

# 溫湯結合一般公認安全 (GRAS) 化合物處理對 抑制‘愛文’芒果採後炭疽病可行性之探討<sup>1</sup>

周書立、張嵐雁、石佩玉<sup>2</sup>

## 摘 要

周書立、張嵐雁、石佩玉。2021。溫湯結合一般公認安全 (GRAS) 化合物處理對抑制‘愛文’芒果採後炭疽病可行性之探討。臺南區農業改良場研究彙報 77：39-49。

‘愛文’芒果為臺灣重要外銷水果之一，而芒果外銷面臨之最大問題為炭疽病易於運銷過程中發病，直接影響果實商品價值及外銷競爭力。為抑制芒果因潛伏感染的炭疽病於貯藏期發病，溫湯處理被視為安全有效之處理方式，為嘗試提升溫湯處理之抑病效果，本研究利用一般公認安全 (Generally recognized as safe, GRAS) 化合物調配溫湯溶液，探討添加 GRAS 化合物能否提升抑制炭疽病效果評估。結果顯示，添加 GRAS 化合物對於強化溫湯效果穩定性不佳，未來仍有調整改進空間。‘愛文’芒果 6°C 低溫貯藏可有效地抑制芒果炭疽病發病，但貯藏 21 天回溫後 3 天，炭疽病或寒害症狀嚴重發生，故需配合冷鏈維持低溫，確保果實之品質。

**現有技術：**溫湯處理技術為採後防治炭疽病的主要處理方式，然效果深受採前天候與栽培管理等因素影響，在採後階段達到有效抑制炭疽病的難度甚高。

**創新內容：**評估‘愛文’芒果溫湯處理流程中，加入一般公認安全物質，是否有助於提升防治炭疽病之效果，增加貯藏壽命，維持果實品質。

**對產業影響：**改善‘愛文’芒果外銷處理方式，減少採後損失，提升外銷競爭力。

**關鍵字：**‘愛文’芒果、溫湯處理、GRAS

接受日期：2021 年 6 月 30 日

1. 行政院農業委員會臺南區農業改良場研究報告第 533 號。

2. 行政院農業委員會臺南區農業改良場約聘人員、助理研究員、助理研究員。712 臺南市新化區牧場 70 號。

## 前 言

芒果 (*Mangifera indica* L.) 為臺灣重要外銷水果之一，根據農委會農業統計資料顯示，2020 年我國出口生鮮芒果 9,574 公噸<sup>(1)</sup>，為國內出口水果產值前三名，其中以‘愛文’ (‘Irwin’) 為主力外銷品種，主要外銷市場為中國大陸、香港、日本與韓國等。目前芒果外銷仍面臨之最大問題之一為炭疽病 (*Colletotrichum gloeosporioides*) 所引發的危害<sup>(6)</sup>，炭疽病具有潛伏感染之特性，於集貨包裝時外觀良好，但於貯運或銷售期間發病<sup>(6,7)</sup>，造成採收後之損耗，直接影響果品價值及我國芒果外銷上的競爭力。熱處理為安全有效可抑制炭疽病發病之方法，當採用適宜之處理方式可降低發病，並刺激果實發生後天免疫或產生抗性物質，抑制病原菌或產生物理屏障阻隔病原入侵，減少採後病害發生，其中溫湯處理 (hot water treatment) 較被廣為應用<sup>(5,6,10)</sup>。溫湯處理是以熱水浸泡或淋洗果實，處理溫度越高，則需縮短處理時間，以免熱傷害產生。不同芒果品種合適之溫湯處理條件稍有差異<sup>(2,6,8,16,21,22)</sup>，‘愛文’芒果建議熱處理條件為 57°C 下 /3 分鐘或 60°C /30 秒<sup>(2,4)</sup>，目前業界偏好使用高溫短時間之處理方式。因此本試驗規劃係參考張等 (2018) 所建立之溫湯處理條件 60°C /40 秒進行試驗<sup>(4)</sup>。由於炭疽病原菌感染特性為在芒果皮下組織形成潛伏體，僅以溫湯處理效果有限。目前，利用溫湯內加入殺菌劑可較單獨使用溫湯效果好，有效保護芒果避免病原體感染及延長芒果的貯藏期<sup>(13)</sup>，但常有安全上之疑慮。為增加溫湯處理之抑病效果，本研究策略為參照利用美國食品藥品監督管理局 (FDA) 認定之一般公認安全 (Generally recognized as safe, GRAS) 物質，規劃添加於溫湯處理中進行試驗並評估抑病成效，系基於此些物質於限定標準下使用認為是安全的<sup>(11)</sup>。GRAS 中的無機鹽與有機鹽具抗菌成分對真菌等有抑制作用，較常應用於化學物質或食品添加物中。例如以偏亞硫酸氫鈉浸泡荔枝，可延緩果皮褐變與腐爛<sup>(17)</sup>；丙酸鈉塗層可抑制小果番茄灰黴病之發展<sup>(12)</sup>；以山梨酸鉀等 GRAS 化合物塗層可降低柑橘採後炭疽病發生<sup>(18)</sup>。本次試驗探討 GRAS 強化溫湯處理抑病效果之可行性，提供內外銷芒果採後處理之應用。

