

# 抑菌資材改善紅龍果果實煤煙病發生之研究<sup>1</sup>

陳盟松<sup>2</sup>

## 摘 要

紅龍果為半攀緣性仙人掌果樹，花苞及果實發育期間，會由苞片尖端分泌出富含小分子醣類的蜜露，當蜜露產生而無法立即去除時，則容易遭受煤煙病原菌感染，產生灰黑色霉狀物附著於果實表面。本試驗利用40 ppm次氯酸水、1%液化澱粉芽孢桿菌等抑菌資材進行處理，結果顯示，‘大紅’品種以1%液化澱粉芽孢桿菌處理，在謝花後1週(綠果期)及謝花後5週(成熟果)，其煤煙病發生率分別為54.6%與86.3%，低於對照組77.4%與97.2%；‘越南白肉’品種亦有相似的結果。此外，以1%液化澱粉芽孢桿菌每週1次的施用頻率，其抑制煤煙病發生的效果較2週1次佳；另以40 ppm次氯酸水及清水處理煤煙病，其發生率與對照組無顯著差異。

**關鍵詞：**紅龍果、蜜露、煤煙病、次氯酸水、液化澱粉芽孢桿菌

## 前 言

紅龍果為仙人掌科三角柱屬多年生半攀緣性肉質植物，早期引進之品種具有自交不親和性，其產量低、果實小，不具市場價值，少有經濟栽培<sup>(1)</sup>。經研究發展，目前已選育出具有大果、高糖度、自交親和且豐產之品種，使其栽培價值大幅提升。紅龍果種植一年內即可收成，再加上具耐病蟲害及對栽培環境適應性廣之特性，已成為國內重要的經濟果樹之一<sup>(2,3)</sup>。主要產期在5~11月，亦可利用夜間燈照調節產期來延長冬果及提早春果的生產<sup>(5,13)</sup>。紅龍果由5月開始進入生殖生長階段，約每隔15天可形成1批花蕾，在產期內約有12批以上的花苞產生。由於紅龍果具有連續開花著果特性，其枝條的營養狀態與果實生育期肥培管理技術，是影響果實品質的重要因素<sup>(2,3,11)</sup>。紅龍果相對於其他果樹而言，病蟲害相對較少，可採用較少的農藥進行有機栽培<sup>(4)</sup>。

紅龍果為仙人掌科植物，其花器構造分化過程中，於苞片尖端會形成花外部蜜腺(extrafloral nectary)分泌含小分子醣類，如雙醣的蔗糖、單醣的果糖、葡萄糖及半乳糖等混合物<sup>(14,15,16)</sup>。而花外部蜜腺產生的花蜜，可為共生動物如螞蟻及蜂等提供營養源，並藉此接受共生動物保護<sup>(14)</sup>。Almedia等人指出，Hylocereaceae族仙人掌花的外部蜜腺所分泌的花蜜醣濃度為16.6~30.3%，並含有豐富有機物，為許多生物的營養來源<sup>(12)</sup>。

