

# 熱處理對番木瓜‘臺農2號’果實 轉色及腐爛程度之影響<sup>1</sup>

吳庭嘉<sup>2</sup>、吳承軒<sup>3</sup>、謝慶昌<sup>4</sup>

## 摘 要

番木瓜在貯運及銷售過程中容易產生病害、腐果，導致商品價值喪失，利用溫湯處理可以控制採後病害及腐果的發生；臺灣為東方果實蠅之疫區，番木瓜鮮果外銷需經蒸熱檢疫處理。因此，本試驗結合溫湯及蒸熱處理，對番木瓜果皮葉綠素螢光值、果皮轉色及腐爛程度之影響，並探討溫湯處理後，延遲蒸熱處理之效果。利用57°C溫湯處理90 sec後，立即蒸熱處理會降低果皮的葉綠素螢光值，且影響果實後熟之轉色；而溫湯處理後於25°C延遲24 hr，再進行蒸熱處理，則可明顯改善果皮轉色不良之現象，並降低果實腐爛程度。

**關鍵詞：**番木瓜‘臺農2號’、溫湯處理、蒸熱處理、葉綠素螢光、果皮轉色

## 前 言

番木瓜(*Carica papaya* L.)為多年生半草本熱帶果樹，原產於熱帶美洲，廣泛種植於熱帶及亞熱帶地區<sup>(17)</sup>。番木瓜為臺灣重要的經濟果樹之一，除了供應國內消費外，也外銷日本、中國大陸與東南亞各地，目前的主要栽培品種為‘臺農2號’<sup>(1,3)</sup>。番木瓜果實為更年型，後熟時會先從果頂果溝處先轉色，由綠變為黃，以色相角(hue angle)表示約由110~120°轉為60~70°<sup>(4,17)</sup>。果實顏色變化主要是因為果皮的類胡蘿蔔素與葉綠素的比例發生變化所致，果皮葉綠素隨著果實後熟停止生合成，並且快速降解<sup>(5)</sup>。

熱處理為物理防治之方法，可替代化學藥劑的使用，在近二十年間廣泛在商業上應用在芒果、番木瓜、柑橘等園產品採收後處理上，對病蟲害控制、減緩高/低溫逆境反應、延緩後熟、維持品質、延長貯藏壽命等具有效果。不同熱處理的溫度及時間，皆會影響其採收後的後熟<sup>(12,15,16)</sup>。溫湯處理是利用加溫的水來處理蔬果，可有效抑制潛伏病原菌並兼具清洗的效果，因為真菌孢子及潛伏傳染的病菌通常位於蔬果表面組織或是最外層細胞間，容易受到熱能之影響，因此溫湯處理對於採後病害抑制易有效果<sup>(7,15)</sup>。蒸熱處理經常作為檢疫處理的方

<sup>1</sup> 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0918 號。

<sup>2</sup> 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員。

<sup>3</sup> 行政院農業委員會農業試驗所助理研究員。

<sup>4</sup> 國立中興大學園藝學系副教授，通訊作者。

法，是以加熱的飽和水蒸氣進行處理，利用飽和水蒸氣凝結在溫度較低的果實表面，以達到傳熱的效果，使果實內部溫度上升至可以達到殺死害蟲之幼蟲及卵的程度，但需要較長的處理時間。目前許多國家將蒸熱處理利用在熱帶及亞熱帶水果檢疫處理上，特別是芒果及番木瓜<sup>(15)</sup>。臺灣外銷日本的番木瓜蒸熱檢疫條件是庫房溫度設定47.5°C，相對濕度40~60%，當果心溫度達到43°C後，在飽和相對濕度下將果心溫度加熱至47.2°C，達47.2°C後立即停止加熱，並降溫至30°C以下，使番木瓜外銷至非疫區前必須有嚴謹的檢疫措施<sup>(4)</sup>。

番木瓜採收後主要的損失來自各項處理作業造成的機械傷害及病菌感染，故需利用溫湯處理控制病害及果實腐爛的發生<sup>(4,8)</sup>。另外，臺灣為東方果實蠅及瓜實蠅之疫區，外銷前需進行蒸熱檢疫處理。吳(2007)利用57°C溫湯處理90 sec能維持較高的番木瓜‘臺農2號’果實品質，但溫湯處理後直接進行蒸熱處理，會使果實產生嚴重的傷害，並造成果皮轉色不良。本研究探討溫湯處理後，延遲24 hr再進行蒸熱處理對番木瓜‘臺農2號’果實品質之影響。