## 材料與方法

### 一、不同 GRAS 化合物對‘愛文’芒果防治炭疽病之影響

(一) 供試材料：為 2018 年 6 月 26 日購自臺南市南化區山上果菜生產合作社之‘愛文’芒果，挑選外觀完好、無擦壓傷、當日採收且符合外銷規格 (產銷履歷農產品驗證合格) 之果實，購買後立即運回本場果樹實驗室進行試驗處理。

(二) 處理方法：以 2018 年美國食品藥品監督管理局 (FDA) 公告之一般公認安全為供試化合物，對比我國食藥署核可之食品添加物種類，計測試 6 種化合物，分別為偏亞硫酸氫鈉 (Sodium metabisulfite, SM)、偏亞硫酸氫鉀 (Potassium metabisulfite, PM)、鉀明礬 (Potassium alum, PA)、丙酸鈉 (Sodium propionate, SP)、對羥苯甲酸甲酯 (Methyl paraben, MP) 及幾丁聚醣 (Chitosan, C)。將不同 GRAS 化合物配製為 1% 溶液後加入控溫水浴槽 (15 L)，並升溫至 60°C，每種處理 6 重複，每重複 1 果，於溫湯溶液浸泡 40 秒後，取出置於冷卻水中，待果表冷卻後置於室溫 (平均溫度 29 ~ 31°C，相對濕度 70 ~ 90%) 環境進行觀察，以清水溫湯處理為對照組 (HCK)。另

為確認果實炭疽病感染情形，取同批果實 6 粒不進行溫湯處理 (CK)。

- (三) 調查項目：調查炭疽病發生程度、果實重量及果皮顏色變化，並於室溫放置至第 7 天時進行果實可溶性固形物及可滴定酸調查，並換算果實炭疽病之罹病度、良果率、失重率。

## 二、貯藏溫度與 GRAS 化合物對‘愛文’芒果品質之影響

- (一) 供試材料：同上述試驗一之‘愛文’芒果。
- (二) 處理方法：將丙酸鈉與幾丁聚醣 2 種 GRAS 分別配製為 0.5% 溶液，測試低濃度是否亦具有強化溫湯處理抑病之效果。將 2 種 GRAS 溶液加入於控溫水浴槽並升溫至 60°C，再浸入芒果 40 秒，每處理組試驗果實數為 20 粒，果實溫湯後置於冷卻水浴環境，待冷卻及風乾後再分別貯藏於室溫、13°C、6°C、與 1°C。
- (三) 調查項目：於第 0、3、5、7、14、21 天後調查果實炭疽病罹病情形，並換算果實炭疽病之罹病度與良果率。

