

## 熱風處理對柑橘類貯藏病害及品質之影響

楊雨涵、薛淑滿、謝慶昌<sup>1</sup>

### 摘要

本試驗首先探討熱風處理對椪柑腐爛的影響，椪柑果實經接種綠黴菌孢子後以 40°C 熱風處理 1 日以上或以 35°C 熱風處理 2 日以上皆可有效控制腐爛的發生；若椪柑果實在熱風處理後進行青黴菌孢子接種，果實的腐爛並沒有因熱處理而減少，顯示台灣產之椪柑，在熱風處理下，對腐爛的抑制效果，可能是直接對病原菌熱致死的作用，而非經由熱處理以提升果實抗菌能力的途徑。

另外，本試驗亦調查部分柑橘類在熱風處理下，其糖度、可滴定酸及糖酸比之變化。在明尼桔柚、豔陽柑、柳橙、臍橙、檸檬及葡萄柚等種類，在熱風處理下，可滴定酸皆有減少的現象，以 40°C 處理 3 日者為例，明尼桔柚減少 10%、豔陽柑減少 21%、柳橙減少 27%、臍橙減少 17%、檸檬減少 9% 及葡萄柚減少 10%，而熱風處理對糖度的影響較小，故上述品種皆可因熱風處理而提升其果汁之糖酸比。但椪柑果實在熱風處理中可滴定酸雖有下降的趨勢，但效果不明顯。可滴定酸的下降可能由於熱風處理期間呼吸率大幅上升，而有機酸作為呼吸基質所造成。

### 前言

柑橘類為台灣重要的水果之一，產期集中在 11 月至 2 月間，以致盛產期價格低廉，所以利用貯藏以調節供需為重要途徑。而柑橘貯運的過程中最大的損失是由青黴屬 (*Penicillium*) 所引起之腐爛。目前以 TBZ、萬力 (Benlate) 及依滅列 (Imazalil) 等殺菌劑廣泛的應用於控制柑橘果園及貯藏病害。然許多報告顯示，綠黴菌已能產生抗殺菌劑之生理小種，且此等藥劑之殘毒問題在食品安全上逐漸的受到重視，因此越來越多的研究強調發展非化學性之物理方法來維持蔬果採收後的品質。本試驗主要探討熱風處理對於柑橘類採收後之腐爛及風味品質之影響。

本試驗以明尼桔柚 (*C. reticulata* × *C. paradisi*, cv. 'Minneola' tangelo)、臍橙 (*C. sinensis*, cv. 'Washington Navel' orange)、椪柑 (*C. reticulata* cv. 'ponkan')、豔陽柑 (*C. reticulata* × *orlanplo tangelo*, cv. 'Sunburst')、柳橙 (*C. sinensis* L. cv. 'Liu Cheng' orange)、檸檬 (*C. limon*, cv. 'Eureka') 及葡萄柚 (*C. paradisi* Macf, cv. 'Ruby') 等為材料，明尼桔柚及豔陽柑採自於嘉義縣梅山合作農場周姓果園；臍橙採自南投水里廖姓果園；柳橙、檸檬、椪柑及葡萄柚均購自於

<sup>1</sup>國立中興大學園藝研究所碩士生、助理及副教授。

台中水湳市場。試驗時挑選大小及顏色一致，外觀無病蟲害及無外傷之果實作為試驗材料，材料進入實驗室後，立即進行試驗。

椪柑果實先接種綠黴菌孢子後，分別以 25°C、30°C、35°C 及 40°C 熱風處理 1、2 及 3 天，之後在 25°C 下培養 3 天，由結果顯示，25°C 對綠黴菌孢子之萌芽及生長並沒有影響，30°C 需連續處理 3 天才具抑制效果；而 35°C 處理 1 天即可使感染率下降至 22%，病斑亦只有 0.8 公分，若處理 2 天則可以完全抑制發病；當溫度提高至 40°C 則只需處理 1 天即可完全抑制發病（表一）。當椪柑果實先經熱處理後再接種綠黴菌孢子，則無法如前述般抑制發病（表二），且即使熱處理後經 1、3 及 5 天後再接種，亦無法抑制發病（圖一）。因此，根據此結果，熱風處理的抑病效果可能是直接對病原菌熱致死，而非由熱誘導果實產生禦菌素所造成。

此外，熱風處理對柑橘品質影響方面，果實在 25°C、30°C、35°C、40°C 及 45°C 下處理 4 天後，所有供試種類，對可溶性固形物並沒有明顯影響（數據未列），可滴定酸含量則有隨處理溫度上升而下降之趨勢（表三），尤其是 40°C 及 45°C 處理者，其中艷陽柑、柳橙、臍橙、檸檬及葡萄柚更為明顯。所以熱處理有減少可滴定酸含量的效果，亦因此現象而使果汁固酸比有上升的現象，此結果使果汁風味較佳（表三），但部份綠色柑橘，如檸檬（圖二），會因熱處理而加速褪色，所以檸檬不適合此方法處理。

