### 不同品種小黃瓜田間棉蚜發生試驗

供試小黃瓜植株於試驗過程中,外觀生長狀況(葉片數及高度等)並無差異,供試品種中,第 1 週棉蚜之數量以「秀燕」(27.0 隻/株)

表 4. 4 種小黃瓜品種對發生有翅型棉蚜機率之影響。

**Table 4.** The effectiveness [means ( $\pm$  SE)] of four cucumber cultivars on alate *Aphis gossypii* incidence.

Cultivar	Alate <i>A. gossypii</i> per plant
A xiu	8.0 (3.3) a <sup>z</sup>
Xiu yan	9.0 (3.1) a
Xia zhi hu	4.0 (2.2) a
Xin mi	6.0 (3.4) a

<sup>z</sup> Means within the same column followed by the same letter(s) are not significantly different at  $P < 0.05$  (Fisher's protected LSD test; SAS-EG, Version 4.1, 2006). Percentage data were arcsine transformed prior to analysis.

表 5. 4 種不同品種小黃瓜受棉蚜危害後對天敵誘引效果之影響。

Table 5. The effectiveness [means ( $\pm$  SE)] of four cucumber cultivars on attracting natural enemies after infected with *Aphis gossypii*.

Cultivar	<i>A. gossypii</i> per plant	Natural enemies per plant
Day 1		
A xiu	17.8 (0.6) a <sup>2</sup>	0.0 (0.0) b
Xiu yan	13.5 (1.3) b	0.5 (0.2) ab
Xia zhi hu	16.6 (0.9) a	0.1 (0.1) b
Xin mi	12.6 (1.1) b	1.1 (0.4) a
Day 2		
A xiu	12.0 (0.8) a	0.3 (0.2) b
Xiu yan	4.6 (0.6) b	1.9 (0.4) a
Xia zhi hu	13.1 (1.1) a	0.5 (0.3) b
Xin mi	4.1 (1.1) b	2.1 (0.5) a
Day 3		
A xiu	8.3 (1.0) a	0.2 (0.1) c
Xiu yan	2.5 (0.5) b	0.8 (0.2) b
Xia zhi hu	8.0 (0.8) a	0.4 (0.2) bc
Xin mi	1.4 (0.6) b	1.8 (0.2) a

<sup>2</sup> Means within the same column followed by the same letter(s) are not significantly different at  $P < 0.05$  (Fisher's protected LSD test; SAS-EG, Version 4.1, 2006).

最高，其次為「阿秀」(24.5 隻/株) 及「新蜜」(20.4 隻/株)，3 品種間無顯著差異，「夏之輝」(12.9 隻/株) 植株上棉蚜數量最低，顯著低於「阿秀」及「秀燕」，供試小黃瓜植株上第 1 週調查到之天敵數量，以「秀燕」(1.1 隻/株) 及「新蜜」(1.1 隻/株) 最多，其次為「夏之輝」(1.0 隻/株) 及「阿秀」(1.0 隻/株)，但 4 處理間無顯著差異；第 2 週供試小黃瓜植株上棉蚜之數量以「阿秀」(238.8 隻/株) 最高，顯著高於「秀燕」(154.2 隻/株)、「夏之輝」(147.0 隻/株) 及「新蜜」(50.0 隻/株)，供試小黃瓜植株上第 2 週調查到之天敵數量，以「新蜜」(5.3 隻/株) 最多，其次為「秀燕」(4.2 隻/株)，兩者間無顯著差異但均顯著高於「夏之輝」(2.4 隻/株) 及「阿秀」(2.5 隻/株)；第 3 週供試小黃瓜植株上棉蚜之數量亦以「阿秀」(364.0 隻/株) 最高，顯著高於「夏之輝」(248.6 隻/株)、「秀燕」(180.9 隻/株) 及「新蜜」(40.0 隻/株)，供試小黃瓜植株上第 3 週調查到之天敵數量，以「新蜜」(6.9 隻/株) 最多，其次為「秀燕」(5.2 隻/株)，兩者間無顯著差異但均顯著高於「夏之輝」(2.5 隻/株) 及「阿秀」(2.5 隻/株) (表 6)。