## 材料與方法

### 一、材料來源

本試驗使用番木瓜‘臺農2號’果實為試驗材料，栽種於高雄市六龜區邱氏果園(東經120°37'34.54"，北緯22°52'15.05")，選取果皮10~25%轉色的成熟度(果溝一至兩溝轉黃)，果形大小一致、外觀完整、無病與機械傷害及蟲害之果實進行試驗。

### 二、試驗方法

本試驗於2011年11月4日及12月5日進行。處理共分為不做任何熱處理之對照組(control)、溫湯處理組(HW)、溫湯處理後立即蒸熱組(HW-V)、溫湯處理後24 hr再進行蒸熱組(HW-24-V)。第一次試驗對照組7重複，其餘各處理組8重複，一顆果實為一重複；第二次試驗各組皆為10重複，一顆果實為一重複。番木瓜果實先經過57°C溫湯處理90 sec後，分別放置0或24 hr後再進行蒸熱處理；蒸熱條件為庫房溫度設定47.5°C，相對濕度40~60%，當果心溫度達到43°C後，再於相對飽和濕度下將果心溫度加熱至47.2°C，達47.2°C後立即停止加熱，並以水淋方式迅速降溫。蒸熱處理後以水冷方式沖淋後，待番木瓜果實風乾、降溫，再測量葉綠素螢光值。測定後將果實套上舒果網，密封於紙箱中。於12°C貯藏7天後，調查果皮顏色及葉綠素螢光值。隨後於箱中加入電石在30°C下催熟2天，調查果皮顏色。再於25°C下通以加濕空氣3天，調查果皮顏色及發病率。通以加濕空氣有利於病原菌生長，以了解不同處理對病害的控制。

### 三、調查項目

#### (一)葉綠素螢光值(chlorophyll fluorescence)

在番木瓜果實長之1/4、2/4、3/4處各標定一個綠色的部位做為測定點，於12°C貯藏前及12°C貯藏7天後測定其葉綠素螢光值。測量時先以黑色絨布覆蓋果實，進行暗適應(dark-adapted)處理30 min，再利用攜帶式葉綠素螢光測定儀(portable chlorophyll fluorometer,

MiNi-PAM, Walz, Germany)測定。其探針藉由特殊光纖(Special Fiberoptic 2010-F)提供測定光及飽和脈衝光，測得Fo及Fm值，計算光系統II的活性，以Fv/Fm表示。

Fo為最小螢光釋放量，代表潛在螢光量；Fm為最大螢光釋放量；Fv = Fm-Fo，為光系統II反應中心所釋放的螢光量，代表具活性的光系統II量；Fv/Fm = (Fm-Fo)/Fm，光系統II的活性，可描述光合作用胞器之生理狀態。

#### (二)果皮顏色

果皮顏色同葉綠素螢光值測定點，分別於12°C貯藏7天、30°C催熟2天及25°C放置3天後測量。利用色差儀(MiniScan®XE Plus, Model 4500S)測量L\*、a\*、b\*、C\*、h°值。L\* (lightness)值表示明亮度，100為白色，0為黑色；a\*值表示紅綠程度，正值表示紅色，負值表示綠色；b\*值表示黃藍程度，正值表示黃色，負值表示藍色；C\* (chroma)值為彩度，由 $(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$ 計算，數值越高表示顏色越濃；h° (hue angle)值為色相角，由 $\tan^{-1}(b^*/a^*)$ 計算，表示顏色色相變化，0度為紅-紫色，90度為黃色，180度為藍-綠色，270度為藍色。

#### (三)果皮轉色程度

番木瓜果皮轉色面積由目視判斷，視果皮轉為黃色所佔的表面積，以%表示果實轉色程度。

#### (四)果實腐爛程度

番木瓜果實腐爛程度由目視判斷，視腐爛佔果實之表面積，以%表示腐爛發生程度。

### 四、統計分析

將試驗結果以SAS 9.3軟體(Institute Inc, 2012)計算平均值，並利用ANOVA進行變方分析(analysis of variance)及最小顯著差異(least significant difference method, LSD)比較各處理間之差異顯著性。