<sup>1</sup> 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0965 號。

<sup>2</sup> 行政院農業委員會臺中區農業改良場副研究員。

紅龍果煤煙病發生來源可分為2類，第1類為介殼蟲、蚜蟲等吸食果實或枝條的汁液後，所分泌的蜜露因煤煙病菌附生後產生；第2類則為花苞、果實苞片尖端及嫩梢的刺座周圍組織，其花外部蜜腺分泌的蜜露，因真菌附著後，導致煤煙病發生<sup>(9,10,15)</sup>。在紅龍果煤煙病發生與蜜露分泌相關性調查方面，花苞與果實苞片蜜露分泌情形可分為兩個階段，第一階段為花蕾萌出至開花階段，經每日在上午8:30與下午3:30兩個時間調查，均可見蜜露由苞片尖端持續分泌；第二階段為花謝後至果實轉色時，此階段果實苞片尖端仍持續分泌蜜露，至果實轉色後蜜露分泌量則明顯減少。因此蜜露發生是由花蕾萌出後即開始發生，直至果實轉色後期才會停止分泌(筆者未發表資料)。在田間可觀察到螞蟻與紅龍果的共生現象，螞蟻會在花苞或果實上聚集並吸取苞片尖端分泌的蜜露<sup>(15)</sup>，而減少果實煤煙病的發生。若田區無螞蟻出沒，果實苞片分泌的蜜露不斷累積後，則可觀察到煤煙病發生。因此，螞蟻與紅龍果共生時可明顯減少田間果實煤煙病發生，但當雨季來臨時，螞蟻容易進入套袋內躲藏，並由花柱端咬破果皮鑽入果實內部造成果實損害，故栽培者需依氣候環境變化加以控制螞蟻族群數量，以免果實受害。另外，在花苞與果實生長發育過程中，持續利用清水沖洗果實苞片上的蜜露，亦可防止煤煙病的發生，但由於人力耗費較多，不符合實際栽培作業現況。

近年來，一些非化學農藥類的抑菌資材陸續被利用，其中液化澱粉芽孢桿菌在作物病害防治的開發與應用實例越來越多，液化澱粉芽孢桿菌屬革蘭氏陽性菌，可產生多種抗生物質如iturinA、surfactin及fengycin等抑制病原菌生長<sup>(7)</sup>。郭等2018指出，使用稀釋100倍的液化澱粉芽孢桿菌A菌株可降低白菜露菌病的發生率；以稀釋200倍的液化澱粉芽孢桿菌Tcb43菌株液施用於溫室洋香瓜，可降低葉片白粉病發生<sup>(8)</sup>。另外，電解次氯酸水呈弱酸性可直接施用於作物上，前人研究顯示，其可抑制香蕉炭疽病與柑橘青黴病菌孢子的滋長<sup>(6)</sup>，自由氯濃度達30ppm以上即可抑制蝴蝶蘭灰黴病的孢子發芽率達99%以上<sup>(1)</sup>。因此，擬在紅龍果果實生產過程中施用微酸性次氯酸水與液化澱粉芽孢桿菌，觀察其對煤煙病發生的抑制效果。

## 材料與方法

### 一、微酸性次氯酸水及液化澱粉芽孢桿菌(Tcb43)試驗

以臺中區農業改良場塑膠布溫室內5年生紅龍果植株為試驗材料，採A型支架管理模式，供試品種分別為白肉種‘越南白肉’與紅肉種‘大紅’，各處理重複數為5株。微酸性次氯酸水由微酸性電解水生成裝置製造(+ HOCl 0.2 t, 衛康商貿股份有限公司)，生成能力為每小時200 L，有效氯濃度為40 ppm。由本場生物資材應用研究室提供液化澱粉芽孢桿菌(Tcb43菌株)。

試驗處理：

- (一)噴施資材及使用頻率：利用40 ppm微酸性次氯酸水(每3天施用一次)、清水(每3天施用一次)及1%液化澱粉芽孢桿菌添加3,000倍展著劑(加效寶AG-98, ROHM and HAAS, USA 每7天施用一次)，共三種處理。對照組則未進行任何處理作業。

- (二)噴施時期：於花蕾萌出後至果實採收前進行處理，每次處理分別以40 ppm微酸性次氯酸水、清水與1%液化澱粉芽孢桿菌稀釋液噴施全株(含花苞與果實部位)，施用量為5 l。試驗期程為2017年6~11月。

調查項目：

- (一)謝花後1週及5週的果實煤煙病發生比率：調查方式為計算果實產生灰黑色霉狀物的苞片數量除以果實苞片總數，將所有處理果實的量測數值加以平均後，作為判定煤煙病發生比率。
- (二)果實可溶性固形物含量及可滴定酸：可溶性固形物量測方法為全果以縱切方式分切後，取1/6的長條狀果肉用紗布包覆後進行榨汁，並以數位型糖度計(Atago PAL-1)測其可溶性固形物含量。可滴定酸部分，則利用數字型滴定器(TITRONIC basic, SCHOTT gerate GMBH, Germany)以1 N之NaOH滴定測量果汁酸度，所得酸度以100 g果汁之蘋果酸含量表示。