## 討論

害蟲綜合管理的目標，是希望發展一種可永續使用的管理方式，並減少對化學藥劑的依賴，我們可利用作物本身對植食昆蟲的防禦能力 (影響植食昆蟲之選擇及生長發育、受植食昆蟲危害後能吸引天敵前來壓制植食昆蟲族群發展等直接與間接防禦能力) 來抵抗植食昆蟲的危害 (Altieri 1999; Lin 2011)。作物對植食昆蟲的防禦能力可分為直接防禦能力，即對植食昆蟲的危害具有忍受性、抗性或是影響植食昆蟲的選擇偏好 (由下而上的影響，bottom-up effect)，及間接防禦能力，即增強天敵對植食昆蟲的壓制效果 (由上而下的影響，top-down effect) (Tooker & Frank 2012)。種植對植食昆蟲具防禦能力作物的優點，包括降低後續化學藥劑的防治措施的使用次數、改善環境水質及減少有益節肢動物的死亡率等 (Smith & Chuang 2013)。

植物的代謝產物提供植物生長發育，與對抗生物及非生物環境壓力所需 (Herms & Mattson 1992)，但當藉由育種提高作物產量等人

表 6. 4 種不同品種小黃瓜植株上發生之棉蚜及天敵之數目。

Table 6. Mean number (SE) of *Aphis gossypii* and natural enemies of four cucumber cultivars.

Cultivar	<i>A. gossypii</i> per plant	Natural enemies per plant
Week 1		
A xiu	24.5 (4.4) a <sup>2</sup>	1.0 (0.3) a
Xiu yan	27.0 (3.7) a	1.1 (0.3) a
Xia zhi hu	12.9 (1.3) b	1.0 (0.3) a
Xin mi	20.4 (4.1) ab	1.1 (0.3) a
Week 2		
A xiu	238.8 (19.0) a	2.5 (0.4) b
Xiu yan	154.2 (15.7) b	4.2 (0.4) a
Xia zhi hu	147.0 (37.3) b	2.4 (0.3) b
Xin mi	50.0 (7.5) c	5.3 (0.9) a
Week 3		
A xiu	364.0 (16.8) a	2.5 (0.3) b
Xiu yan	180.9 (29.5) b	5.2 (0.7) a
Xia zhi hu	248.6 (44.7) b	2.5 (0.6) b
Xin mi	40.0 (8.2) c	6.9 (0.9) a

<sup>2</sup> Means within the same column followed by the same letter(s) are not significantly different at  $P < 0.05$  (Fisher's protected LSD test; SAS-EG, Version 4.1, 2006). Aphid number data were logarithmic transformed prior to analysis.

為需求時，可能會降低作物對植食昆蟲的防禦能力 (Rosenthal & Dirzo 1997)。以玉米為例，石竹烯 [(E)- $\beta$ -caryophyllene] 為當玉米葉片受海灰翅夜蛾 (*Spodoptera littoralis* Boisduval) 或是根部遭受西方玉米根蟲 (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) 危害時所釋放之蟲害誘導之植物揮發性成分，用以吸引寄生蜂及蟲生線蟲，但與歐洲玉米品種相較，大部分美國玉米品種於遭受西方玉米根蟲危害時不會釋放石竹烯，Köllner *et al.* (2008) 認為美國玉米品種於育種過程中失去了石竹烯防禦信號，並認為回復石竹烯防禦信號有助於提高美國品種玉米對海灰翅夜蛾及西方玉米根蟲的防禦能力。

本試驗中，4 品種小黃瓜對棉蚜之防禦能力亦呈現差異性，在直接防禦方面，於室內及田間試驗中，「夏之輝」小黃瓜植株上有翅型棉蚜的數量顯著低於其餘 3 品種小黃瓜，但「秀燕」、「新蜜」及「阿秀」3 品種小黃瓜植株上有翅型棉蚜的數量並無顯著差異；生殖影響試驗中，有翅型棉蚜於「夏之輝」小黃瓜植株上所產之子代蚜蟲數顯著最少 (本試驗雖以固定盒方式進行，因有翅型棉蚜對「夏之輝」小黃