## 三、調查項目及方法

- (一) 果實重量 (fruit weight)：單粒果實用電子天秤測重後重量為果實重量；果實失重率 (%) = (處理前果實重量 - 處理後果實重量) / 處理前果實重量 × 100%。
- (二) 果皮顏色 (peel color)：利用桌上型分光色差儀 (ColorFlex EZ, Hunter Lab, USA) 測定果腹兩端之 L\*、C\*、h° 值，L\* 值為明度，數值愈高代表果皮亮度愈高，0 為全黑，100 為全白；C\* 值為彩度，數值愈高表示果色愈鮮艷且顏色純度越高；h° 值為色相角度，180 度為綠色，90 度為黃色，0 度則為紅色。
- (三) 總可溶性固形物 (total soluble solids, TSS)：糖度的測定為榨汁後利用滴管取果汁，滴於折射儀 (refractometer PAL-1, ATAGO, Japan) 上測定，單位為 °Brix 表示。
- (四) 可滴定酸 (titratable acidity)：取 10 ml 果汁與 90 ml 蒸餾水混合為 100 ml 溶液，以果汁酸度計 (TA-70, TOA-DKK, Japan) 測定，以 0.1N NaOH 標準液滴定至 pH 值 8.1，換算檸檬酸 (citric acid) 含量，單位為百分比 (%) 表示。
- (五) 炭疽病斑面積率 (area of affected fruits)：目視外觀評判每顆果實為炭疽病斑所占之該果實表面積比例計算。
- (六) 炭疽病罹病度 (severity)：炭疽病罹病級數之調查方式以病斑面積率表示，未發病者為 0，發病面積 1 ~ 5% 者為 1，發病面積 6 ~ 25% 者為 2，發病面積 26 ~ 50% 者為 3，發病面積 51 ~ 75% 者為 4，76% 以上者為 5，並依下列公式算出罹病度。  
罹病度 =  $\Sigma(\text{指數} \times \text{該指數罹病果數}) / (5 \times \text{總調查果數}) \times 100\%$
- (七) 良果率 (Salable fruits ratio)，即各處理組無發生炭疽病且熱傷害程度 10% (含) 以下之果實占各處理總果數之比例。

## 四、統計分析

本試驗數據以 Microsoft Excel 整理計算，以 SigmaPlot 進行繪圖，資料以 Costat 軟體進行 ANOVA 分析，以最小顯著差異法 (Least Significant method, LSD) 比較分析，差異顯著水準 (significance level) 為 5%。

# 結果與討論

## 一、不同 GRAS 化合物對‘愛文’芒果防治炭疽病之影響

‘愛文’芒果以不同 GARS 化合物溶液 60°C 溫湯處理 40 秒後，將果實置於室溫觀察其炭疽病發病及果皮外觀受損情形，試驗結果如表 1 所示，未經溫湯處理之對照組果實 (CK) 貯藏 7 天後炭疽病罹病度 43.3%，平均病斑面積 25.8%；經過溫湯處理之果實罹病度可降至 13.3% 以下，降低炭疽病發生。以不同 GARS 化合物配合溫湯的處理組，室溫貯放 7 天後，各處理組果實外觀皆無觀察到受損徵狀。果實品質方面，失重率均為 6~8%，前人研究指出溫湯處理後果實失重率增加<sup>(4,8)</sup>，本試驗溫湯處理失重率低於對照組，可能係因果實失重率前人試驗為 55°C / 5 分鐘處理，處理溫度與時間不同所致。可溶性固形物及可滴定酸各處理組均與清水溫湯處理組 (HCK) 與無溫湯處理組無顯著差異 (表 2)，果色經不同 GARS 化合物溫湯處理與清水溫湯處理組無明顯差異，與前人結果相符，顯示溫湯結合 GRAS 處理不會影響品質<sup>(3)</sup>。