## 結 果

### 一、熱處理對番木瓜‘臺農2號’果皮葉綠素螢光值之影響

番木瓜‘臺農2號’果實於貯藏前對照組之果皮葉綠素螢光值(Fv/Fm)在0.7-0.8之間，經過不同熱處理後皆會顯著降低果皮葉綠素螢光值(Fv/Fm)(表一)。於2011年11月及12月試驗中，57°C溫湯處理顯著降低葉綠素螢光值(Fv/Fm)分別降為0.28 (11月)及0.14 (12月)，溫湯處理後立即蒸熱處理更顯著降低葉綠素螢光值(Fv/Fm)分別降至0.17 (11月)及0.06 (12月)；若溫湯處理後於25°C放置24 hr再進行蒸熱處理減少葉綠素螢光值(Fv/Fm)的下降程度，分別為0.36 (11月)及0.20 (12月)，且與溫湯處理相比葉綠素螢光值(Fv/Fm)有較高的表現。

番木瓜果實於12°C貯藏7天後對照組葉綠素螢光值(Fv/Fm)分別為0.68 (11月)及0.58 (12月)，57°C溫湯處理組經貯藏後葉綠素螢光值(Fv/Fm)則為0.41 (11月)及0.34 (12月)；溫湯處理後立即蒸熱處理經貯藏後葉綠素螢光值(Fv/Fm)分別為0.18 (11月)及0.08 (12月)；溫湯處理後於25°C放置24 hr再蒸熱處理經貯藏後葉綠素螢光值(Fv/Fm)為0.38 (11月)及0.27 (12月)。

表一、溫湯處理後於 25°C 不同放置時間再進行蒸熱處理，對番木瓜‘臺農 2 號’果皮葉綠素螢光值之影響

Table 1. Effect of different heat treatment on chlorophyll fluorescence (Fv/Fm) of ‘Tainung No. 2’ papaya fruit

Treatment <sup>1</sup>	Chlorophyll fluorescence (Fv/Fm)	
	Nov. 2011 <sup>2</sup>	Dec. 2011
After heat treatment (before storage)		
Control	0.77a <sup>3</sup>	0.73a
HW	0.28c	0.14b
HW-V	0.17d	0.06c
HW-24-V	0.36b	0.20b
Storage at 12°C for 7 days after heat treatment		
Control	0.68a	0.58a
HW	0.41b	0.34b
HW-V	0.18c	0.08c
HW-24-V	0.38b	0.27b

<sup>1</sup>Treatment: control: no heat treatment; HW: 57°C hot water treatment 90s; HW-V: immediate vapor heat treatment after hot water treatment; HW-24-V: 24 hours at 25°C between hot water treatment and vapor treatment.

<sup>2</sup>Harvest date.

<sup>3</sup>Mean separation within columns was by LSD at  $p \leq 0.05$ .

## 二、熱處理對番木瓜‘臺農2號’果皮顏色及轉色程度之影響

試驗中番木瓜‘臺農2號’果實熱處理後於12°C貯藏7天經30°C催熟2天及於25°C放置3天的結果，熱處理降低果皮L\*值，其中以溫湯處理後立即蒸熱處理組之L\*值最低(表二)。C\*值的結果與L\*值相似，熱處理會降低果皮C\*值，其中以溫湯處理後立即蒸熱處理組之C\*值最低，果皮顏色較不鮮豔。當番木瓜果實後熟時果皮顏色明顯由綠轉黃，h°值會由120~100°降至70°。在所有的試驗中經過熱處理皆有較高的h°值。

番木瓜果實經過催熟後以溫湯處理後立即蒸熱處理組之果皮轉色程度最低(表三、圖一、圖二)。溫湯處理有熱傷害發生，在25°C放置3天後果皮無法正常轉色且病害程度嚴重，故果實轉色程度下降。

## 三、熱處理對番木瓜‘臺農2號’果實腐爛程度的影響

2011年11月的試驗溫湯處理有熱害發生，使得單獨溫湯處理及溫湯處理後立即蒸熱處理組的腐爛程度較高，分別為53.1%及56.3% (表三、圖一)，其次為對照組及溫湯處理後於25°C放置24 hr再蒸熱處理組分別為24.1%及13.8%。2011年12月試驗結果在溫湯處理後立即蒸熱處理果實腐爛程度最為嚴重達18.5%，其次為對照組(16.0%)，而溫湯處理及溫湯處理後於25°C放置24 hr再蒸熱處理組腐爛發生程度最低，分別為6.5及5.5%。

