

# 評估施用水楊酸混合液 (SMC 溶液) 於小黃瓜植株對棉蚜 (*Aphis gossypii* Glover) 之影響

董耀仁<sup>1</sup> 許北辰<sup>1,\*</sup>

## 摘要

董耀仁、許北辰。2020。評估施用水楊酸混合液 (SMC 溶液) 於小黃瓜植株對棉蚜 (*Aphis gossypii* Glover) 之影響。台灣農業研究 69(1):1-10。

本研究測試小黃瓜植株噴施 0.01% 水楊酸 (salicylic acid)、水楊酸甲酯 (methyl salicylate) 及氯化膽鹼 (choline chloride) 混合溶液 (0.01% SMC)，對小黃瓜植株及棉蚜之影響。結果顯示，噴施處理組之植株呈現顯著較高的株高、葉片數及花數，而分別以噴施、揮發、種子浸泡及澆灌等方法使用 0.01% SMC 處理後，棉蚜數量分別約為對照組的 64.0、67.8、61.3 及 66.1%。其中，噴施 0.01% SMC 處理組，僅需施用 1 次即可使小黃瓜植株產生對棉蚜的防禦效果，且可持效 5 wk。戶外盆栽試驗部分，結果顯示於噴施 0.01% SMC 於「新蜜」、「秀燕」及「阿秀」等小黃瓜植株後，棉蚜的天敵累計數量顯著高於對照組及農藥處理組；而棉蚜數量則分別約為對照組的 67.3、80.1 及 89.7%，但均顯著高於農藥處理組。試驗結果顯示，小黃瓜植株噴施 0.01% SMC 具有促進植株生長及減輕棉蚜危害之效果，具潛力開發做為棉蚜非農藥防治的輔助資材。

**關鍵詞：**棉蚜、水楊酸、水楊酸甲酯、氯化膽鹼、誘導防禦。

## 前言

植物無法移動以逃離生長過程中所遭遇多種生物與非生物的壓力，因此植物發展出不同的防禦策略加以因應 (Mithöfer & Boland 2012)。在植物眾多的防禦策略中，目前已知的至少 20 萬種的植物次級代謝物 (secondary metabolites) 分別扮演重要的角色 (Pichersky & Lewinsohn 2011)。植物的次級代謝物中與防禦植食性昆蟲有關者，包括生物鹼 (alkaloids)、萜類化合物 (terpenoids)、氰苷 (cyanogenic glycoside) 及硫代葡萄糖苷 (glucosinolates) 等，其對植食性昆蟲的防禦作用，包括忌避、干擾神經訊號傳導、影響蛋白質酶等消化酵素作用，進而影響營養吸收效率及吸引植食性昆蟲天敵等多種功用 (Mithöfer & Boland 2012)。

在植物防禦反應次級代謝物質的合成中，

植物荷爾蒙於其中扮演重要的角色，與植物防禦作用有關的植物荷爾蒙，如茉莉花酸 (jasmonate acid) 及水楊酸 (salicylic acid) 等，其中茉莉花酸一般是針對咀嚼式口器昆蟲誘導產生的防禦反應，而水楊酸則主要針對植物病原及刺吸式口器昆蟲產生反應 (Howe & Jander 2008; Mithöfer & Boland 2012)。前人研究中藉由遺傳、基因組學及生物化學研究結果，顯示植物遭受半翅目 (Hemiptera) 昆蟲取食危害時，所引起的防禦反應與遭受微生物病原入侵時類似 (Kaloshian & Walling 2005; Howe & Jander 2008)。

在植物的誘導防禦反應中，誘發 (priming) 為一種機制，指讓植物處於遭受生物或非生物壓力時，能啟動更快速與有力防禦反應的生理狀態 (Conrath 2009; Mauch-Mani *et al.* 2017)。前人研究顯示，施用可誘發植物水楊

投稿日期：2019 年 1 月 21 日；接受日期：2019 年 4 月 1 日。

\* 通訊作者：bchen@tari.gov.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

酸防禦反應的維生素 B1 (Thiamine)，可降低稻麥蚜 (*Rhopalosiphum padi* Linnaeus)、麥長管蚜 (*Sitobion avenae* Fabricius) 及豌豆蚜 (*Acyrtosiphon pisum* Harris) 對大麥 (*Hordeum vulgare* Linnaeus) 及豌豆 (*Pisum sativum* Linnaeus) 之危害 (Hamada & Jonsson 2013)。而植物荷爾蒙水楊酸以 0.02% 及 0.01% 濃度施用於小麥，可有效抑制蚜蟲數量並增加小麥產量 (Mahmoud & Mahfouz 2015)。由水楊酸合成路徑生成的水楊酸甲酯 (methyl salicylate)，可誘導活化植物水楊酸防禦反應，達到抗病的效果。水稻種子施用水楊酸甲酯，除增加植體生長發育速度外，且降低稻熱病之危害 (Kalaivani *et al.* 2016)。水稻施用 0.01% 水楊酸甲酯，則可有效抑制瘤野螟 [*Cnaphalocrocis medinalis* (Guenée)] 的生長與發育 (Kalaivani *et al.* 2018)。此外，水楊酸甲酯也可誘引多種蚜蟲的天敵 (James 2003; James & Price 2004; Zhu & Park 2005)。氯化膽鹼 (choline chloride) 是一種植物生長調節劑，施用於植物可提高植物光合作用速度與產量、促進開根與塊莖產量與品質，以及增進超氧歧化酶 (superoxide dismutase)、過氧化氫酶 (catalase) 和過氧化酶 (peroxidase) 的活性等，有利於植物的產量與應對生物與非生物壓力之防禦反應 (Wang & Xiao 2009; Wang *et al.* 2010)。