炭疽病具潛伏性，病菌侵入果實後呈休眠狀態，於果實成熟後才易於顯現病斑<sup>(6)</sup>。溫湯處理有防治病蟲害、延緩果實後熟或減輕低溫傷害等優點，因溫湯處理時，對果實表面有物理清洗作用，可降低表面附著的病原菌數目<sup>(2)</sup>，防治芒果炭疽病之機制，可能為直接殺死病原菌之分生孢子、菌絲、附著器或侵入釘<sup>(2)</sup>。此次試驗使用之溫度及時間，與張等 (2018) 試驗效果相似，顯示高溫短時間處理具有防治炭疽病之效果<sup>(4)</sup>。以藥劑控制採後病害，不僅需有效果，更需考量是否對人體無毒或低毒，才能符合生產者及消費者之需求<sup>(10)</sup>。前人研究指出，溫湯處理結合低濃度的化學藥劑或 GRAS 化合物，可增加對於病害的控制，如 2% 己二烯酸鉀結合 50°C 溫湯可防治柑橘綠黴病與酸腐病<sup>(21)</sup>。本研究結果於不同 GARS 化合物處理組之炭疽病罹病度與罹病面積分別為 13.3% 與 6.7% 以下，良果率達 66.7% 以上，但與清水溫湯處理組 (HCK) 無明顯差異。

表 1. ‘愛文’芒果經不同 GRAS 化合物溶液溫湯處理 60°C / 40 秒後，室溫貯放 7 天後對炭疽病之罹病度、罹病面積及良果率之影響

Table 1. The effect of hot water treatment with different GRAS solutions on the occurrence of anthracnose on the fruit of ‘Irwin’ mango after 7 days stored at room temperature

GRAS	Anthracnose severity (%)	Area of affected fruits (%)	Salable fruit ratio (%)
SM	13.3b	6.7b	66.7a
PM	13.3b	3.3b	66.7a
PA	6.7b	1.7b	66.7a
SP	4.0b	1.0b	66.7a
MP	10.0b	2.2b	66.7a
C	10.0b	2.0b	66.7a
CK	43.3a	25.8a	16.7b
HCK	13.3b	5.8b	66.7a

Mean separation within columns followed by different small letters indicate significant differences based LSD test at  $P \leq 0.05$ .

SM: Sodium metabisulfite, PM: Potassium metabisulfite, PA: Potassium alum, SP: Sodium propionate,

MP: Methyl paraben, C: Chitosan.

表 2. ‘愛文’芒果經不同 GRAS 化合物溶液溫湯處理 60°C / 40 秒後，室溫貯放 7 天後對失重率、可溶性固形物及可滴定酸之影響

Table 2. The effect of hot water treatment with different GRAS solutions on the quality of ‘Irwin’ mango fruits after 7 days stored at room temperature

GRAS	Weight loss rate (%)	Total Soluble Solids (°Brix)	Titrateable Acid (%)
SM	7.65a	11.3a	0.11a
PM	6.98abc	11.4a	0.11a
PA	6.43bc	11.1a	0.10a
SP	6.77abc	10.8a	0.12a
MP	6.19c	11.3a	0.10a
C	6.97abc	12.5a	0.11a
CK	7.29ab	10.8a	0.09a
HCK	6.14c	10.0a	0.17a

Mean separation within columns followed by different small letters indicate significant differences based LSD test at  $P \leq 0.05$ .

SM: Sodium metabisulfite, PM: Potassium metabisulfite, PA: Potassium alum, SP: Sodium propionate, MP: Methyl paraben, C: Chitosan.

表 3. 不同 GRAS 化合物溶液溫湯處理 60°C / 40 秒後對果實外觀之影響

Table 3. The effect of hot water treatment with different GRAS solutions on the color quality of ‘Irwin’ mango fruits after 7 days stored at room temperature

GRAS	Day 0			Day 7		
	L*	C*	h°	L*	C*	h°
SM	47.10a	42.72bc	40.96a	44.57a	40.50bc	53.29a
PM	46.62a	44.69ab	43.33a	45.39a	43.22ab	52.58a
PA	48.83a	45.15ab	47.67a	46.54a	43.67ab	54.37a
SP	48.98a	41.54bc	45.46a	46.78a	44.39a	53.30a
MP	45.39a	42.17bc	39.30a	44.69a	39.18c	50.41a
C	48.68a	46.72a	48.76a	47.20a	44.30a	53.97a
CK	46.06a	40.93c	38.84a	44.25a	41.98abc	48.91a
HCK	49.14a	42.37bc	43.57a	45.99a	44.14a	52.80a

Mean separation within columns followed by different small letters indicate significant differences based LSD test at  $P \leq 0.05$ .