表二、溫湯處理後於 25°C 不同放置時間再進行蒸熱處理對番木瓜‘臺農 2 號’果皮顏色 L\*、C\* 和 h° 值之影響

Table 2. Effect of different heat treatment on L\*, C\* and h° value of peel color of ‘Tainung No. 2’ papaya fruit

Treatment <sup>1</sup>	L* value		C* value		h° value	
	Nov. 2011 <sup>2</sup>	Dec. 2011	Nov. 2011	Dec. 2011	Nov. 2011	Dec. 2011
Ripen at 30°C for 2 days						
Control	51.7a <sup>3</sup>	49.6a	44.6a	38.3a	73.0b	75.5c
HW	45.5c	46.4b	30.5c	31.8b	74.0b	84.6ab
HW-V	45.1c	40.7c	29.3b	21.4c	72.8b	83.2b
HW-24-V	48.6b	44.1b	36.9b	26.0bc	79.0a	88.9a
Shelf at 25°C for 3 days						
Control	56.2a	44.6a	50.3a	44.0a	66.7a	74.8c
HW	49.7ab	39.3ab	37.8b	33.2b	71.1a	81.0b
HW-V	44.5b	33.2c	31.9b	27.1c	64.3a	81.0b
HW-24-V	47.9b	35.3bc	37.6b	21.2bc	71.4a	87.7a