棉蚜 (*Aphis gossypii* Glover) 是世界性重要作物害蟲，在台灣棉蚜全年發生 (Shu 1980; Blackman & Eastop 1984; Tao 1990)。棉蚜因體型小、生活史短，繁殖能力強，一旦田間環境適宜，短時間其族群能迅速增加，嚴重危害植體 (Yu *et al.* 1997)。如能藉由誘導植物防禦反應，減緩棉蚜族群發展，則有利田間天敵作用與減少後續的防治投入 (Peñaflor & Bento 2013; Stenberg *et al.* 2015)。

至目前為止尚無小黃瓜 (*Cucumis anguria* Linnaeus) 施用水楊酸、水楊酸甲酯及氯化膽鹼混合溶液對棉蚜影響之評估資料。因此，本研究以小黃瓜為供試作物，評估小黃瓜施用水楊酸、水楊酸甲酯及氯化膽鹼混合溶液後，對小黃瓜生長、延緩棉蚜族群數量及增加對棉蚜天敵吸引的影響與效果。藉由此項研究，期望

未來能發展利用此類誘導防禦物質，用於棉蚜的防治工作。

## 材料與方法

### 蟲源及飼育方法

本試驗所使用的棉蚜來自行政院農委會農業試驗所植病組余志儒博士研究室，係 1992 年採集自彰化甜瓜田區並不定期混入田間族群飼養。所得的棉蚜於室內繁殖後供後續試驗用，棉蚜飼育方式參考 Yu & Chen (2001) 的方法，但改以「秀燕」(‘Xiu yan’) 小黃瓜作為棉蚜繁殖植物。

### 供試植株及栽培管理

供試小黃瓜「新蜜」(‘Xin mi’) 購自德城行有限公司 (台灣台北市)，「秀燕」及「阿秀」(‘A xiu’) 等品種均購自農友種苗股份有限公司 (台灣高雄市)。室內試驗之小黃瓜植株，分別種植於 2 種尺寸塑膠盆中 (室內試驗者種植於直徑 9 cm、高 6 cm 的塑膠盆，戶外試驗者則種植於直徑 19 cm、高 21 cm 的塑膠盆)，種植環境為 25°C ± 1°C 定溫養蟲室，光照 12 h (上午 6 h 至下午 6 h)，相對濕度 75% ± 5%。待小黃瓜植株生長至具有 2 片真葉後 (約 14–16 d)，供後續試驗使用。

### 供試資材、藥劑及配製方法

本試驗所使用的水楊酸 (99% powder)、水楊酸甲酯 (99% solution)、氯化膽鹼 (98% powder) 及無水酒精 (ethanol) 等，均購買自台灣默克股份有限公司 (台灣台北市)。派滅淨 (pymetrozine, 50% 水分散性粒劑) 購自興農股份有限公司 (台灣台中市)。泥炭土 (Potgrond H, Klasmann-Deilmann GmbH, Geeste, Germany)、塑膠盆 (直徑 9 cm、高 7 cm 及直徑 19 cm、高 21 cm)、透明玻璃樣本瓶 (直徑 2 cm、高 6 cm) 及透明壓克力箱 (40 cm × 40 cm × 40 cm) 均購自振詠興業公司 (台灣台中市)。本試驗所使用 0.01% 水楊酸、水楊酸甲酯及氯化膽鹼混合溶液 (以下稱為 0.01% SMC) 調製為先將 0.2 g 水楊酸及 0.2 mL 水楊酸甲酯，加

入 2 mL 無水酒精中均勻混合後，將混合液及 0.2 g 氯化膽鹼加自來水至 2 L 後，經充分混合備用。派滅淨則參考植物保護手冊推薦使用濃度，以自來水稀釋 4,000× 使用。

