番木瓜外銷貯運技術之改進

張書榮、謝慶昌
國立中興大學園藝系

摘　要

蒸熱處理對 3 月份的果實會產生熱傷害，後熟及轉色皆受到抑制。蒸熱後降溫的水溫也影響了番木瓜果實的後熟，以 0℃冰水降溫者，果皮易產生燙斑，以 27℃水降溫者，腐爛率較高。蒸熱處理後之果實以 15、18、21 及 24℃運輸之後再催熟，隨著貯運溫度上升，其後熟軟化愈快，但卻分別有 44.4、100.0、30.0 及 100.0%的比例出現腐爛。蒸熱後再經溫湯處理，有降低腐爛發生的效果，但卻也使 12 月份採收之果實產生不同程度的熱傷害。以運輸時催熟的方式，在 15 至 30℃間，隨貯運溫度愈高，後熟軟化速度愈快，轉色愈快。於 30℃下約 56 小時接近完熟；於 25℃下第 84 小時接近完熟；於 20℃下第 7 天接近完熟；於 15℃下第 10 天接近完熟。以先催熟再運輸的方式，超過 33℃的催熟溫度，果實的後熟軟化逐漸受到抑制。蒸熱後再經催熟 24、36 及 48 小時後，以 1℃貯運 7 天後尚可持續後熟，但亦有腐爛的情形出現，且 12 月採收之果實，仍有後熟不完全之情形。以催熟 24 小時之番木瓜貯運，則 1、3、6、9、12 及 15℃貯藏 7 天後，果實隨著貯運溫度上升，其後熟軟化程度愈高。

Important of postharvest technology of papaya fruit for exporting

Shu-Jung Chang and Ching-Chang Shiesh

SUMMARY

The fruits harvested in March occurred heat injury and abnormal ripening after vapor heat treatment. Hydrocooling with 1℃ cold water caused scald in peel of papaya fruit after vapor heat treatment, and with 27℃ water caused severe decay. After vapor heat treatment, the fruits were stored at 15℃, 18℃, 21℃, and 24℃, respectively. Increasing the storage temperature decreased the time of softening. The incidence of decay was higher when the fruit was held at higher temperature. Hot-water immersion could decrease the rate of decay. Complete ripening occurred after 56 hours at 30℃, 84 hours at 25℃, 7 days at 20℃, and 10 days at 15℃, respectively. Ripening temperature at or over 33℃caused abnormal ripening, as poor coloring and hard pulp. The fruits ripened at 30℃ for 24 hours were transported at 1℃, 3℃, 6℃, 9℃, 12℃, and 15℃, respectively, for 7 days and there was no significantly different in fruit quality among the transportation temperature from 3℃ to 15℃, but faster softening was occurred in higher temperature.

前　言

台灣番木瓜曾於民國六十四年獲准進入日本市場，原應讓台灣多一項創匯之農產品，可惜卻自當年起，木瓜輪點毒素病蔓延全國，又缺乏有效之防治策略，危害嚴重，使單位面積產量急速下降，果實品質低劣，影響番木瓜產業至劇（王，1991），因此數十年來仍無番木瓜外銷之相關統計。至 2002 年 1 月起台灣加入世界貿易組織（WTO），開放自由貿易（王和劉，2002），開始以網室栽培之安全衛生番木瓜拓展外銷市場。

近年來由於基因改造作物發展迅速，基因改造食品快速進入市場，但基因改造作物是否對健康及生態造成影響仍是未知數，夏威夷所生產之基因改造番木瓜，雖可對抗輪點毒素病（Papaya ring spot virus，PRSV）的危害，但其主要消費地日本市場，對基因改造食品多所顧慮（邱，2004），因此在 2004 年 12 月日本通過對台灣蒸熱檢疫的認證後，開始轉而向台灣採購網室栽培之‘台農二號’番木瓜，但由於番木瓜較不耐貯運，易發生生理障礙，以及貯藏病害所造成之影響不容忽視（Paull et al, 1997; Sankat and Maharaj, 1997），因此對‘台農二號’番木瓜之品種特性在貯運品質上的影響，仍急需進行探討及研究（謝，2001）。

台灣番木瓜銷往日本的航程雖不長，但在不同船期或航程下，仍需進一步探討最適當之處理流程，除了解如何保持番木瓜之品質外，對於處理流程之管控，皆影響了番木瓜外銷日本的收益。因此本研究除探討‘台農二號’番木瓜果實後熟過程之品質變化，亦將從不同貯運溫度與不同催熟條件下配合不同的運輸時間，找尋適合之貯運流程。