SM: Sodium metabisulfite, PM: Potassium metabisulfite, PA: Potassium alum, SP: Sodium propionate, MP: Methyl paraben, C: Chitosan.

芒果果實於第 0 及 7 天，各處理間的果皮顏色變化除了 C\* 值外，L\* 值與 h° 值並未有顯著差異，因此可以認為溫湯處理對果皮色調的影響很小，果色變化與詹 (2012) 相似<sup>(5)</sup>，果實可溶性固形物亦無顯著差異。HCK 與 GRAS 間果色亦無顯著差異，顯示添加此 6

種 GRAS 不影響果色及果實可溶性固形物，亦不會增加果實熱傷害或藥害之產生。溫湯結合 GRAS 化合物處理無法提升效果，推測原因是炭疽病為潛伏感染病害<sup>(6)</sup>，本試驗 GRAS 化合物接觸時間僅溫湯處理期間之 40 秒，藥劑無法進入於果實皮下組織，有效殺死病原菌等作用。前人研究指出，紅龍果以 55°C 溫湯處理結合 1% 山梨酸鉀浸泡 5 分鐘，可降低果實罹病率<sup>(15)</sup>。而溫湯處理後，果實進入冷卻水亦把藥劑沖洗掉，無法在果皮上產生塗層效果，僅有殺死表面病原菌，無法提升溫湯處理效果。

## 二、貯藏溫度與 GRAS 化合物對‘愛文’芒果品質之影響

以不同 GRAS 溶液 60°C 溫湯處理 40 秒後，將其分別置於 1°C、6°C、13°C 與室溫下。結果如表 4 與表 5 所示，室溫貯藏下未溫湯處理之果實 (CK) 7 天後炭疽病罹病度達 23%，良果率僅 40%，而有經過溫湯之處理組罹病度仍為 10% 以下，良果率為 70% 以上，與試驗一結果相似，而兩種不同 GRAS 濃度亦無明顯提升溫湯處理之效果。13°C 貯藏 7 天時，罹病度皆為 8% 以下，良果率為 65% 以上，各處理組炭疽病於第 14 天嚴重發生，皆達 20% 以上罹病度，失去販售價值。貯藏於 6°C 及 1°C 之果實貯藏至 21

表 4. ‘愛文’芒果經不同 GRAS 化合物溶液溫湯處理 60°C / 40 秒後，於室溫 (Room temperature)、13°C、6 及 1°C 貯藏 7、14、21 天之炭疽病罹病度

Table 4. The effect of hot water treatment with different GRAS solutions on the Anthracnose severity (%) of ‘Irwin’ mango fruits after different stored period

Storage temperature	GRAS	Anthracnose severity (%) after		
		7 Days	14 Days	21 Days
Room temperature	SP	6.0b	24.0c	—
	C	9.0b	35.0b	—
	CK	23.0a	50.0a	—
	HCK	5.0b	24.0c	—
	SP	6.0a	49.0a	—
13°C	C	0.0a	24.0c	—
	CK	8.0a	35.0b	—
	HCK	4.0a	21.0c	—
6°C	SP	2.0a	3.0a	9.0a
	C	1.0a	4.0a	4.0a
	CK	1.0a	8.0a	9.0a
	HCK	1.0a	1.0a	1.0a
	SP	0.0a	2.0b	4.0b
1°C	C	1.0a	2.0b	3.0b
	CK	6.0a	8.0a	9.0a
	HCK	0.0a	1.0b	1.0b

Mean separation within columns followed by different small letters indicate significant differences based LSD test at  $P \leq 0.05$ .