下述各種處理試驗均進行 20 重複，每種處理均分別以 0.1% 無水酒精為酒精對照組，且以不經任何處理小黃瓜植株為空白對照組。

### 評估以不同方式施用 0.01% SMC 後對棉蚜的影響

評估 0.01% SMC 以不同方式施用於小黃瓜植株後，對棉蚜影響之室內試驗為參考 Hamada & Jonsson (2013) 的試驗方法。試驗材料為「秀燕」小黃瓜，其中種子浸泡 (seed soaking) 試驗為將 10 mL 0.01% SMC 加入透明玻璃樣本瓶中，放入小黃瓜種子，經 2 h 後，將小黃瓜種子植入含泥炭土之塑膠盆中，再移至定溫養蟲室。室內溫度  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，光照 12 h。待小黃瓜已長出 2 片真葉後，參照 Yu *et al.* (1997) 所使用方法，於第一片真葉上接入 10 隻 1 日齡棉蚜，經 10 d 後，觀察記錄小黃瓜植株上棉蚜數量。

噴施試驗 (spraying) 為於小黃瓜植株發芽後第 1、8 及 15 d 時，分別噴施 10 mL 0.01% SMC 1 次，3 次處理後，後續方法同種子浸泡試驗。

澆灌試驗 (irrigating) 方法同噴施試驗，惟分別澆灌 20 mL 0.01% SMC 1 次。

揮發性試驗 (volatile) 則為將已有 2 片真葉小黃瓜植株放入透明壓克力箱中，壓克力箱內上方先放置 1 張直徑 9 cm 濾紙 (已添加 100  $\mu\text{L}$  0.01% SMC)。經 2 h 後，將小黃瓜植株自壓克力箱移出，後續方法同種子浸泡試驗。

### 評估施用 0.01% SMC 後對棉蚜的持效影響

室內評估施用 0.01% SMC 於小黃瓜植株，調查對棉蚜持效性影響。將「秀燕」小黃瓜植株於發芽後第 1、8 及 15 d 時，分別噴施 10 mL 0.01% SMC 各 1 次，共 3 次處理。分別於完成處理後，經 1 d 及 1、2、3、4 及 5 wk，後續方法同種子浸泡試驗。

### 評估多次施用 0.01% SMC 後對棉蚜的影響

室內評估 0.01% SMC 連續施用於小黃瓜植株對棉蚜影響，為將「秀燕」小黃瓜植株每週分別噴施 10 mL 0.01% SMC 1 次，連續處理 5 wk，分別於第 1、2、3、4 及 5 wk 噴施後，後續方法同種子浸泡試驗。

### 評估 0.01% SMC 施用於不同品種小黃瓜對棉蚜的影響

室內評估 0.01% SMC 施用於不同品種小黃瓜對棉蚜的影響，為於「秀燕」、「阿秀」及「新蜜」等小黃瓜植株，分別噴施 0.01% SMC 後，後續方法同種子浸泡試驗。

### 評估 0.01% SMC 施用於不同品種小黃瓜對小黃瓜植株的影響

戶外評估施用 0.01% SMC 後，其對不同品種小黃瓜植株影響的探討，係將「秀燕」、「阿秀」及「新蜜」等小黃瓜植株盆栽分別置於戶外，每週噴施 1 次 0.01% SMC，連續噴施 3 次。自第 1 次噴藥後，每週觀察與量測記錄小黃瓜的株高、葉片數及花數，連續 6 次。

### 評估 0.01% SMC 施用於不同品種小黃瓜對棉蚜及其天敵的影響

戶外評估 0.01% SMC 施用於 3 種不同品種小黃瓜植株，調查其對棉蚜及其天敵的影響，係將「秀燕」、「阿秀」及「新蜜」小黃瓜植株盆栽置於戶外，每週噴施 1 次 0.01% SMC，連續噴施 3 次。自第 1 次噴藥後第 1、8、15、22 及 29 d 時，分別觀察與記錄 3 種不同品種小黃瓜植株上棉蚜及其天敵 (包括蜘蛛、食蚜蠅幼蟲、瓢蟲成蟲及幼蟲、草蛉成蟲及幼蟲與寄生蜂等) 發生數量，以噴施派滅淨為農藥處理組。

### 統計與分析

試驗所得各項數據，先以 SAS-EG (Version 7.1, 2014) 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) 進行事後檢定，分析各處理間的差異顯著性。0.01% SMC 處理組所得資料經分析後，同時與 0.1% 酒精正對照組及不經任何處理小黃瓜植株的空白對照組比較，均有顯著差異，方視為與對照組間呈顯著差異。

## 結果

### 評估以不同方式施用 0.01% SMC 後對棉蚜的影響

分別以噴施、揮發、種子浸泡及澆灌等方法處理 0.01% SMC 後，「秀燕」小黃瓜植株上棉蚜數量分別為 638.7、680.0、568.0 及 626.0 隻，均顯著低於 2 個對照組。各不同方式施用 0.01% SMC 處理中，酒精對照組與空白對照組間棉蚜數量則均無顯著差異 (表 1)。

### 評估施用 0.01% SMC 後對棉蚜的持效影響

經 0.01% SMC 噴施處理後，1 d 及 1、2、3、4 及 5 wk 的調查結果顯示，「秀燕」小黃瓜植株上棉蚜平均數量，分別為 543.2、582.0、592.3、447.7、557.0 及 307.1 隻，均分別顯著低於 2 個對照組。各不同天數調查中，酒精對照組與空白對照組間棉蚜平均數量，則均無顯著差異 (表 2)。