材料與方法

1. 材料來源

本試驗以雲林縣林內鄉高姓農民所栽培之‘台農二號’網室番木瓜為試驗材料，供試果實皆逢機採自同區番木瓜植株，採收方式為輕轉果實不留果蒂直接採下，採收之成熟度選擇有 1 至 2 條果溝呈黃色，已 10-20%轉色之果實為判斷依據，採收後套上保麗龍舒果網，再以直立方式裝入 20kg 裝紙箱，運送回實驗室。

2. 試驗方法

(1)蒸熱對番木瓜果實品質之影響

本試驗番木瓜果實於 2005 年 3 月採收，其中部分果實運送至台灣省青果運銷合作社豐原蒸熱檢疫廠，於蒸熱處理設施中在相對溼度 40~60%下，使果心溫度達 43℃後，再於飽和相對溼度下加熱至果心溫度 47.2℃，果心溫度達 47.2℃後迅速將果溫降至常溫，檢疫處理後送回實驗室，部分不經檢疫處理，直接送回實驗室，以比較蒸熱處理對果實品質是否造成影響。蒸熱處理的觀察試驗是將果實於 12℃貯藏 7 天後，裝入原 20kg 裝紙箱中，於 30℃下以 50g 電石催熟 3 天，取 2 組各 16 顆果實調查品質，對照組則不經蒸熱處理及貯藏，直接於原 20kg 裝紙箱中，於 30℃下以 50g 電石催熟 3 天後調查果皮顏色、果肉硬度及糖度。

(2)蒸熱後冷卻水溫對‘台農二號’番木瓜果實品質之影響

蒸熱處理後不同的冷卻水溫，果實降溫所需時間亦不同，因此需了解冷卻水溫對果實品質的影響。本試驗於 2005 年 9 月採收果實，運送回實驗室進行蒸熱處理，共兩個蒸熱籃計 24 顆果實，其中 4 顆插入溫度感測探針，達果心溫度 47.2℃後取出冷卻，冷卻方式分為 0℃冰水冷卻以及 27℃水冷卻兩組處理，待果心溫度降至 30℃後停止，每組各取 10 顆果實裝入原 20kg 裝紙箱，於 30℃下以 50g 電石催熟 3 天後，調查品質。

(3) 貯運溫度對‘台農二號’番木瓜果實品質之影響

本試驗在探討番木瓜果實省略催熟程序時，於不同貯運溫度下，到貨是否具商品價值，於 2004 年 12 月果實採收後，運送至台灣省青果運銷合作社豐原蒸熱檢疫廠，於蒸熱處理設施中在相對溼度 40~60%下，使果心溫度達 43℃後，再於飽和相對溼度下加熱至果心溫度 47.2℃，果心溫度達 47.2℃後迅速將果溫降至常溫，檢疫處理後送回實驗室。處理方式分別以 15、18、21 及 24℃貯藏 7 天之後全部取出，並各取 18 顆果實調查品質，其餘果實於 23±3℃回溫 2 天後，再各取 17 顆果實調查品質。

(4) 溫湯處理對‘台農二號’番木瓜果實品質及腐爛之影響

由於番木瓜易發生蒂腐病及炭疽病等貯藏病害，本試驗嘗試以溫湯處理方式

觀察對病害發生的影響，於 2004 年 12 月果實採收後，運送至台灣省青果運銷合作社豐原蒸熱檢疫廠，於蒸熱處理設施中在相對溼度 40~60%下，使果心溫度達 43℃後，再於飽和相對溼度下加熱至果心溫度 47.2℃，果心溫度達 47.2℃後迅速將果溫降至常溫，檢疫處理後送回實驗室。處理方式分為對照組及溫湯處理組，每處理 11 顆果實，對照組不經溫湯處理直接置室內通風處，於 23±3℃下第五天調查果皮顏色；第七天調查果皮顏色、硬度、糖度及腐爛率。溫湯處理組共分為 50.0、52.5、55.0、57.5 及 60.0℃五種溫度，浸置時間分別為 10、20、30、40 及 50 分鐘；3、5、10、15 及 20 分鐘；1、3、5、10 及 15 分鐘；1、3、5、10 及 15 分鐘；30 秒與 1、3、5 及 10 分鐘處理。溫湯處理後，於 23±3℃下置室內通風處，第五天調查果皮顏色；第七天調查果皮顏色、硬度、糖度及腐爛率。