綜合上述結果，適當的熱風處理，可以減少柑橘果實發病腐爛且有提昇風味的效果。

#### 參考文獻

1. 李堂察、林芳存、童伯開、呂明雄。1987。柳橙綠黴病藥劑控制改進之研究。中國園藝 33：132-138.
2. Ben-Yehoshua, S., B. Shapiro, and R. Moran. 1987. Individual seal-packaging enables the use of curing at high temperatures to reduce decay and heal injury of citrus fruit. HortScience 22:777-783.
3. Kim, J. J., S. Ben-Yehoshua, B. Shapiro, Y. Henis, and S. Carmeli. 1991. Accumulation of scoparone in heat-treatment lemon fruit inoculated with *Penicillium digitatum* Sacc. Plant Physiol. 97:880-885.
4. Lurie, S. 1986. Postharvest heat treatments of horticultural crops. Hort. Rev. 22:91-121.

表一、接種綠黴菌孢子之椪柑經不同溫度及天數熱風處理後，於 25°C 貯藏 3 天後之發病率及感染直徑。

Table1. Effect of temperature treatment and duration on the infection rate and lesion diameter of 'Ponkan' mandarin fruits after inoculated with *P. digitatum* spores and then set at 25°C for 3 days.

處理 Treatments <sup>z</sup>	感染率 Infection (%)	感染直徑 (公分) Lesion diameter (cm)
1 天		
25°C	100	4.0 a <sup>y</sup>
30°C	100	4.0 a
35°C	22	0.8 b
40°C	0	0.0 c
2 天		
25°C	100	4.0 a
30°C	100	4.0 a
35°C	0	0.0 b
40°C	0	0.0 b
3 天		
25°C	100	4.0 a
30°C	20	1.6 b
35°C	0	0.0 c
40°C	0	0.0 c

<sup>z</sup> Fruits were treated on Nov. 6, 2003.

<sup>y</sup> Mean separation within treatment temperature and day was by Duncan's multiple range test at 5 % level.

表二、經不同溫度及天數熱風處理再接種綠黴菌孢子之椪柑，於 25°C 貯藏 3 天後之發病率及感染直徑。

Table 2. Effect of temperature treatment and duration on the infection rate and lesion diameter of 'Ponkan' mandarin fruits before inoculated with *P. digitatum* spores and then set at 25°C for 3 days.

處理 Treatments <sup>z</sup>	感染率 Infection (%)	感染直徑(公分) Lesion diameter (cm)
1 天		
25°C	75.0	3.48 a <sup>y</sup>
30°C	62.5	2.94 a
35°C	62.5	3.01 a
40°C	68.0	3.75 a
2 天		
25°C	100	4 a
30°C	100	4 a
35°C	100	4 a
40°C	100	4 a
3 天		
25°C	25.0	0.80 b
30°C	7.5	0.16 c
35°C	32.5	0.35 bc
40°C	72.5	1.90 a

<sup>z</sup> Fruits were treated on Nov. 6, 2003.