<sup>1</sup>Treatment: control: no heat treatment; HW: 57°C hot water treatment 90s; HW-V: immediate vapor heat treatment after hot water treatment; HW-24-V: 24 hours at 25°C between hot water treatment and vapor treatment.

<sup>2</sup>Harvest date.

<sup>3</sup>Mean separation within columns was by LSD at  $p \leq 0.05$ .

表三、溫湯處理後於 25°C 不同放置時間再進行蒸熱處理對番木瓜‘臺農 2 號’果皮轉色及腐爛程度之影響

Table 3. Effect of different heat treatment on peel color and decay index of ‘Tainung No. 2’ papaya fruit

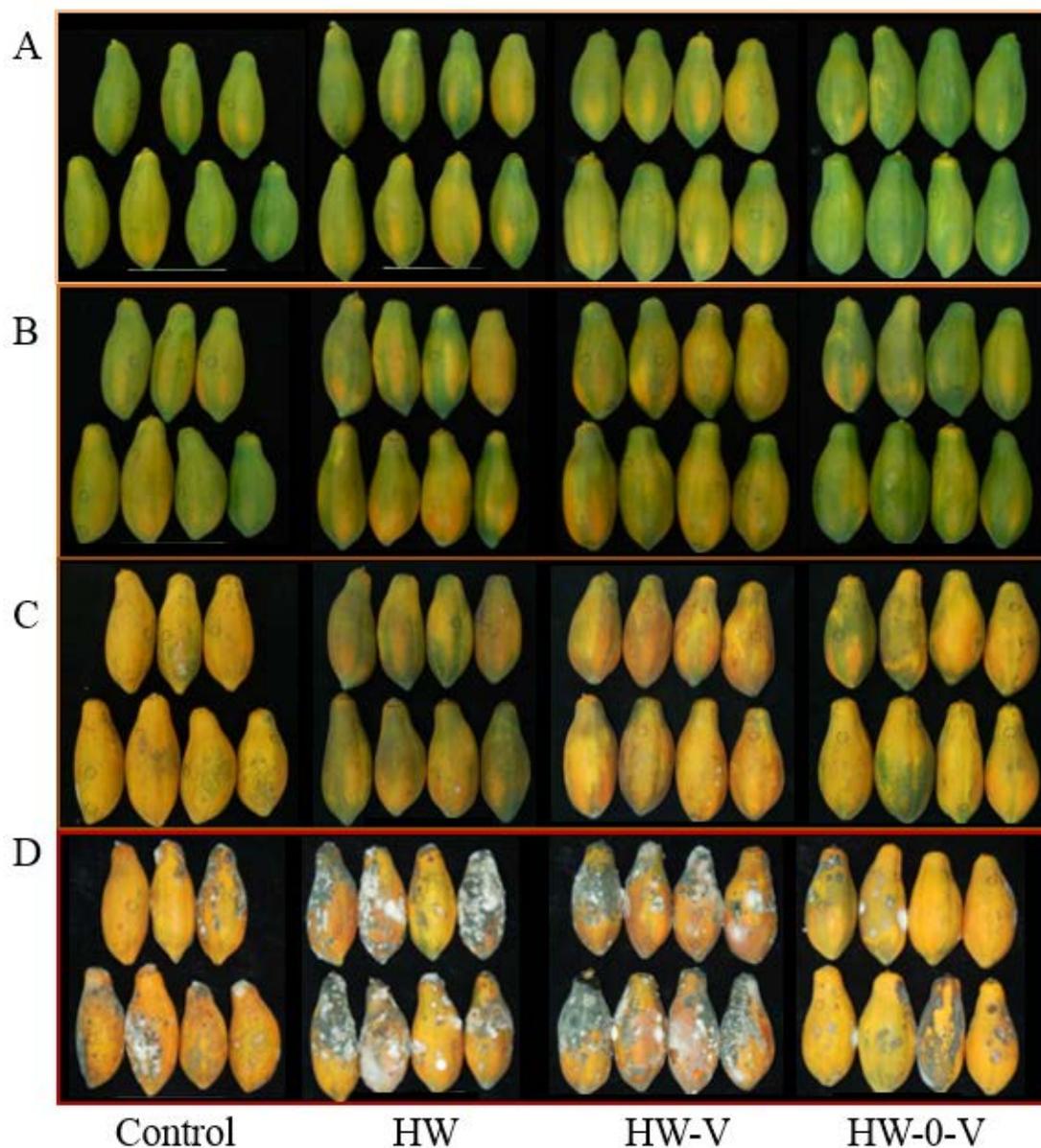
Treatment <sup>1</sup>	Color (%)		Decay index (%)	
	Nov. 2011 <sup>2</sup>	Dec. 2011	Nov. 2011	Dec. 2011
Ripen at 30°C for 2 days				
Control	89a <sup>3</sup>	82a	- <sup>4</sup>	-
HW	43c	58b	-	-
HW-V	33c	12d	-	-
HW-24-V	61b	41c	-	-
Shelf at 25°C for 3 days				
Control	79a	80a	24.1b	16.0ab
HW	29b	53b	53.1a	6.5b
HW-V	3c	8c	56.3a	18.5a
HW-24-V	74a	56b	13.8b	5.5b