（5）運輸時催熟－貯運溫度對番木瓜果實後熟速度之影響

本試驗在觀察番木瓜以不同溫度貯運時同時進行催熟，何者到貨後之品質適合陳列於櫥架，接著再觀察於不同催熟溫度下，果實完熟所需的時間，藉以尋找出在特定的貯運時間內，果實所需之催熟溫度。第一部分實驗於 2005 年 3 月採收番木瓜果實後，部分果實運送至台灣省青果運銷合作社豐原蒸熱檢疫廠，於蒸熱處理設施中在相對溼度 40~60%下，使果心溫度達 43℃後，再於飽和相對溼度下加熱至果心溫度 47.2℃，果心溫度達 47.2℃後迅速將果溫降至常溫，檢疫處理後送回實驗室，部分不經檢疫處理，直接送回實驗室。實驗組先全部噴施 1000 倍益收，再分別裝入原 20kg 裝紙箱，以 15、18、20、22 及 25℃貯藏 7 天，貯藏後各溫度分別取 16 顆果實調查品質，對照組則不經蒸熱處理，直接裝入原 20kg 裝紙箱，於 30℃下電石催熟 3 天後調查品質。

本試驗第二　部分實驗於果實採收後，送回實驗室進行實驗。共分為 4 組處理，分別於 30、25、20 及 15℃下裝入原 20kg 裝紙箱，以電石催熟，以觀察其後熟之變化。30℃處理者於 2005 年 4 月 6 日採收並開始進行後熟觀察，分別於第 0、8、16、24、32、40、48、56、64 及 72 小時，各取出 15 顆果實調查其品質；25℃處理者於 2005 年 4 月 26 日採收並開始進行後熟觀察，分別於第 0、12、24、36、48、60、72 及 84 小時，各取出 11 顆果實調查其品質；20℃處理者於 2005

年5月10日採收並開始進行後熟觀察，分別於第0、1、2、3、4、5、6、7及8天，各取出16顆果實調查其品質；15℃處理者於2005年5月31日採收並開始進行後熟觀察，分別於第0、1、2、4、6、8、10及12天，各取出17顆果實調查其品質。

(6)先催熟再運輸－催熟溫度及貯運溫度對‘台農二號’番木瓜果實品質之影響

本試驗第一部分嘗試以較高的溫度催熟番木瓜果實，觀察是否可加快後熟以及對品質的影響。於2005年4月果實採收後，送回實驗室。處理方式為於30、33、36、39及42℃下，分別以電石催熟24小時，各取15顆果實調查品質。

本試驗第二部分則觀察番木瓜果實經不同的催熟時間後，比較於貯運後之品質差異，以尋找較適合運輸之果實成熟度。其於2004年12月果實採收後，運送至台灣省青果運銷合作社豐原蒸熱檢疫廠，於蒸熱處理設施中在相對溼度 40~60%下，使果心溫度達43℃後，再於飽和相對溼度下加熱至果心溫度47.2℃，果心溫度達47.2℃後迅速將果溫降至常溫，檢疫處理後送回實驗室。處理方式為分別裝入原20kg裝紙箱，以電石於29±1℃下催熟24、36及48小時，以1℃貯藏7天之後全部取出，並各取17顆果實調查品質，其餘果實於23±3℃回溫2天後，再各取17顆果實調查品質。

第三部分試驗則選擇一適合運輸之果實成熟度，觀察於不同溫度貯運後之品質。於2005年4月果實採收後，送回實驗室。處理方式分為對照組及處理組，對照組裝入原20kg裝紙箱，於30℃下以電石催熟24小時後，取14顆果實調查品質。處理組裝入原20kg裝紙箱，於30℃下以電石催熟24小時後，分別於1、3、6、9、12及15℃下，貯藏7天後各取14顆果實調查品質，其餘果實於24±1℃回溫3天後，再各取14顆果實調查品質。

3. 調查項目及方法

(1)果皮顏色之測定

在番木瓜果實運回實驗室之後即於其赤道部標記測定部位，以色差儀(Handy colorimeter, Nippon Denshoku 出品，Model NR-3000）測定果皮顏色，分別測