SP: Sodium propionate, C: Chitosan.

表 5. ‘愛文’芒果經不同 GRAS 化合物溶液溫湯處理 60°C / 40 秒後，於室溫、13°C、6 及 1°C 貯藏 7、14、21 天之良果率

Table 5. The effect of hot water treatment with different GRAS solutions on the Salable fruit ratio (%) of ‘Irwin’ mango fruits after different stored period

Storage temperature	GRAS	Salable fruit ratio after		
		7 Days	14 Days	21 Days
Room temperature	SP	75a	25a	—
	C	70a	5a	—
	CK	40b	0	—
	HCK	75a	10a	—
13°C	SP	70b	0	—
	C	100a	30a	—
	CK	65b	5a	—
	HCK	80ab	25a	—
6°C	SP	90a	85a	80a
	C	95a	85a	85a
	CK	95a	60b	55b
	HCK	95a	95a	95a
1°C	SP	100a	90a	90a
	C	95a	90a	85a
	CK	70b	60b	55b
	HCK	100a	95a	95a

Mean separation within columns followed by different small letters indicate significant differences based LSD test at  $P \leq 0.05$ .

SP: Sodium propionate, C: Chitosan.

天時，炭疽病罹病度皆低於 10%，並以 CK 處理為 9% 最高，良果率為 55%，但本試驗將果實回溫後 3 天，炭疽病及寒害症狀嚴重發生 (圖 1)。故 13°C 可以冷藏至到 7 ~ 14 天，6°C 及 1°C 之果實冷藏至 21 天以上，與過去研究結果相近<sup>(3,7)</sup>，顯示 6°C 以下低溫可延緩炭疽病的發生，但一回溫後則可能因發生寒害，失去商品價值。

貯藏溫度越高，芒果果實炭疽病生長速度越快。過去研究顯示‘愛文’芒果 13°C 貯藏 8 天後開始發病<sup>(7)</sup>，20°C、15°C、10°C 貯藏壽命分別為 10、18、30 天<sup>(3)</sup>，顯示低溫可抑制炭疽病的發生，延長果實貯藏壽命。芒果為低溫敏感型產品，寒害臨界溫度為 5 ~ 10°C 之間<sup>(3)</sup>，前人研究顯示軟熟‘愛文’芒果貯藏於 5°C 以下可有效延緩病害症狀發展<sup>(3,7)</sup>。寒害常見症狀包括表面傷害、組織變色、水浸狀、果實無法正常後熟、加速腐爛。熱處理為有效減輕寒害症狀的採後處理技術之一<sup>(17)</sup>，本次低溫貯藏試驗期間果實未見寒害，但回溫後炭疽病及褐斑寒害嚴重發生。高等 (2003) 利用‘愛文’芒果以 0°C 貯藏 2 週、5°C 貯藏 6 週發生果皮褐變之寒害症狀，果實回溫後，寒害症狀比貯藏時更為明顯<sup>(3)</sup>。而果實經過溫湯處理能延緩回溫至 20°C 後寒害發生<sup>(3)</sup>，本次試驗果實是回

溫至室溫 ( 28 ~ 30°C ) , 推測可能為溫差所導致回溫後果實寒害及炭疽病發生, 亦或是受果實成熟度有關。前人研究顯示, 產品後熟程度越高者對低溫的耐受性越佳, 寒害發生情況越輕<sup>(19)</sup>。故芒果貯運及銷售時建議仍以冷鏈確保果實品質。



圖 1. ‘愛文’ 芒果經不同 GRAS 化合物溶液溫湯處理 60°C / 40 秒後經 6°C 貯藏 21 天及回溫 3 天之果實外觀

Fig. 1. The appearance of ‘Irwin’ mango fruits after hot water compound GRAS solutions for 40 seconds at 60°C, followed by the storage at 6°C for 21 days and kept at room temperature for another 3 days.