<sup>1</sup>Treatment: control: no heat treatment; HW: 57°C hot water treatment 90s; HW-V: immediate vapor heat treatment after hot water treatment; HW-24-V: 24 hours at 25°C between hot water treatment and vapor treatment.

<sup>2</sup>Harvest date.

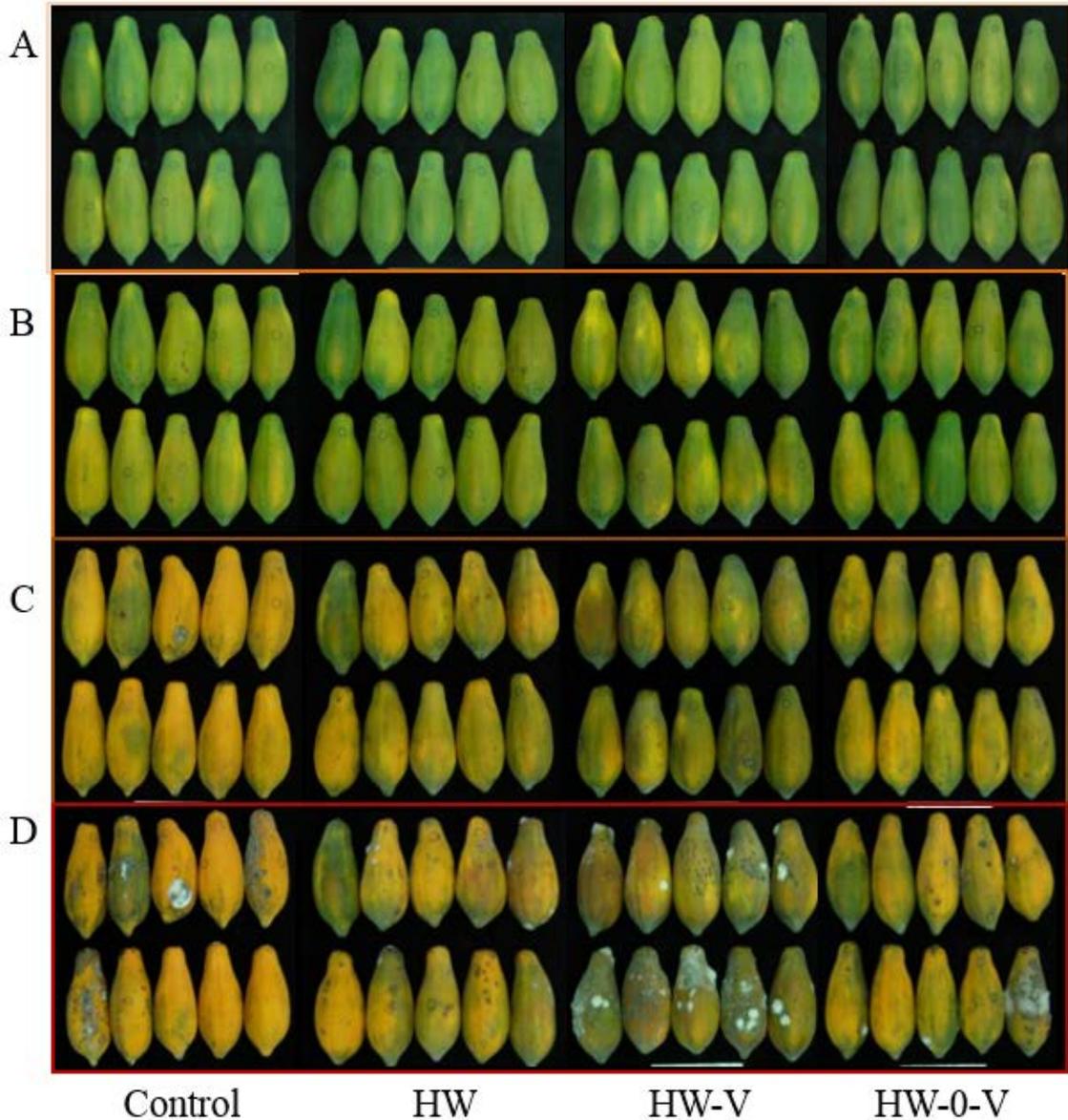
<sup>3</sup>Mean separation within columns was by LSD at  $p \leq 0.05$ .

<sup>4</sup>No data.



圖一、不同熱處理對番木瓜'臺農 2 號'果實外觀之影響。(A)果實處理後；(B)再於 12°C 貯藏 7 天；(C)再於 30°C 催熟 2 天；(D)再於 25°C 放置 3 天(2011/11)

Fig. 1. Effect of different heat treatment on the fruits appearance of 'Tainung No. 2' papaya fruit. (A)The fruits of control ; (B) The fruits stored for 7 days at 12°C following heattreatment ; (C) The fruits ripening for 2 days at 30°C following 7 days storage at 12°C ; (D) The fruits on shelf for additional 3 days at 25°C. Treatment: control: no heat treatment; HW: 57°C hot water treatment 90s; HW-V: immediate vapor heat treatment after hot water treatment; HW-24-V: 24 hours at 25°C between hot water treatment and vapor treatment.



圖二、不同熱處理對番木瓜‘臺農 2 號’果實外觀之影響。(A)果實處理後；(B)再於 12°C 貯藏 7 天；(C)再於 30°C 催熟 2 天；(D)再於 25°C 放置 3 天(2011/12)

Fig. 2. Effect of different heat treatment on the fruits appearance of ‘Tainung No. 2’ papaya fruit. (A)The fruits of control ; (B) The fruits stored for 7 days at 12°C following heattreatment ; (C) The fruits ripening for 2 days at 30°C following 7 days storage at 12°C ; (D) The fruits on shelf for additional 3 days at 25°C. Treatment: control: no heat treatment; HW: 57°C hot water treatment 90s; HW-V: immediate vapor heat treatment after hot water treatment; HW-24-V: 24 hours at 25°C between hot water treatment and vapor treatment.