## 二、液化澱粉芽孢桿菌菌株及施用頻率試驗

以臺中區農業改良場塑膠布溫室內6年生紅龍果植株為試驗材料，品種分別為白肉種‘越南白肉’與紅肉種‘大紅’，各處理重複數為5株，並由本場生物資材應用研究室提供液化澱粉芽孢桿菌Tcb43及Tcb45兩種菌株。

試驗處理：

- (一)噴施資材：1%液化澱粉芽孢桿菌Tcb43及Tcb45兩種菌株添加3000倍展著劑(加效寶AG-98)及清水，共三種處理。對照組則未進行任何處理。
- (二)施用頻率：於花蕾萌出後至果實採收前進行處理，每次處理分別以1%液化澱粉芽孢桿菌稀釋液及清水噴施全株(含花苞與果實部位)，施用頻率分為1週1次及2週1次，每次處理施用水量為5 l。

調查項目：調查果實成熟採收時，其苞片與果皮煤煙病發生比率。苞片煤煙病發生率調查方式，為計算果實產生灰黑色霉狀物的苞片數量除以果實苞片總數，將所有處理果實的量測數值加以平均後，作為判定煤煙病發生比率。果皮煤煙病發生率調查方式，為將果皮外部的苞片全數剪除後，估算果皮表面霉狀物附著面積除以果實全部面積所得之比例。

## 三、統計分析

試驗數據以CoStat6.2統計軟體(CoHort Software, USA)進行最小顯著差(Least significant difference, LSD)分析，分析各處理間有無顯著差異(P=0.05)。

## 結果與討論

### 一、微酸性次氯酸水及液化澱粉芽孢桿菌(Tcb43)處理對紅龍果煤煙病防治效果

試驗結果顯示，在塑膠布溫室隔絕雨水的環境中，紅龍果果實煤煙病發生情形十分明顯。‘大紅’品種的試驗結果，謝花後1週的綠果期煤煙病發生率，對照組為77.4%，高於清水、次氯酸水及液化澱粉芽孢桿菌處理組，各處理發生率分別為68.6%、67.6%及54.6%(表一)。此外，液化澱粉芽孢桿菌處理的煤煙病發生率，顯著低於次氯酸水及清水處理組。在謝花後5週果實轉紅成熟採收時，對照組煤煙病發生率達97.2%，幾乎所有苞片尖端均可觀察到灰黑色的霉狀物，在次氯酸水及清水處理組煤煙病發生率分別為97.0%及92.2%(表一)。而液化澱粉芽孢桿菌處理組煤煙病發生率為86.3%，顯著低於其他處理組。但若與液化澱粉芽孢桿菌處理在綠果期發生率54.6%相比則有大幅的增加，在其他處理組別亦有相同的趨勢，隨果實發育時間的延長，果實煤煙病發生程度有增加的趨勢。試驗結果顯示，3天噴施1次40 ppm次氯酸水，亦無法有效抑制果實煤煙病發生。在文獻資料指出，次氯酸水具有強氧化力，可作為器具設備及截切蔬果使用的抑菌資材，在自然環境中HOCl容易受光線影響，進而快速降解為H<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>及[O] <sup>(1,6)</sup>，故其抑菌時間短，無法長時間抑制煤煙病菌的發生。在液化澱粉芽孢桿菌方面，雖然在果實苞片表面依然產生許多的霉狀物(圖一、圖二)，但其煤煙病發生率與其他處理相比較，仍可觀察到其具有較佳的抑菌效果。