### 評估多次施用 0.01% SMC 後對棉蚜的影響

分別經噴施 0.01% SMC 處理 1、2、3、4、5 及 6 次後，結果顯示「秀燕」小黃瓜植株上棉蚜數量均顯著低於對照組，平均蚜蟲數量分別為 842.1、789.6、592.1、575.0、512.0 及 435.2 隻。經 0.01% SMC 不同噴施次數處理後，酒

表 1. 0.01% SMC 不同方式誘導處理小黃瓜植株後對棉蚜 (*Aphis gossypii* Glover) 之影響。

**Table 1.** Effect of cucumber seedlings treated with different 0.01% SMC treatments on the cotton aphids (*Aphis gossypii* Glover).

Treatment	Mean number of cotton aphids ( $\pm$ SE)		
	SMC <sup>z</sup>	Ethanol	CK <sup>y</sup>
Spraying	638.7 (10.1) b <sup>x</sup>	964.0 (16.9) a	998.0 (16.7) a
Volatile	680.0 (20.8) b	944.7 (12.3) a	1,002.7 (35.2) a
Seed soaking	568.0 (28.4) b	972.0 (17.9) a	927.3 (23.0) a
Irrigating	626.0 (16.8) b	969.0 (29.2) a	947.7 (18.7) a

<sup>z</sup> SMC: 0.01% salicylic acid, methyl salicylate and choline chloride mixture.

<sup>y</sup> CK: control check.

<sup>x</sup> For each row, means followed by the same letter are not significantly different at  $P < 0.05$  (Fisher's protected least significant difference test). Aphid number data was logarithmic transformed prior to the analysis.

表 2. 小黃瓜植株經導處理後對棉蚜 (*Aphis gossypii* Glover) 之影響持續性。

**Table 2.** Effect persistence of induced treatment on cucumber seedlings to cotton aphids (*Aphis gossypii* Glover).

Treatment	Mean number of cotton aphids ( $\pm$ SE)		
	SMC <sup>z</sup>	Ethanol	CK <sup>y</sup>
1 d	543.2 (21.9) b <sup>x</sup>	974.3 (18.6) a	1,004.6 (35.2) a
1 wk	582.0 (25.7) b	1,084.4 (72.3) a	1,059.7 (40.5) a
2 wk	592.3 (17.1) b	974.9 (15.6) a	1,009.0 (40.0) a
3 wk	447.7 (24.0) b	849.7 (56.2) a	857.3 (61.1) a
4 wk	557.0 (24.1) b	957.1 (64.8) a	924.0 (28.5) a
5 wk	307.1 (17.1) b	570.4 (33.9) a	554.3 (20.3) a

<sup>z</sup> SMC: 0.01% salicylic acid, methyl salicylate and choline chloride mixture.

<sup>y</sup> CK: control check.

<sup>x</sup> For each row, means followed by the same letter are not significantly different at  $P < 0.05$  (Fisher's protected least significant difference test). Aphid number data was logarithmic transformed prior to the analysis.



精對照組與空白對照組間棉蚜平均數量均分別無顯著差異 (表 3)。

### 評估 0.01% SMC 施用於不同品種小黃瓜對棉蚜的影響

經 0.01% SMC 噴施處理「新蜜」、「秀燕」及「阿秀」等小黃瓜植株後，結果顯示各品種植株上的平均棉蚜數量均顯著低於對照組，分別為 273.5、450.1 及 912.3 隻。各不同品種試驗中，酒精對照組與空白對照組間棉蚜平均數量則均無顯著差異 (表 4)。

### 評估施用 0.01% SMC 對小黃瓜植株的影響

經 0.01% SMC 噴施處理「新蜜」、「秀燕」及「阿秀」等小黃瓜品種，在平均植株之高度、葉片數及花數均顯著高於各自品種之對照組，

各不同品種處理中酒精對照組與空白對照組間小黃瓜植株高度、葉片數及花數，則均無顯著差異 (表 5)。

### 評估 0.01% SMC 施用後對棉蚜及其天敵的影響

於戶外經 0.01% SMC 噴施處理後，「新蜜」、「秀燕」及「阿秀」等小黃瓜植株於試驗進行後第 29 d，植株上平均棉蚜數量均顯著低於對照組，但均顯著較派滅淨處理組高；而累計調查到棉蚜天敵 (包括蜘蛛、食蚜蠅幼蟲、瓢蟲成蟲及幼蟲、草蛉成蟲及幼蟲與寄生蜂等) 數量，均顯著高於對照組與派滅淨處理組。各不同品種處理中酒精對照組與空白對照組間小黃瓜植株上棉蚜數量及累計天敵數量，則均無顯著差異 (表 6)。