## 討 論

溫湯處理可以有效降低園產品採收後病害的發生，但不同的作物及品種對溫度的耐受能力不同<sup>(7,15)</sup>。過度的熱處理會造成園產品產生熱傷害的現象，造成不正常的後熟、果皮轉色不良、果肉無法正常軟化及增加腐爛程度等<sup>(3,15,16)</sup>。

在熱處理後可以藉由葉綠素螢光之測量，了解熱逆境對類囊體膜的結構及流動性的影響，可以在組織正常老化與環境逆境造成可視徵狀前測量出其變化<sup>(9,10,11)</sup>。吳(2007)指出當番木瓜果實之葉綠素螢光值降至0.4以下，果實無法正常轉色。黃(2010)指出熱處理後番木瓜果實的葉綠素螢光值低於0.5以下，果實後熟可能會受到影響。在本試驗中，熱處理明顯降低番木瓜果皮之葉綠素螢光值，皆在0.4以下(表一)，顯示熱處理造成嚴重的膜體傷害，其中以溫湯後直接蒸熱處理者最嚴重，達到0.06~0.17，在貯藏後仍在0.08~0.18，顯示嚴重的不可回復性傷害。溫湯後延遲24 hr再進行蒸熱處理，可有減緩葉綠素螢光值的下降，使其維持在0.20~0.36，貯藏後仍在0.27~0.38，顯示溫湯及蒸熱處理間隔24 hr，使其有一段時間恢復膜體之穩定性，對於聯合處理後之膜體傷害有顯著減緩的效果。

番木瓜‘臺農2號’於溫湯處理後經24 hr再進行蒸熱者，在12°C貯藏7天並經30°C催熟2天後的果皮顏色，相較於溫湯處理後直接蒸熱者，有較高的L\*值、C\*值及h°值(表二)，對照圖一、圖二、表三，顯示溫湯處理後立即蒸熱者，有明顯的轉色不良情形，可能為嚴重熱害所致，而溫湯後延遲24 hr再進行蒸熱處理，可明顯改善番木瓜‘臺農2號’熱處理後果皮轉色不良的問題。

溫湯處理後立即蒸熱處理者，有最高的腐爛程度，在達2011年11月之試驗中，達56.3% (表三、圖一)，顯示熱傷害造成果實膜體結構嚴重破壞，促進果實敗壞及腐爛；溫湯處理後延遲24 hr再進行蒸熱處理，可有效減緩果實傷害，因此可有效降低腐爛程度至13.8% (2011年11月)，在2011年12月的試驗更降低至5.5%，而熱處理之對照組仍有16.0%之腐爛程度。以上顯示溫湯處理後延遲24 hr再進行蒸熱處理，可達到果實清潔、抑制果實腐爛之效果，並可使果實在2項熱處理中間的延遲時間，恢復膜體結構之穩定性，減緩熱傷害之發生，達到降低貯運後腐爛程度及正常轉色之效果。

Jacobi等(1997)指出芒果‘Kensington’以53°C溫湯處理5 min放置4 hr後，再進行蒸熱檢疫處理(當果心溫度達47°C並持續15分鐘)有最佳的病害及果實腐爛控制效果，溫湯處理後於22°C放置10天發現溫湯及蒸熱聯合處理可以有效降低蒸熱處理所造成的果皮褐化熱傷害情形。此外，芒果‘Kensington’以40°C調適處理8 hr後，於22°C放置0~48 hr，再進行溫湯檢疫處理(於48°C水浴處理至果心溫度達47°C並持續15 min)，在調適處理後會使葉綠素螢光值降低，但隨著22°C放置時間增加有恢復的現象<sup>(13)</sup>。當22°C放置時間增加，可以降低溫湯檢疫處理後葉綠素螢光值的降低，並且於調適處理後於22°C放置一天有顯著恢復的情形，本番木瓜果實的試驗也有相似的結果。

番木瓜果實採收後於貯運及銷售過程，容易產生炭疽病及蒂腐病等病害，導致商品價值的喪失，利用溫湯處理可以有效降低採收後因病害所產生的果實腐爛現象。番木瓜果實外銷

需經過蒸熱檢疫處理，於溫湯處理後立即蒸熱檢疫處理會導致後熟不正常，果皮轉色不良，且有熱傷害的發生，並加重果實腐爛的情形。溫湯處理後於25°C放置24 hr再進行蒸熱處理，可達到降低果實腐爛之效果，並降低膜體結構之熱傷害、減少貯運後之病害、並使果皮能正常轉色。