瓜偏好性為 4 品種中最低，且試驗過程中觀察到有翅型棉蚜會停留於固定盒上而非葉片上，推測此可能為「夏之輝」小黃瓜植株上子代蚜蟲數目最少的原因，其次為「新蜜」及「秀燕」，但兩者間並無顯著差異，「阿秀」小黃瓜植株上有翅型棉蚜所產之子代蚜蟲數量最多，顯著高於其餘 3 品種小黃瓜。無翅型棉蚜亦於「阿秀」小黃瓜植株上所產之子代蚜蟲數量最多，顯著高於其餘 3 品種小黃瓜，無翅型棉蚜於「秀燕」、「新蜜」及「夏之輝」小黃瓜植株上所產之子代蚜蟲數量並無差異 (表 1、表 2)。Mackay & Wellington (1975) 以蠶豆 (*Vicia faba* Linnaeus) 飼養豌豆蚜 (*Acyrtosiphon pisum* Harris)，並比較有翅型與無翅型豌豆蚜生殖力差異，結果試驗期間有翅型豌豆蚜較無翅型豌豆蚜產生較少的子代蚜蟲，推測可能因為增加能量消耗用於產生翅膀，而本試驗中亦有此現象，有翅型棉蚜於 4 品種小黃瓜植株上，經 3 d 所產之子代蚜蟲數目亦少於無翅型棉蚜 (表 2)。在影響棉蚜族群發展程度上，於接入棉蚜 10 d 後，以「新蜜」小黃瓜植株上棉蚜之數量最少，顯著低於其餘 3 品種小黃瓜，

其次為「秀燕」及「夏之輝」，兩者間無顯著差異，但顯著低於「阿秀」處理組(表3)。

蚜蟲取食時雖然對植物造成非常小的物理傷害，但仍能誘導植物之防禦反應，產生並釋放揮發性有機成分，吸引蚜蟲寄生蜂、草蛉、瓢蟲等捕食性與寄生性天敵前來(de Vos & Jander 2010)。Kappers *et al.* (2011) 於溫室中測試8種黃瓜(*Cucumis sativus* L.) 品種受二點葉蟊(*Tetranychus urticae* Koch) 危害後對智利捕植蟊(*Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot) 之誘引效果，結果不同品種黃瓜受二點葉蟊危害後，所釋放之揮發性有機成分之種類與量，彼此間有顯著差異，對智利捕植蟊之誘引效果，效果最好的品種與最差的品種，所誘引智利捕植蟊之數量相差2倍，試驗結果證實不同黃瓜品種受害對天敵誘引差異性(對二點葉蟊間接防禦能力之差異)，並認為育種合適品種於受害時釋放有效的揮發性有機成分，可誘引天敵的效果。本試驗雖未分析4品種小黃瓜受棉蚜危害後，所釋放揮發性有機成分差異，但小黃瓜植株接入棉蚜，在遭受棉蚜危害後第3天，「新蜜」及「秀燕」小黃瓜植株上，原接蚜蟲數量減少最多，兩者間並無差異，但顯著少於「夏之輝」及「阿秀」(兩者間亦無顯著差異)，且在吸引棉蚜天敵方面，以「新蜜」小黃瓜植株上棉蚜天敵數量最多，顯著高於「秀燕」、「夏之輝」及「阿秀」處理組，「阿秀」處理組棉蚜天敵的數量最低，雖與「夏之輝」處理組無差異，但顯著低於「秀燕」處理組(表5)。田間試驗結果，「新蜜」小黃瓜植株因本身可延緩棉蚜族群發展，且受棉蚜危害後吸引天敵前來之效果為4品種中最好，因此於田間經3 wk後，「新蜜」小黃瓜植株上棉蚜數量最少，顯著低於其餘3品種小黃瓜，「秀燕」小黃瓜受棉蚜危害後可吸引棉蚜天敵，「夏之輝」小黃瓜有翅型棉蚜的選擇性低，因此於田間經3 wk後，小黃瓜植株上棉蚜數量雖較「新蜜」多(「秀燕」及「夏之輝」兩處理間無顯著差異)，但均顯著少於4品種中對棉蚜防禦效果最差的「阿秀」處理組(表6)，試驗結果顯示同時具備良好直接與間接防禦能力小黃瓜品種，於種植後可最有效抑制棉蚜族群的發展。