定L、a*、b*、C、H值。L(Lightness)值表示果實明亮度，100為白色，0為黑色；a*值表紅綠程度，a*值為正代表顏色偏紅，a*值為負代表顏色偏綠；b*值表黃藍程度，b*值為正代表顏色偏黃，b*值為負代表顏色偏藍；C 值為彩度(Chroma)，數值愈高代表顏色愈濃；H值為色相角度(Hue angle)，表示果實顏色色相之變化，0度為紅色-紫色(red-purple)，90度為黃色(yellow)，180度為藍色-綠色(bluish-green)，270度為藍色(blue)。

(2)果肉顏色之測定

將番木瓜果實自果肩下約2/3處橫切，以色差儀(Handy colorimeter, Nippon Denshoku出品，Model NR-3000)測定果實切面中間之顏色，分別測定L、a*、b*、C、H值。

(3)果肉硬度之測定

將番木瓜果實自果肩下約2/3處橫切，於切面中間處以硬度計(Penetrometer F327)測定單位面積內穿刺果肉所需最大力量，平頭探針直徑為7.97mm，每個果實測量切面上對應之兩點求其平均值。讀取單位為kg，讀值乘以9.8後換算為牛頓力(N)，作為表示硬度之單位。

(4)果實全可溶性固形物之測定

於番木瓜果實自果肩下約 2/3 處橫切，將果肉壓擠出果汁，以手持折射計(Hand refractometer, Atago Model N1)，測定果汁中全可溶性固形物(total soluble solid, TSS)的含量為代表，本項測定皆於 25℃下進行，單位以°Brix表示之。

(5)蒂腐病發生率之判斷

番木瓜果實蒂部外觀出現凹陷之水浸狀斑點，即視為蒂腐病之病徵，以平均發生率表示之。

結　果

（一）蒸熱處理對番木瓜果實品質之影響

觀察蒸熱處理對番木瓜果實品質的影響，發現果實先蒸熱處理再經 12℃貯藏 7 天並催熟後（表 1），果皮顏色 L 值與 C 值與對照組無顯著差異，處理組 a*值較低，顯示果皮顏色仍偏綠色。處理組 b*值較低，顯示轉黃程度不如對照組，由色相角度 H 值而言，亦顯示其轉色不如對照組。處理組之果肉硬度較對照組為高，糖度則無顯著差異。在食用風味方面，與對照組略有不同，果肉質地較硬，且接近果皮之果肉有苦味。

表 1. 蒸熱處理對 12℃下貯藏 7 天後以電石催熟之'台農二號'番木瓜果實果皮顏色、硬度及糖度的影響。

Table 1. Effects of vapor heat treatment on the peel color, firmness, and total soluble solid(TSS) of 'Tainung No.2' papaya fruits stored at 12℃ for 7 days and then ripened with CaC_2 at 30℃ for 3 days.

Treatments	Peel color[y]					Firmness	TSS
	L	a*	b*	C	H	(N)	(°Brix)
Control	55.9 a[z]	8.9 a	45.3 a	46.2 a	79.0 b	23.8 b	8.4 a
Vapor heat(lot 1)	53.6 a	4.3 b	39.9 b	40.2 a	83.7 a	36.8 a	8.2 a
Vapor heat(lot 2)	52.0 a	5.4 b	39.1 b	39.6 a	82.0 a	33.1 a	8.6 a

[z] Mean separation within column by Duncan's multiple range test at $p \leqq 0.05$.
[y] L= lightness; C= chroma, $(a^2 + b^2)^{1/2}$; H= hue angle, $\tan^{-1}(b/a)$.

（二）蒸熱後冷卻水溫對 '台農二號' 番木瓜果實品質之影響

觀察蒸熱處理後不同的冷卻水溫對番木瓜果實品質的影響，進一步了解適當之冷卻水溫，以控制蒸熱後的等待時間。發現以 0℃冰水冷卻 15 分鐘後果心溫度降至 30℃，27℃水冷卻 75 分鐘後果心溫度降至 30℃。以電石在 30℃下催熟 3 天後，果皮顏色 L 值與 C 值無顯著差異，0℃冰水預冷處理者其色相角度 H 值較高，顯示其轉色不如 27℃冷水預冷者，且果實外觀出現轉色不均之燙斑。兩組處理之果肉顏色無顯著差異，果肉硬度皆軟化無法測得，而 0℃預冷處理者糖度較高(表 2)。0℃預冷處理者有 40%出現蒂腐病病徵，27℃預冷處理者有 60%出現蒂腐病病徵，但所有處理組發病症狀輕微，發生面積皆在 5%以下。

表 2. 蒸熱處理後冷卻水溫對'台農二號'番木瓜果實果皮顏色、果肉顏色、糖度及蒂腐病的影響。

Table 2. Effects of hydrocooling temperature on the peel color, pulp color, total soluble solid(TSS), and stem-end rot of 'Tainung No.2' papaya fruits after ripened with CaC_2 at 30℃ for 3 days.