## 參考文獻

1. 王德男、劉碧鵑、李文立 2006 台灣木瓜產業之變遷 木瓜產業發展研討會專刊 pp.1-20。
2. 吳國政 2007 熱處理及氣變包裝對‘臺農2號’番木瓜果實採後品質及炭疽病之影響 國立中興大學園藝學系碩士論文 pp.96。
3. 李文立 2009 木瓜栽培管理手冊 行政院農業委員會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所 pp.83。
4. 李文立、黃慶文、謝慶昌 2012 番木瓜 主要外銷果樹採後處理專刊 pp.31-40。
5. 陳琇瑜、盧義光、周昌弘、楊棋明 1996 木瓜後熟過程外果皮色素崩解之分析 中國農業化學會誌 34: 460-468。
6. 黃偉峻 2010 熱處理對‘臺農2號’番木瓜果實品質及抗氧化能力之影響 國立中興大學園藝學系碩士論文 pp.93。
7. 楊宏仁、倪蕙芳 2008 溫水處理在植物防檢疫之應用 動植物防檢疫季刊 16: 21-24。
8. 謝慶昌、薛淑滿 2005 外銷番木瓜處理作業及技術改進 園產品採後處理技術之研究與應用研討會專刊 pp.53-58。
9. Ball, M. C., J. A. Butterworth, J. S. R. Christian and J. G. Egerton. 1994. Applications of chlorophyll fluorescence to forest ecology. *Aust. J. Plant Physiol.* 22: 311-319.
10. Bron, I. U., R. V. Ribeiro, M. Azolini, A. P. Jacomino and E. C. Machado. 2004. Chlorophyll fluorescence as a tool to evaluate the ripening of ‘Golden’ papaya fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 33: 163-173.
11. Fan, L., J. Song and M. A. Jordan. 2011. Fruit maturity affects the response of apples to heat stress. *Postharvest Biol. Technol.* 62: 35-42.
12. Gonzalez-Aguilar, G. A., J. A. Villa-Rodriguez, J. F. Ayala-Zavala and E. M. Yahia. 2010. Improvement of the antioxidant status of tropical fruits as a secondary response to some postharvest treatments. *Food Sci. Technol.* 21: 475-482.
13. Jacobi, K. K., E. A. MacRae and S. E. Hetherington. 2001. Loss of heat tolerance in ‘Kensington’ mango fruit following heat treatments. *Postharvest Biol. Technol.* 21: 321-330.

14. Jacobi, K. K. and J. E. Giles. 1997. Quality of 'Kensington' mango (*Mangifera indica* Linn.) fruit following combined vapor heat disinfestation and hot water disease control treatments. *Postharvest Biol. Technol.* 12: 285-292.
15. Lurie, S. 1998. Postharvest heat treatments. *Postharvest Biol. Technol.* 14: 257-269.
16. Paull, R. E. and N. J. Chen. 2000. Heat treatment and fruit ripening. *Postharvest Biol. Technol.* 21: 21-37.
17. Singh, S. P. and D. V. SudhakarRao. 2011. Papaya (*Carica papaya* L.). *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits.* pp.86-124.

# Effect of Heat Treatment on Fruit Skin Color Change and Decay Control of ‘Tainung No. 2’ Papaya (*Carica papaya* L.) Fruit<sup>1</sup>

Ting-Chia Wu<sup>2</sup>, Chen-Hsuan Wu<sup>3</sup> and Ching-Chang Shiesh<sup>4</sup>

## ABSTRACT

Papaya fruits are susceptible to disease which caused commercial loss during storage, transporting and marketing. Hot water treatment is able to control the pathogen infection and decay in papaya fruit. Taiwan is an oriental fruit fly quarantine area. Therefore, vapor heat quarantine treatment is necessary before the export of papaya fruits. This study is to investigate the combining effect of hot water treatment and vapor heat treatment on fruit decay control, chlorophyll fluorescence and color change of papaya fruit peel, and to evaluate the effect of delaying vapor heat treatment after hot water treatment. Undergoing a vapor heat treatment immediately after a 90 sec. 57°C hot water treatment had led to the declination of chlorophyll fluorescence value and inhibited the color change of the fruit peel. The interval time of 24h in 25°C between hot water treatment and subsequent vapor heat treatment significantly improved the color change of the fruit peel and decrease the decay index.

**Key words:** ‘Tainung No. 2’ papaya fruit, hot water treatment, vapor heat treatment, chlorophyll fluorescence, peel color change

---

<sup>1</sup>Contribution No. 0918 from Taichung DARES, COA.

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

<sup>3</sup> Assistant Researcher of Taiwan Agricultural Research Institute, COA.

<sup>4</sup> Associate Professor, Department of Horticulture, National Chung-Hsing University. Corresponding author.