## 結 論

本試驗結果顯示，‘愛文’芒果以溫湯結合 GRAS 化合物處理，對於果實的失重率、果色、可溶性固形物及可滴定酸等品質影響不大，且無明顯提升溫湯處理對炭疽病抑制效果。供試之 6 種 GRAS 化合物處理，均未有強化溫湯處理之效果，以 60℃ /40 秒的溫湯處理後結合 2 種 GRAS 化合物後以 6℃ 低溫貯藏，亦未有強化溫湯處理之效果。未來可能需再嘗試不同 GRAS 化合物或調整處理方式，如塗佈、濃度調整或施用時機等，其他可以提高抑菌效果的方法。‘愛文’芒果 6℃ 低溫貯藏可有效地抑制芒果炭疽病發病，但貯藏 21 天回溫後 3 天，炭疽病或寒害症狀嚴重發生，故需配合冷鏈維持低溫，確保果實之品質。

## 引用文獻

1. 行政院農業委員會。2021。貿易統計表。農業統計資料查詢。<https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/trade/tradereport.aspx>。
2. 段中漢、張智凱、王群中。2017。芒果炭疽病之藥劑防治與熱處理。臺灣農藥科學 3：65-78。
3. 高禎佑、吳俊達。2013。軟熟愛文芒果低溫檢疫可行性評估。提昇臺灣芒果產業價值鏈研討會專刊。臺南區農改場編印。p. 25-31。
4. 張嵐雁、石佩玉、張錦興。2018。愛文芒果溫湯處理模擬試驗。臺南區農業改良場研究彙報 71：57-69。
5. 詹文莉、吳俊達。2012。蒸熱處理對採後軟熟愛文芒果炭疽病徵發展之影響。臺灣園藝 58：103-116。
6. 楊宏仁、安寶貞、莊再揚、呂理桑、楊秀珠、林瑩達、高清文。2003。椪果炭疽病綜合管理與採收後溫水處理效果評估。臺灣作物病蟲害綜合管理研討會專刊。農業試驗所嘉義分所編印。p. 61-82。
7. 謝慶昌。2013。芒果貯運保鮮技術之改進。提昇臺灣芒果產業價值鏈研討會專刊。臺南區農改場編印。p. 17-24。
8. 謝慶昌、薛淑滿。2005。芒果外銷之採後處理及作業流程。園產品採後處理技術之研究與應用研討會專刊。農業試驗所編印。p. 14-20。
9. Anwar, P. and A. U. Malik. 2007. Hot water treatment affects ripening quality and storage life of mango (*Mangifera indica* L.). Pak. J. Agri. Sci. 44: 304-311.
10. Arauz, L. F. 2000. Mango anthracnose: economic impact and current options for integrated management. Plant Dis. 84: 600-611.
11. Burdock, G. A. and I. G. Carabin. 2004. Generally recognized as safe (GRAS): history and description. Toxicol. Lett. 150: 3-18.
12. Fagundes, C., L. Palou A. R. Monteiro, and M. B. Pérez-Gago. 2014. Effect of antifungal hydroxypropyl methylcellulose-beeswax edible coatings on gray mold development and quality attributes of cold-stored cherry tomato fruit. Postharvest Biol. Technol. 92: 1-8.