‘越南白肉’試驗結果，謝花後1週的綠果期煤煙病發生率，液化澱粉芽孢桿菌、次氯酸水、清水及對照組分別為39.3%、61.4%、55.7%與63.3% (表二)。液化澱粉芽孢桿菌顯著低於其他處理。在謝花後5週成熟果調查結果，煤煙病發生率以液化澱粉芽孢桿菌處理最低為53.7% (表二)。綜合言之，液化澱粉芽孢桿菌在各處理組別中的煤煙病發生率最低，其抑制煤煙病發生率較佳。微酸性次氯酸水在本試驗處理模式下的抑菌效果與對照組無差異，同時隨著果實生長期延長，其煤煙病發生嚴重程度會持續增加。

表一、抑菌資材處理對紅肉種紅龍果‘大紅’果實煤煙病發生率及品質之影響

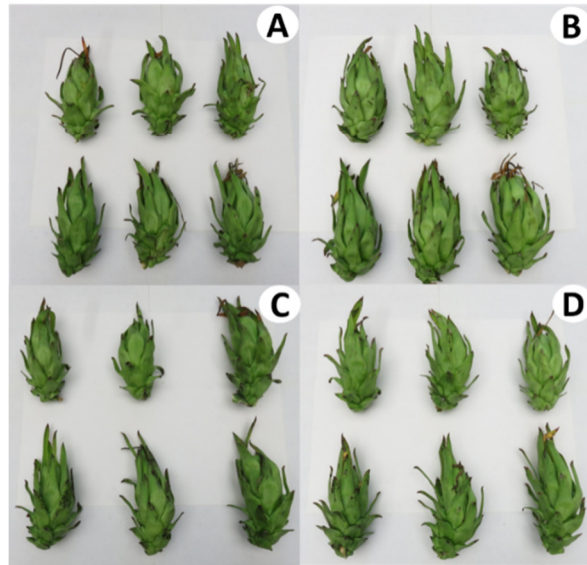
Table 1. The occurrence of fruit sooty mould and fruit quality after the application of antibacterial materials in red-flesh pitaya cv. ‘Da-Hong’

Treatment	Disease incidence (%)		TSS (°Brix)	TA (%)
	Green fruit	Red fruit		
1% <i>B. amyloliquefaciens</i> (Tcb43)	54.6 c <sup>1</sup>	86.3 c	13.0 ab	0.20 a
40 ppm hypochlorous acid	67.6 b	97.0 a	13.2 a	0.20 a
Water	68.6 b	92.2 b	13.4 a	0.21 a
Control	77.4 a	97.2 a	12.4 b	0.18 b

<sup>1</sup> Means separation within columns by LSD test at P ≤ 0.05.

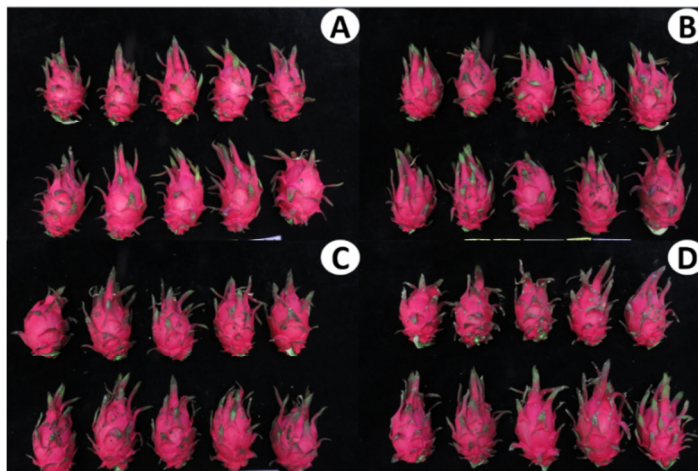
TSS: Total soluble solid.

TA: Titratable acidity.