棉蚜可傳播多種植物病毒(Chang *et al.*

1987; Chan *et al.* 1991)，因此種植對棉蚜具防禦能力的小黃瓜品種，應注意是否容易產生有翅型棉蚜，反而增加作物病毒的傳播機會(Swenson 1968; Yu *et al.* 1997)。影響有翅型蚜蟲產生的可能因子包括擁擠、作物營養、天敵存在及環境溫度等(Muller *et al.* 2001; Braendle *et al.* 2006; Brisson 2010)。Yu *et al.* (1997) 比較3種洋香瓜(*Cucumis melo* Linnaeus) 品種(「台南8號」、「台南9號」及「秋香」) 對產生有翅型棉蚜之機率，試驗結果顯示，擁擠是棉蚜於3種供試洋香瓜品種上產生有翅型蚜蟲的重要因素。本試驗中「新蜜」小黃瓜對棉蚜的防禦效果最佳，但與其他3品種小黃瓜相較，於有翅型棉蚜發生機率上並無差異(表4)，雖然本試驗非似Yu *et al.* (1997) 以固定盒方式試驗，觀察發現擁擠造成有翅型棉蚜之發生，但我們於影響棉蚜族群發展試驗中，亦觀察到隨著棉蚜於植株上數量增加，有翅型蚜蟲發生數量提高之情形，但同時4品種小黃瓜植株上發生有翅型棉蚜之情形並無差異(未發表資料)。本試驗中「新蜜」小黃瓜產生有翅型棉蚜之機率，與其餘3品種小黃瓜相較並無差異，於田間應用時可避免因容易產生有翅型棉蚜，增加作物病毒之傳播機會。

蟲害誘導之植物揮發性化合物為野生種作物普遍的防禦手段，但在作物育種追求高產量與品質的過程中，可能喪失此項間接及其他直接對害蟲之防禦能力，也造成作物品種間對害蟲防禦能力之差異，現今返祖(rewilding) 是育種的新趨勢，也開啟了增強對害蟲生物防治成功的機會(Stenberg *et al.* 2015)，「新蜜」小黃瓜較其餘3品種小黃瓜，本身同時具備對棉蚜之直接與間接防禦能力，可供育種時選育可良好防禦棉蚜危害小黃瓜品種之參考。

綜合本試驗結果，「新蜜」小黃瓜可延緩棉蚜族群發展，且受棉蚜危害後可較快速吸引天敵前來，選擇種植「新蜜」小黃瓜，除增加天敵對棉蚜之生物防治效果，同時減少後續防治措施的投入，「新蜜」小黃瓜未來可考慮納入棉蚜綜合防治體系中，並作為育種時，選育對棉蚜具良好防禦能力小黃瓜品種之參考。