表 3. 小黃瓜植株經多次誘導處理後對棉蚜 (*Aphis gossypii* Glover) 之影響。

**Table 3.** Effect of continuously induced treatment on cucumber seedlings to cotton aphids (*Aphis gossypii* Glover).

Treatment	Mean number of cotton aphids ( $\pm$ SE)		
	SMC <sup>z</sup>	Ethanol	CK <sup>y</sup>
1 time	842.1 (12.3) b <sup>x</sup>	1,050.3 (32.5) a	1,015.7 (31.5) a
2 times	789.6 (19.4) b	1,002.0 (17.1) a	987.6 (12.1) a
3 times	592.1 (15.9) b	1,056.0 (25.9) a	1,075.3 (20.7) a
4 times	575.0 (20.2) b	1,061.3 (20.9) a	1,120.0 (30.1) a
5 times	512.0 (21.1) b	954.3 (37.8) a	895.1 (35.5) a
6 times	435.2 (13.3) b	807.3 (27.4) a	776.2 (35.1) a

<sup>z</sup> SMC: 0.01% salicylic acid, methyl salicylate and choline chloride mixture.

<sup>y</sup> CK: control check.

<sup>x</sup> For each row, means followed by the same letter are not significantly different at  $P < 0.05$  (Fisher's protected least significant difference test). Aphid number data was logarithmic transformed prior to the analysis.

表 4. 不同品種小黃瓜植株經誘導處理後對棉蚜 (*Aphis gossypii* Glover) 之影響。

**Table 4.** Effect of induced treatment on different cucumber cultivar seedlings to cotton aphids (*Aphis gossypii* Glover).

Cultivar	Mean number of cotton aphids ( $\pm$ SE)		
	SMC <sup>z</sup>	Ethanol	CK <sup>y</sup>
'Xin mi'	273.5 (13.2) b <sup>x</sup>	607.0 (46.7) a	573.6 (28.2) a
'Xiu yan'	450.1 (14.6) b	811.3 (15.7) a	788.5 (19.3) a
'A xiu'	912.3 (31.2) b	1,040.7 (44.6) a	1,078.2 (67.3) a

<sup>z</sup> SMC: 0.01% salicylic acid, methyl salicylate and choline chloride mixture.

<sup>y</sup> CK: control check.

<sup>x</sup> For each row, means followed by the same letter are not significantly different at  $P < 0.05$  (Fisher's protected least significant difference test). Aphid number data was logarithmic transformed prior to the analysis.

表 5. 三種不同品種小黃瓜植株經誘導處理後對生長之影響。

**Table 5.** Effect of induced treatment on three different cucumber cultivar seedlings growth.

Treatment <sup>z</sup>	Mean height (cm) of cucumber plant ( $\pm$ SE)	Mean number of leaves ( $\pm$ SE)	Mean number of flowers ( $\pm$ SE)
Cultivar-‘Xin mi’			
SMC	60.0 (0.6) a <sup>y</sup>	30.4 (0.4) a	6.4 (0.2) a
Ethanol	45.2 (0.5) b	22.0 (0.3) b	1.4 (0.1) b
CK	45.6 (0.4) b	21.8 (0.2) b	1.2 (0.1) b
Cultivar-‘Xiu yan’			
SMC	75.2 (1.3) a	19.8 (0.2) a	4.6 (0.2) a
Ethanol	48.6 (0.6) b	18.0 (0.3) b	3.2 (0.3) b
CK	48.8 (0.5) b	18.0 (0.2) b	3.2 (0.2) b
Cultivar-‘A xiu’			
SMC	67.6 (0.9) a	18.4 (0.3) a	5.6 (0.4) a
Ethanol	56.2 (0.4) b	17.0 (0.3) b	3.4 (0.2) b
CK	55.8 (1.0) b	16.8 (0.2) b	3.2 (0.1) b

<sup>z</sup> SMC: 0.01% salicylic acid, methyl salicylate and choline chloride mixture; CK: control check.

<sup>y</sup> For each cucumber cultivar column, means followed by the same letter are not significantly different at  $P < 0.05$  (Fisher’s protected least significant difference test).

表 6. 不同品種小黃瓜植株經誘導處理後對棉蚜及天敵之影響。

**Table 6.** Effect of induced treatment on cotton aphid and natural enemies on different cucumber cultivar.

Treatment <sup>z</sup>	Mean number of cotton aphids on Day 29 ( $\pm$ SE)	Mean cumulative number of natural enemies ( $\pm$ SE)
Cultivar-‘Xin mi’		
Pymetrozine	18.0 (4.2) c <sup>y</sup>	17.0 (5.6) c
SMC	227.6 (4.3) b	67.2 (4.8) a
Ethanol	342.6 (8.6) a	45.7 (9.6) b
CK	338.0 (8.0) a	43.1 (8.3) b
Cultivar-‘Xiu yan’		
Pymetrozine	25.3 (3.8) c	10.4 (4.2) c
SMC	337.4 (4.0) b	40.6 (7.6) a
Ethanol	416.4 (4.8) a	22.4 (4.8) b
CK	421.2 (4.0) a	25.2 (6.3) b
Cultivar-‘A xiu’		
Pymetrozine	27.8 (6.4) c	7.2 (2.8) c
SMC	472.7 (5.8) b	27.6 (3.6) a
Ethanol	523.7 (6.6) a	15.3 (2.6) b
CK	526.7 (7.6) a	13.6 (3.8) b

<sup>z</sup> Pymetrozine: 50% pymetrozine (WG) diluted 4,000 $\times$  with running water; SMC: 0.01% salicylic acid, methyl salicylate and choline chloride mixture; CK: control check.