圖一、紅肉種紅龍果‘大紅’施用抑菌資材在謝花後 1 週果實煤煙病發生情形。A:1%液化澱粉芽孢桿菌 Tcb43；B:40 ppm 次氯酸水；C:清水；D:對照組。

Fig. 1. The occurrence of sooty mould in green fruit after the application of antibacterial materials in red-flesh pitaya cv. ‘Da-Hong’. A: 1% *Bacillus amyloliquefaciens* Tcb43; B: 40 ppm hypochlorous acid water; C: water; D: control.



圖二、紅肉種紅龍果‘大紅’施用抑菌資材在果實成熟時煤煙病發生情形。A:1%液化澱粉芽孢桿菌 Tcb43；B:40 ppm 次氯酸水；C:清水；D:對照組。

Fig. 2. The occurrence of sooty mould in mature fruit after the application of antibacterial materials in red-flesh pitaya cv. ‘Da-Hong’. A: 1% *Bacillus amyloliquefaciens* Tcb43; B: 40 ppm hypochlorous acid water; C: water; D: control.

表二、抑菌資材處理對白肉種紅龍果‘越南白肉’果實煤煙病發生率及品質之影響

Table 2. The occurrence of fruit sooty mould and fruit quality after the application of antibacterial materials in white-flesh pitaya cv. ‘Vietnam White’

Treatment	Disease incidence (%)		TSS (°Brix)	TA (%)
	Green fruit	Red fruit		
1% <i>B. amyloliquefaciens</i> (Tcb43)	39.3 b <sup>1</sup>	53.7 b	12.6 a	0.29 a
40 ppm hypochlorous acid	61.4 a	74.3 ab	12.5 a	0.26 a
Water	55.7 a	86.1 a	12.6 a	0.30 a
Control	63.3 a	78.1 ab	12.9 a	0.21 b

<sup>1</sup> Means separation within columns by LSD test at  $P \leq 0.05$ .

TSS: Total soluble solid.

TA: Titratable acidity.

## 二、液化澱粉芽孢桿菌菌株及施用頻度對煤煙病發生率之影響

利用1%液化澱粉芽孢桿菌Tcb43及Tcb45兩種菌株稀釋100倍，在紅龍果花蕾產生至果實採收期間，每隔1週及2週噴施1次，藉此調查液化澱粉芽孢桿菌菌株對果實煤煙病的防治效果。結果顯示，‘大紅’品種，以每週施用1次液化澱粉芽孢桿菌Tcb43及Tcb45，均可降低果實採收時苞片與果皮表面煤煙病發生率。果實苞片煤煙病發生率，可由對照組99.5%降至55.4% (Tcb43)及73.5% (Tcb45)。但使用清水每週噴施1次的煤煙病發生率為94.4%，與對照組無顯著差異。若將使用頻率改為2週使用1次時，各處理間果實苞片煤煙病發生率介於89.9~91.4%之間，與對照組均無顯著差異。‘越南白肉’品種每週施用1次Tcb43及Tcb45處理，其果實苞片煤煙病發生率分別為52.8及39.3%，顯著低於對照組的86.1%。但清水處理組煤煙病發生率為66.2%，與對照組無顯著差異(表三)，故以Tcb43及Tcb45兩種菌株處理，均有抑制煤煙病發生的效果。而每2週1次的施用頻率，液化澱粉芽孢桿菌Tcb43及Tcb45處理組的苞片煤煙病發生率與1週1次相比，則提高至65.8及71.1%，清水處理則提升至87.9%。除Tcb43處理組外，其餘組別的發生率與對照組均無顯著差異。在果皮煤煙發生率改善方面，Tcb43及Tcb45處理1週及2週噴施1次，其降低病害發生率均比對照組佳。同時，亦可觀察到紅龍果苞片煤煙病發生率越高，其果皮部分的煤煙病出現程度亦有增加的趨勢。由此試驗結果顯示，當抑菌資材液化澱粉芽孢桿菌稀釋液施用間隔時間過長時，其抑菌效果則會明顯下降。