13. Jabbar A., A. U. Malik, Islam-Ud-Din, R. Anwar, M. Ayub, I. A. Rajwana, M.amin, A. S. Khan and M. Saeed. 2011. Effect of combined application of fungicides and hot water quarantine treatment on postharvest diseases and quality of mango fruit. Pak. J. Bot. 43: 65-73.
14. Jacobi, K. K., E. A. MacRae and S. E. Hetherrington. 2001. Postharvest heat disinfestation treatments of mango fruit. Sci. Hortic. 89: 171-193.
15. Jitareerat, P., K. Sripong, K. Masaya, S. Aiamla-or, and A. Uthairatanakij. 2018. Combined effects of food additives and heat treatment on fruit rot disease and quality of harvested dragon fruit. Agric. Nat. Resour. 52: 543-549.
16. Kumah, P., F. Appiah and J. K. Opoku-Debrah. 2011. Effect of hot water treatment on quality and shelf-life of Keitt mango. Agric. Biol. J. N. Am. 2: 607-817.
17. Liang, Y. S., M. L. Chen, and L. S. Ke. 2012. Influence of dipping in sodium metabisulfite on pericarp browning of litchi cv. Yu Her Pau (Feizixiao). Postharvest Biol. Technol. 68: 72-77.
18. Martínez-Blay, V., M. B. Pérez-Gago, B. de la Fuente, R. Carbó and L. Palou. 2020. Edible coatings formulated with antifungal GRAS salts to control citrus anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* and preserve postharvest fruit quality
19. Sevillano, L., M. T. Sanchez-Ballesta, F. Romojaro, and F. B. Flores. 2009. Physiological, hormonal and molecular mechanisms regulating chilling injury in horticultural species. Postharvest technologies applied to reduce its impact. J. Sci. Food Agric. 89: 555-573.
20. Smilanick, J. L., M. F. Mansour, F. M. Gabler, and D. Sorenson. 2008. Control of citrus postharvest green mold and sour rot by potassium sorbate combined with heat and fungicides. Postharvest Biol. Technol. 47: 226-238.
21. Sopee, J. and S. Sangchote. 2005. Effect of heat treatment on the fungus *Colletotrichum gloeosporioides* and anthracnose of mango fruit. Acta Hort. 682: 2049-2056.
22. Zakariya, A. A. -R. M. and N. Alhassan. 2014. Application of hot water and temperature treatments to improve quality of Keitt and Nam Doc Mai mango fruits. Int. J. of Sci. and Res. 3: 262-266.

# Study on the feasibility of generally recognized as safe (GRAS) combination and hot water treatment to control the postharvest anthracnose disease on ‘Irwin’ mango fruits<sup>1</sup>

Chou, S. L., L. Y. Chang and P. Y. Shin<sup>2</sup>

## Abstract

‘Irwin’ mango (*Mangifera indica* L.) is one promising fruit for export but the fruits were infected with the postharvest disease, i.e. mango anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*). Hot water treatment is regarded as safe and potential method for the control of disease development after harvest. In this study, generally recognized as safe (GRAS) compounds were added to hot water treatment to examine the efficacy on the improvement of hot water treatment. Results indicated that the efficacy was unstable enhanced. Other GRAS or the application may be tested in the future. Hot water treated fruit followed by low temperature storage (6°C) had a better result with lower disease incidence. If the fruits stored at 6°C for 21 days, better than the stored at room temperature for 3 days, you will find several anthracnose and chilling injury on the fruit. The application of hot water treatment plus low temperature storage at 6°C can extend the shelf life and reduce the loss of ‘Irwin’ mango in the future for export.

### What is already known on this subject?

Hot water treatment for anthracnose control has been used for years. It is currently the main techniques for postharvest anthracnose control for export. However, the performances were affected greatly by the environmental factors and the cultural practice or management in the growing season. It is very difficult to control anthracnose in the postharvest stage.

### What are the new findings?

In the hot water treatment process of mango, plus the addition of generally recognized as safe (GRAS) compounds in the hot water, to investigate whether it helps improve anthracnose or increase the shelf life and maintain the quality of salable fruit.

### What is the expected impact on this field?

Improve the storage and transportation quality of ‘Irwin’ mango for export, reduce postharvest losses, and improve export competitiveness.

**Key words:** mango, hot water treatment, Generally recognized as safe

Accepted for publication: June 30, 2021

- 
1. Contribution No. 533 from Tainan District Agricultural Research and Extension Station.
  2. Contract Employee, Assistant Researcher, and Assistant Researcher, Tainan District Agricultural Research and Extension Station. 70 Muchang, Hsinhua, Tainan 712, Taiwan, R.O.C.