<sup>y</sup> For each cucumber cultivar column, means followed by the same letter are not significantly different at  $P < 0.05$  (Fisher’s protected least significant difference test). Number of natural enemies (included spider, hover fly larvae, lady beetle adult and larvae, lacewing larvae and parasitoids) was cumulative number for 29 d and square transformed prior to the analysis.

## 討論

0.01% SMC 以噴施、揮發、種子浸泡及

澆灌等方式，處理小黃瓜植株後均能減緩棉蚜數量增長，各處理方式的平均棉蚜數量分別約

為對空白照組的 64.0、67.8、61.3 及 66.1%。顯示小黃瓜植株可以經由空氣、葉片及根部等多種方式感受 0.01% SMC，並產生反應，此點有助於未來的田間應用潛力。Hamada & Jonsson (2013) 測試能誘導水楊酸防禦反應的維生素 B1 (thiamine) 對稻麥蚜的影響，分別以種子浸泡、噴施、澆灌及揮發等方式處理後，經 7 d 後稻麥蚜的平均數量約為對照組的 60%，亦證實植物可經由不同方式感知誘導物質。但經 0.01% SMC 處理後，發現小黃瓜植株上的棉蚜並無死亡現象，顯示此處理只能誘導植株防禦反應，但對棉蚜並無直接致死效果。

小黃瓜經 0.01% SMC 噴施處理後，對棉蚜的誘導防禦效果可持續至少 5 wk，此與 Mauch-Mani *et al.* (2017) 的研究結果相似。誘導植物的防禦基因表現，可使植物獲得對害蟲及病原持久的抗性 Worrall *et al.* (2012)。將番茄 (*Solanum lycopersicum* Linnaeus, cv. Carousel) 種子浸泡於 3 mM 茉莉花酸或 18 mM  $\beta$ -氨基丁酸 ( $\beta$ -aminobutyric acid) 溶液中，種子經浸泡處理後的番茄植株，對二點葉蟊 (*Tetranychus urticae* Koch)、菸草天蛾 (*Manduca sexta* Linnaeus)、桃蚜 (*Myzus persicae* Sulzer) 及番茄白粉病菌 (*Oidium neolyopersici* L. Kiss) 的抗性可持續 8 wk。本研究中 0.01% SMC 噴施於小黃瓜植株 1 次，即可誘導小黃瓜植株對棉蚜產生持效抗性至少 5 wk，未來可進一步於田間測試 0.01% SMC 的持續效果性，作為開發應用之參考。

0.01% SMC 施用於「新蜜」、「秀燕」及「阿秀」等 3 種不同品種的小黃瓜後，雖然皆可誘導對棉蚜的抗性，但各處理組植株上平均棉蚜數量，分別約為空白對照組的 47.7、57.1 及 84.6%，顯示出 0.01% SMC 施用於不同品種小黃瓜之效果差異性。研究顯示，植物的代謝產物能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)，但當育種目的為提高作物產量時，可能會因此喪失特定的防禦物質，降低作物對植食昆蟲的防禦能力，進而影響誘導防禦物質的表現 (Rosenthal & Dirzo 1997)。Dong & Hwang (2016) 亦

發現 4 種不同品種小黃瓜於減緩棉蚜數量增長的效果上有差異，由高至低分別是「新蜜」、「秀燕」、「夏之輝」及「阿秀」品種。因此，欲將 0.01% SMC 應用於田間前，必須先考量作物不同品種效果差異性影響。

施用 0.01% SMC 後，發現能增加「新蜜」、「秀燕」及「阿秀」等 3 種不同品種小黃瓜生長速度，4 wk 後比對照組擁有較高的植株高度、葉片數與花數。施用水楊酸已知能增進植物生長，大豆 (*Glycine max* Linnaeus cv. Cajeme) 芽噴施 10 nM 及 100  $\mu$ M 水楊酸經 7 d 後，芽和根的生長分別增加約 25% 及 45% (Gutiérrez-Coronado *et al.* 1998)。除水楊酸外，氯化膽鹼也已知具有調節植物生長的作用，於馬鈴薯生產上施用氯化膽鹼可促進開根、塊莖產量與品質 (Wang *et al.* 2010)。本試驗結果亦證實，施用 0.01% SMC 後，除誘導小黃瓜對棉蚜的抗性外，亦具促進小黃瓜生長效果。