抑菌資材試驗結果顯示，液化澱粉芽孢桿菌具有明顯的抑菌效果，可降低紅龍果果實煤煙病的發生率，其作用機制應為液化澱粉芽孢桿菌可於果實表面多重作用機制呈現，包含利用族群優勢與病原菌競爭養分及空間，以及產生抗生物質抑制病原菌生長等，進而抑制煤煙病菌生長<sup>(7)</sup>；而次氯酸水處理組對改善紅龍果煤煙病發生率的效果不佳，與對照組無顯著差異。由於微酸性次氯酸水在許多研究報告中均提出其具有優越的抑菌效果，但在田間病害防治上卻無法顯現其功效，推測可能原因為微酸性次氯酸水容易因光照而快速降解，使其抑菌

效果無法長時間維持<sup>(1,6)</sup>。除此之外，紅龍果果實蜜露與煤煙病菌在田間均以持續發生的狀態呈現，故施用次氯酸水僅能短暫抑制或殺除部分病菌，待次氯酸水殺菌力消退後，病原菌即可再次附著於果實蜜露上。因此，以3天施用1次的處理頻率，仍無法有效抑制紅龍果果實煤煙病的發生。在液化澱粉芽孢桿菌方面，其稀釋液施用在果實表面後，抑菌持續能力較長，可明顯抑制煤煙病菌在果實表面的擴展，故有較佳的抑菌效果。

表三、紅龍果‘越南白肉’及‘大紅’花苞及果實生育期間以不同使用頻率施用 1% 液化澱粉芽孢桿菌 Tcb43、Tcb45 及清水後，果實煤煙病發生情形

Table 3. The ratio of sooty mould disease occurred after the application of 1% *Bacillus amyloliquefaciens* Tcb43 and Tcb45 and water during the growth period of floral bud and fruit in pitaya (cv. ‘Vietnam White’ and ‘Da-Hong’)

Treatment	‘Vietnam White’		‘Da-Hong’	
	Bract	Peel	Bract	Peel
	Disease incidence (%)			
Tcb43-1week <sup>1</sup>	52.8 bc <sup>3</sup>	10.0 b	55.4 c	1.3 d
Tcb43-2weeks <sup>2</sup>	65.8 b	20.7 b	91.4 a	18.2 c
Tcb45-1week	39.3 c	8.8 b	73.5 b	5.7 d
Tcb45-2weeks	71.1 ab	19.6 b	89.9 a	23.8 bc
Water-1week	66.2 ab	13.8 b	94.4 a	16.7 c
Water-2weeks	87.9 a	37.7 a	90.5 a	30.0 b
Control	86.1 a	51.8 a	99.5 a	44.2 a

<sup>1</sup> 1 week interval.

<sup>2</sup> 2 weeks interval.

<sup>3</sup> Means separation within columns by LSD test at  $P \leq 0.05$ .

## 結 論

試驗結果顯示，在塑膠布溫室內使用不同抑菌資材，以1%液化澱粉芽孢桿菌處理具有明顯的抑菌效果，可降低‘大紅’及‘越南白肉’紅龍果的果實苞片煤煙病發生率，而次氯酸水與清水則無明顯改善效果。其中，液化澱粉芽孢桿菌Tcb43及Tcb45兩種菌株均有抑菌效果，而在施用頻率方面，以1週施用1次的抑菌能力較2週施用1次佳，而40 ppm次氯酸水與清水處理結果與對照組相似，無法有效降低紅龍果苞片煤煙病發生率。