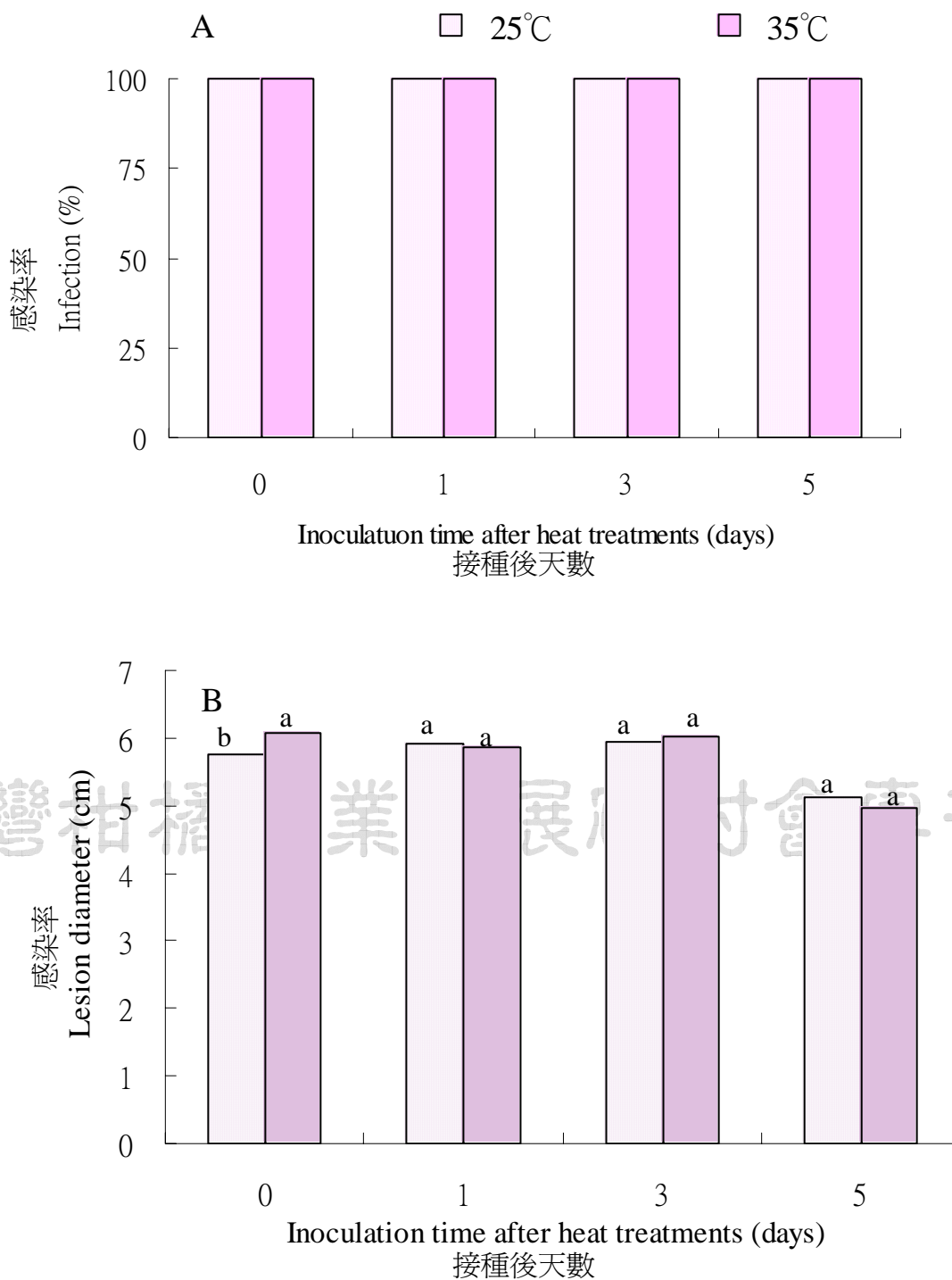
<sup>y</sup> Mean separation within treatment temperature and days was by Duncan's multiple range test at 5 % level.

表三、熱風處理 4 天對柑橘類果汁可滴定酸 (TA) 及固酸比 (TSS/TA) 之影響。

Table 3. Titratable acidity (TA) and TSS/TA ratio in juice of *Citrus* fruits after treated with hot air for 4 days.

處理 Treatments	可滴定酸 (g/100 mL) Titratable acidity (g/100 mL)						
	Minneola tangelo	Ponkan mandrin	Sunburst	Liu-cheng orange	Navel orange	Lemon	Ruby grapefruit
25°C	0.77 a*	0.39 a	0.86 a	0.41 a	0.53 a	—	—
30°C	0.71 a	0.36 a	0.87 a	0.35 b	0.60 a	6.48 a	0.91 a
35°C	0.66 a	0.32 a	0.76 a	0.35 b	0.54 a	6.44 a	0.99 a
40°C	0.69 a	0.31 a	0.68 b	0.68 a	0.44 b	5.40 b	0.81 b
45°C	—	—	—	—	—	4.82 c	0.79 c
	固酸比 TSS/TA ratio						
25°C	14 a	29 a	14 c	25 c	18 b	—	—
30°C	14 a	30 a	15 c	30 b	18 b	1.1 b	7.6 b
35°C	15 a	32 a	17 b	30 b	19 b	1.2 b	7.4 b
40°C	14 a	33 a	19 a	33 a	24 a	1.5 a	8.0 b
45°C	—	—	—	—	—	1.5 a	10.0 a

\*Means separation within treatment temperature was by Duncan's multiple range test at 5% level.



圖一、椪柑經 35°C 及 25°C 熱風處理 2 天後在不同天數進行接種綠黴菌孢子，再置於 25°C 下 3 天後之發病率 (A) 及感染直徑 (B)。

Fig. 1. Infection rate and lesion diameter of 'Ponkan' mandarin fruits inoculated with *P. digitatum* spores at various time after treatment with 35°C and 25°C air for 2 days and then set at 25°C for 3 days. Mean separation within treatment temperature and day was by Duncan's multiple range test at 5% level.



圖二、不同溫度熱風處理 5 天對檸檬果皮外觀之影響。

Fig. 2. Effect of various temperature air treatment for 5 days on the appearance of lemon fruits.

Fruits were treated on May 3, 2002.

台灣柑橘產業發展研討會專刊