## 引用文獻

- Altieri, M. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 74:19–31.
- Braendle, C., G. K. Davis, J. A. Brisson, and D. L. Stern. 2006. Wing dimorphism in aphids. *Heredity* 97:192–199.
- Brisson, J. A. 2010. Aphid wing dimorphisms: Linking environmental and genetic control of trait variation. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 365:605–616.
- Chan, C. K., A. R. Forbes, and D. A. Raworth. 1991. *Aphid-Transmitted Viruses and Their Vectors of the World*. Research Branch, Agriculture Canada. Vancouver, Canada. 216 pp.
- Chang, Y. M., C. H. Hsiao, W. Z. Yang, S. H. Hseu, Y. J. Chao, and C. H. Huang. 1987. The occurrence and distribution of five cucurbit viruses on melon and watermelon in Taiwan. *J. Agric. Res. China* 36:389–397. (in Chinese with English abstract)
- de Vos, M. and G. Jander. 2010. Volatile communication in plant-aphid interactions. *Curr. Opin. Plant Biol.* 13:366–371.
- Dicke, M. and I. T. Baldwin. 2010. The evolutionary context for herbivore-induced plant volatiles: Beyond the ‘cry for help’. *Trends Plant Sci.* 15:167–175.
- Gore, J., D. Cook, A. Catchot, B. R. Leonard, S. D. Stewart, G. Lorenz, and D. Kerns. 2013. Cotton aphid (Heteroptera: Aphididae) susceptibility to commercial and experiment insecticides in the southern United States. *J. Econ. Entomol.* 106:1430–1439.
- Herms, D. A. and W. J. Mattson. 1992. The dilemma of plants: To grow or defend. *Q. Rev. Biol.* 67:283–335.
- Hilker, M. and T. Meiners. 2011. Plants and insect eggs: How do they affect each other? *Phytochemistry* 72:1612–1623.
- Hsu, T. C. 1980. *Contributions to the Study of Aphididae of Taiwan*. National Taiwan University Press. Taipei, Taiwan. 283 pp. (in Chinese)
- Kant, M. R., W. Jonckheere, B. Knegt, F. Lemos, J. Liu, B. C. J. Schimmel, C. A. Villarroel, L. M. S. Ataide, W. Dermauw, J. J. Glas, M. Egas, A. Janssen, T. Van Leeuwen, R. C. Schuurink, M. W. Sabelis, and J. M. Alba. 2015. Mechanisms and ecological consequence of plant defence induction and suppression in herbivore communities. *Ann. Bot.* 115:1015–1051.
- Kappers, I. F., H. Hoogerbrugge, H. J. Bouwmeester, and M. Dicke. 2011. Variation in herbivory-induced volatiles among cucumber (*Cucumis sativus* L.) varieties has consequences for the attraction of carnivorous natural enemies. *J. Chem. Ecol.* 37:150–160.
- Kaygin, A. T., G. Görür, and F. Cota. 2008. Contribution to aphid (Homoptera: Aphididae) species damaging on woody plants in Bartın, Türkiye. *Int. Nat. Eng. Sci.* 2:83–86.
- Kerns, D. L. and M. J. Gaylor. 1992. Insecticide resistance in field population of the cotton aphid (Homoptera: Aphididae). *J. Econ. Entomol.* 85:1–8.
- Köllner, T. G., M. Held, C. Lenk, I. Hiltbold, and T. C. J. Turlings. 2008. A maize (E)- $\beta$ -caryophyllene synthase implicated in indirect defense responses against herbivores is not expressed in most American maize varieties. *Plant Cell* 20:482–494.
- Lin, B. B. 2011. Resilience in agriculture through crop diversification: Adaptive management for environmental change. *BioScience* 61:183–193.
- Mackay, P. A. and W. G. Wellington. 1975. Comparison of reproductive patterns of apterous and alate virginoparous *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera-Aphididae). *Can. Entomol.* 107:1161–1166.
- Mithofer, A. and W. Boland. 2012. Plant defense against herbivores: Chemical aspects. *Annu. Rev. Plant Biol.* 63:431–450.
- Muller, C. B., I. S. Williams, and J. Hardie. 2001. The role of nutrition, crowding and interspecific interactions in the development of winged aphids. *Ecol. Entomol.* 26:330–340.
- Rosenthal, J. P. and R. Dirzo. 1997. Effects of life history, domestication and agronomic selection on plant defence against insects: Evidence from maize and wild relatives. *Evol. Ecol.* 11:337–355.
- Schoonhoven, L. M., J. J. A. van Loon, and M. Dicke. 2005. *Insect-Plant Biology*. 2nd ed. Oxford University Press. Oxford, UK. 400 pp.
- Smith, C. M. and W. P. Chuang. 2013. Plant resistance to aphid feeding: Behavioral, physiological, genetic and molecular cues regulate aphid host selection and feeding. *Pest Manag. Sci.* 70:528–540.
- Stenberg, J. A., M. Heil, I. Ahman, and C. Björkman. 2015. Optimizing crops for biocontrol of pests and disease. *Trends Plant Sci.* 20:698–712.
- Swenson, K. G. 1968. Role of aphids in the ecology of plant viruses. *Annu. Rev. Phytopathol.* 6:351–374.
- Tao, C. C. 1990. *Aphid-fauna of Taiwan Province, China*. Taiwan Museum Press. Taipei, Taiwan. 327 pp. (in Chinese)
- Tooker, J. F. and S. D. Frank. 2012. Genotypically diverse cultivar mixtures for insect pest management and increased crop yields. *J. Appl. Ecol.* 49:974–985.
- Yu, J. Z., B. H. Chen, and Y. C. Liu. 1997. Resistance of three muskmelon cultivars to *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). *Chin. J. Entomol.* 17:245–256. (in Chinese with English abstract)