戶外試驗於「新蜜」、「秀燕」及「阿秀」等小黃瓜植株噴施 0.01% SMC 後，調查累計棉蚜天敵數量均顯著高於對照組及派滅淨處理組，此可能因為 0.01% SMC 中含有水楊酸甲酯成分，此成分已經證實為害蟲天敵誘引物質 (James 2003; James & Price 2004)。但 0.01% SMC 處理三品種小黃瓜植株後，平均棉蚜數量分別約為各自空白對照組的 67.3、80.1 及 89.7%，且均顯著較派滅淨處理組的棉蚜數量為高，約分別為 12.6、13.3 及 17.0 倍，顯示 0.01% SMC 對棉蚜族群的抑制效果並無法達到化學農藥的速效性。但因 0.01% SMC 同時具促進小黃瓜生長及延緩棉蚜數量增加之效果，具潛力作為非農藥防治的輔助措施與資材，藉由減緩棉蚜數量增加速度，進而減少防治措施投入次數或提升生物防治效果 (Peñaflor & Bento 2013; Stenberg *et al.* 2015)。

綜合本試驗結果，0.01% SMC 施用於小黃瓜植株，證實可延緩棉蚜數量增加、促進小黃瓜生長及吸引棉蚜天敵。且小黃瓜植株噴施 1 次 0.01% SMC 後，即可產生延緩棉蚜數量增加效用，雖對棉蚜並無致死效果，但具潛力可開發做為非農藥防治的輔助措施。未來找尋對蚜蟲有致死效果的誘導物質如 DL- $\beta$ -aminobu-

tyric acid (BABA)，其可誘導蠶豆 (*Vicia faba* Linnaeus) 增加碗豆蚜 (*Acyrtosiphon pisum* Harris) 死亡率 (Hodge *et al.* 2005) 以提升誘導防禦物質於田間防治害蟲的應用性。

## 引用文獻

- Blackman, R. L. and V. F. Eastop. 1984. Aphids on the World's Crops: An Identification and Information Guide. Wiley. New York. 466 pp.
- Conrath, U. 2009. Priming of induced plant defense response. *Adv. Bot. Res.* 51:361–395.
- Dong, Y. J. and S. Y. Hwang. 2016. Defense of four cucumber cultivars to the cotton aphid, *Aphis gossypii* (Glover). *J. Taiwan Agric. Res.* 65:374–383. (in Chinese with English abstract)
- Gutiérrez-Coronado, M. A., C. Trejo-López, and A. Larqué-Saavedra. 1998. Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. *Plant Physiol. Biochem.* 36:563–565.
- Hamada, A. M. and L. M. V. Jonsson. 2013. Thiamine treatments alleviate aphid infestations in barley and pea. *Phytochemistry* 94:135–141.
- Hermes, D. A. and W. J. Mattson. 1992. The dilemma of plants: To grow or defend. *Q. Rev. Biol.* 67:283–335.
- Hodge, S., G. A. Thompson, and G. Powell. 2005. Application of DL- $\beta$ -aminobutyric acid (BABA) as a root drench to legumes inhibits the growth and reproduction of the pea aphid *Acyrtosiphon pisum* (Hemiptera: Aphididae). *Bull. Entomol. Res.* 95:449–455.
- Howe, G. A. and G. Jander. 2008. Plant immunity to insect herbivores. *Annu. Rev. Plant Biol.* 59:41–66.
- James, D. G. 2003. Synthetic herbivore-induced plant volatiles as field attractants for beneficial insects. *Environ. Entomol.* 32:977–982.
- James, D. G. and T. S. Price. 2004. Field-testing of methyl-salicylate for recruitment and retention of beneficial insects in grapes and hops. *J. Chem. Ecol.* 30:1613–1628.
- Kalaivani, K., M. M. Kalaiselvi, and S. Senthil-Nathan. 2016. Effect of methyl salicylate (MeSA), an elicitor on growth, physiology and pathology of resistant and susceptible rice varieties. *Sci. Rep.* 6:34498.
- Kalaivani, K., M. M. Kalaiselvi, and S. Senthil-Nathan. 2018. Effect of methyl salicylate (MeSA) induced changes in rice plant (*Oryza sativa*) that affect growth and development of the rice leafhopper, *Cnaphalocrocis medinalis*. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 101:116–126.
- Kaloshian, I. and L. L. Walling. 2005. Hemipterans as plant pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.* 43:491–521.
- Mahmoud, F. M. and H. M. Mahfouz. 2015. Effects of salicylic acid elicitor against aphids on wheat and detection of infestation using infrared thermal imaging technique in Ismailia, Egypt. *Pestic. Phytomed.* 30:91–97.
- Mauch-Mani, B., I. Baccelli, E. Luna, and V. Flors. 2017. Defense priming: An adaptive part of induced resistance. *Annu. Rev. Plant Biol.* 68:485–512.
- Mithöfer, A. and W. Boland. 2012. Plant defense against herbivores: Chemical aspects. *Annu. Rev. Plant Biol.* 63:431–450.
- Peñaflor, M. F. G. V. and J. M. S. Bento. 2013. Herbivore-induced plant volatiles to enhance biological control in agriculture. *Neotrop. Entomol.* 42:331–343.
- Pichersky, E. and E. Lewinsohn. 2011. Convergent evolution in plant specialized metabolism. *Annu. Rev. Plant Biol.* 62:549–566.
- Rosenthal, J. P. and R. Dirzo. 1997. Effects of life history, domestication and agronomic selection on plant defense against insects: Evidence from maizes and wild relatives. *Evol. Ecol.* 11:337–355.
- Shu, T. C. 1980. Contributions to the study of Aphididae of Taiwan. Ph.D. dissertation, National Taiwan University. Taipei. 282 pp. (in Chinese with English abstract)
- Stenberg, J. A., M. Heil, I. Åhman, and C. Björkman. 2015. Optimizing crops for biocontrol of pests and disease. *Trends Plant Sci.* 20:698–712.
- Tao, C. C. 1990. Aphid-fauna of Taiwan Province, China. Taiwan Provincial Museum Press. Taipei. 327 pp. (in Chinese)
- Wang, H. and L. Xiao. 2009. Effects of chlorocholine chloride on phytohormones and photosynthetic characteristics in potato (*Solanum tuberosum* L.). *J. Plant Growth Regul.* 28:21–27.
- Wang, H., L. Xiao, J. Tong, and F. Liu. 2010. Foliar application of chlorocholine chloride improves leaf mineral nutrition, antioxidant enzyme activity, and tuber yield of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Sci. Hort.* 125:521–523.
- Worrall, D., G. H. Holroyd, J. P. Moore, M. Glowacz, P. Croft, J. E. Taylor, N. D. Paul, and M. R. Roberts. 2012. Treating seeds with activators of plant defense generates long-lasting priming of resistance to pests and pathogens. *New Phytol.* 193:770–778.
- Yu, J. Z. and B. H. Chen. 2001. Effect of concealment and rearing density on the development and survival of *Lemnia bipagiata* (Coleoptera: Coccinellidae). *J. Agric. Res. China* 50:68–74. (in Chinese with En-