## 參考文獻

1. 王奕成 2008 自製無隔膜電解水應用於抑制蝴蝶蘭主要病原菌 國立臺灣大學生物產業機電工程研究所碩士論文。
2. 邱禮弘 2008 果實碩大、結果纍纍-紅龍果合理化施肥技術 豐年社 58(23): 43-44。
3. 邱禮弘 2008 紅龍果 p.417-428 國產優良品牌蔬果生產管理技術作業標準 農委會農糧署編印。
4. 邱禮弘 2009 紅龍果有機栽培技術 有機農業產業發展研討會專輯 臺中區農業改良場特刊 96: 133-138。
5. 邱禮弘、陳榮五 2004 中部地區紅龍果冬期果產期調節之研究 p.23-27 臺中區農業專訊。
6. 徐菁輿 2005 製備電解強酸水及電解次氯酸水與其滅菌效果之探討 國立臺灣大學生物產業機電工程研究所碩士論文。
7. 郭建志、陳俊位、廖君達、陳葦玲、蔡宜峯 2014 液化澱粉芽孢桿菌在作物病害防治的開發與應用 農業生物資材產業發展研討會專刊-特刊 121: 69-86。
8. 郭建志、陳俊位、廖君達 2018 微生物製劑的應用作物友善耕作病蟲害管理 臺中區農業技術專刊 197: 25-32。
9. 蔡志濃、林筑蘋、安寶貞、鄧汀欽、廖吉彥、倪蕙芳、楊宏仁 2013 紅龍果的重要病害及其防治(上) 農業試驗所技術服務 95: 1-4。
10. 蔡志濃、林筑蘋、安寶貞、鄧汀欽、廖吉彥、倪蕙芳、楊宏仁 2013 紅龍果的重要病害及其防治(下) 農業試驗所技術服務 96: 5-6。
11. 顏昌瑞 2005 紅龍果農作篇(二) p.173-176 臺灣農家要覽增訂(三版) 財團法人豐年社。
12. Almeida, O. J. G., J. H. Cota-Sánchez and A. A. S. Paoli. 2013. The systematic significance of floral morphology, nectaries, and nectar concentration in epiphytic cacti of tribes Hylocereeae and Rhipsalideae (Cactaceae). *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. 15: 255-268.
13. Jiang, Y. L., Y. Y. Liao, T. S. Lin, C. L. Lee, C. R. Yen and W. J. Yang. 2012. The photoperiod-regulated bud formation of red pitaya (*Hylocereus* sp.). *HortScience*. 47: 1063-1067.
14. Heil, M. 2011. Nectar: generation, regulation and ecological functions. *Trends in Plant Sci.* 16(4): 191-200.
15. Mauseth, J. D., J. P. Rebmann and S. R. Machado. 2016. Extrafloral nectaries in cacti. *Cactus and Succulent J.* 88(4): 156-171.
16. Mizrahi, Y., A. Nerd and P. S. Nobel. 1997. Cacti as crops. *Hort. Rev.* 18: 291-320.



# Study on Reducing the Occurrence of Sooty Mould in Fruit of Pitaya by Antibacterial Materials<sup>1</sup>

Meng-Sung Chen<sup>2</sup>

## ABSTRACT

Pitaya (*Hylocereus* sp.) is a semi-climbing cactus, which secretes honeydew from the tip of bract during fruit development. Honeydew caused *Phaeosaccardinula javanicacan* infection of pitaya easily and resulted in gray-black mildew. Antibacterial materials including 40 ppm hypochlorous acid and 1% *Bacillus amyloliquefaciens* were evaluated for their efficiency on sooty mold prevention. A significant decrease of sooty mould incidence was seen when treated with 1% *B. amyloliquefaciens* on 'Da-Hong' cultivar after blooming for 1 and 5 weeks, which were 54.6% and 86.3% compared to control 77.4% and 97.2%, respectively. The similar result was also found on white-flesh pitaya cv. 'Vietnam White'. In addition, the inhibition of sooty mould is better in 1% *B. amyloliquefaciens* application per week than every 2 weeks. However, 40 ppm hypochlorous acid and water did not show any effects on preventing sooty mould.

**Key words:** *Hylocereus* sp., honeydew, sooty mould disease, hypochlorous acid, *Bacillus amyloliquefaciens*

---

<sup>1</sup> Contribution No. 0965 from Taichung DARES, COA.

<sup>2</sup> Associate Researcher of Taichung DARES, COA.