## Defense of Four Cucumber Cultivars to the Cotton Aphid, *Aphis gossypii* (Glover)

Yaw-Jen Dong<sup>1</sup> and Shaw-Yhi Hwang<sup>2,\*</sup>

### Abstract

Dong, Y. J. and S. Y. Hwang. 2016. Defense of four cucumber cultivars to the cotton aphid, *Aphis gossypii* (Glover). J. Taiwan Agric. Res. 65(4):374–383.

Four different cucumber cultivars ('Xiu yan', 'Xin mi', 'A xiu', and 'Xia zhi hui') chosen from eleven commercial cultivars were laboratory or field tested for their defense to cotton aphid. The aim was to select appropriate cultivars for using in integrated cotton aphid control or cotton aphid defensive cucumber cultivar breeding. Alate aphid showed significantly less settled numbers on 'Xia zhi hui' cultivar than other three cultivars in choice, no choice, and field tests. Both alate and apterous aphids deposited significantly more offsprings on 'A xiu' cultivar than on other three cultivars. In laboratory test, the cultivar 'Xin mi' could significantly reduce the cotton aphid population development (399.7 plant<sup>-1</sup>) than cultivar 'Xia zhi hu' (573.5 plant<sup>-1</sup>), 'Xiu yan' (587.2 plant<sup>-1</sup>), and 'A xiu' (875.0 plant<sup>-1</sup>); but there was no difference among these four cultivars in alate aphid incidences. After being artificially infested with cotton aphid for 3 days, cultivar 'Xin mi' could attract significantly more natural enemies than the other three cultivars, and there were significantly less numbers of originally artificial-infested aphids in 'Xin mi' and 'Xiu yan' than 'Xia zhi hu' and 'A xiu'. Three weeks after field test, the number of cotton aphid (40.0 plant<sup>-1</sup>) on cultivar 'Xin mi' was significantly lower than that on 'Xiu yan' (180.9 plant<sup>-1</sup>), 'Xia zhi hu' (248.6 plant<sup>-1</sup>), and 'A xiu' (364.0 plant<sup>-1</sup>); meanwhile, there were more natural enemies in 'Xin mi' (6.9 plant<sup>-1</sup>) and 'Xiu yan' (5.2 plant<sup>-1</sup>) than in 'Xia zhi hu' (2.5 plant<sup>-1</sup>) and 'A xiu' (2.5 plant<sup>-1</sup>). In summary, results indicated that cultivar 'Xin mi' possesses both direct and indirect defenses to cotton aphid and that this cultivar could be adopted in the integrated control system of the cotton aphid. In addition, this cultivar could be used for developing defensive cotton aphid cucumber cultivars in the future.

**Key words:** Cotton aphid, Cultivar, Defense, Integrated control.

---

Received: December 31, 2015; Accepted: January 30, 2016.

\* Corresponding author, e-mail: oleander@dragon.nchu.edu.tw

<sup>1</sup> Assistant Research Fellow, Applied Zoology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.

<sup>2</sup> Professor, Department of Entomology, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.