- glish abstract)
- Yu, J. Z., B. H. Chen, and Y. C. Liu. 1997. Resistance of three muskmelon cultivars to *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). Formosan. Entomol. 17:245–256. (in Chinese with English abstract)
- Zhu, J. and K. C. Park. 2005. Methyl salicylate, a soybean aphid-induced plant volatile attractive to the predator *Coccinella septempunctata*. J. Chem. Ecol. 31:1733–1746.

# Evaluation of the Effects of Spraying Cucumber Seedlings with Salicylic Acid Mixed Solution (SMC Solution) on Cotton Aphids (*Aphis gossypii* Glover)

Yaw-Jen Dong<sup>1</sup> and Bei-Chen Hsiu<sup>1,\*</sup>

## Abstract

Dong, Y. J. and B. C. Hsiu. 2020. Evaluation of the effects of spraying cucumber seedlings with salicylic acid mixed solution (SMC solution) on cotton aphids (*Aphis gossypii* Glover). J. Taiwan Agric. Res. 69(1):1–10.

This study presents the effect of 0.01% SMC (0.01% mixed solution of salicylic acid, methyl salicylate and choline chloride) on cucumber seedlings and cotton aphid (*Aphis gossypii* Glover). Significant higher height and number of leaves and flowers were found on the cucumber seedlings sprayed with 0.01% SMC than control. Cotton aphid number from cucumber seedlings treated with 0.01% SMC by spraying, volatile, seed soaking and irrigating were *ca.* 64.0, 67.8, 61.3 and 66.1%, respectively, of that on control cucumber seedlings. Cucumber seedlings sprayed with 0.01% SMC one time could induce defensive effect to cotton aphid and effectiveness lasted 5 wk. Results from outdoor pot tests showed that significant higher cumulative natural enemies number of cotton aphid on the cucumber seedlings 'Xin mi', 'Xiu yan' and 'A xiu' sprayed with 0.01% SMC than control and pesticide treatment; cotton aphid numbers were *ca.* 67.3, 80.1 and 89.7%, respectively, of that on control cucumber seedlings but all significant higher than pesticide treatment. These results revealed that 0.01% SMC could promote growth of cucumber seedlings and reduce cotton aphid infestations. The 0.01% SMC could be as an assistant tool for cotton aphid non-pesticide control program. Farmland tests are necessary to confirm the efficiency of this treatment before further use.

**Key words:** Cotton aphid, Salicylic acid, Methyl salicylate, Choline chloride, Induced defense.

---

Received: January 21, 2019; Accepted: April 1, 2019.

\* Corresponding author, e-mail: bchen@tari.gov.tw

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