Hydrocooling	Peel color[z]			Pulp color[z]			TSS	Stem-end	Peel[y]
temperature	L	C	H	L	C	H	(°Brix)	rot(%)	scald
0℃	61.9 a[x]	55.1 a	72.4 a	47.0 a	52.8 a	47.6 a	10.8 a	40.0	+
27℃	62.6 a	57.8 a	70.0 b	49.0 a	51.8 a	49.4 a	10.0 b	60.0	—

[z] L= lightness; C= chroma, $(a^2 + b^2)^{1/2}$; H= hue angle, $\tan^{-1}(b/a)$.

[y] + = serious scald on peel surface; — = no scald symptom.

[x] Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

（三）貯運溫度對'台農二號'番木瓜果實品質之影響

為節省包裝作業之過程，不經電石催熟之'台農二號'番木瓜果實，在提高貯運溫度下，觀察果實品質是否具商品價值。發現番木瓜果實蒸熱處理後，再以不同溫度貯藏，果皮顏色大致有貯藏溫度愈高則轉色愈快的趨勢（表 3），即明度愈高、彩度愈高，色相角愈偏向橙黃。經 15、18 及 21℃貯藏 7 天之後，果肉硬度仍超過 196.4N，顯示果肉皆無軟化跡象，以 24℃貯藏 7 天後，果肉則已軟化，硬度為 24.8N。貯藏 7 天之後各處理皆有炭疽病及蒂腐病的腐爛病徵出現，經 18℃貯藏後腐爛率達 100%。在食用風味方面，無腐爛之果實風味正常。

貯藏後再於 23±3℃下回溫 2 天後，果皮顏色大致亦依貯藏溫度愈高則轉色愈多的趨勢（表 3）。果肉硬度亦大致依貯藏溫度愈高則硬度愈低的趨勢，但各處理皆出現果肉軟化不均，有硬塊存在的現象，且經 15℃貯藏者，有 5 顆果實硬度尚超過 196.4N；18℃貯藏者，有 7 顆果實硬度尚超過 196.4N；21℃貯藏者，有 4 顆果實硬度尚超過 196.4N；24℃貯藏者，有 8 顆果實硬度尚超過 196.4N。經 15、18 及 21℃貯藏並回溫後，糖度無顯著差異，經 24℃貯藏並回溫後，糖度較低，為 9.4°Brix。經貯藏並回溫之後各處理皆有炭疽病及蒂腐病的腐爛病徵出現。在食用風味方面，無腐爛之果實風味正常。

表 3. 貯藏溫度對蒸熱處理後的'台農二號'番木瓜果皮顏色、硬度、糖度及腐爛率之影響。

Table 3. Effects of storage temperature on the peel color, firmness, total soluble solid(TSS), and decay of 'Tainung No.2' papaya fruit treated with vapor heat.

Storage temperature	Peel color[z]			Firmness	TSS	Decay[y]
(℃)	L	C	H	(N)	(°Brix)	(%)
Storage for 7 days						
15	41.0 c[x]	16.3 c	91.3 a	>196.4	ND	15.0
18	46.2 b	25.8 b	89.1 a	>196.4	ND	100.0
21	39.4 c	16.4 c	91.5 a	>196.4	ND	36.8
24	63.2 a	54.9 a	73.5 b	24.8	9.8	35.0
Rewarmed at 23±3℃ for 2 days following storage						
15	43.9 c	23.7 c	87.0 a	52.5 a	10.2 a	44.4
18	58.1 a	45.9 a	79.7 b	30.2 b	10.0 ab	100.0
21	47.9 b	29.4 b	87.7 a	58.8 a	10.1 a	30.0
24	59.4 a	51.0 a	70.8 c	21.0 c	9.4 b	100.0

[z] L= lightness; C= chroma, $(a^2 + b^2)^{1/2}$; H= hue angle, $\tan^{-1}(b/a)$.

[y] Anthracnose and stem-end rot.

[x] Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

（四）溫湯處理對'台農二號'番木瓜果實品質及腐爛之影響

由於番木瓜果實易發生貯藏病害，因此以溫湯處理後之果實觀察其腐爛情形。番木瓜果實先蒸熱處理再經不同溫度溫湯處理後（表 4），各處理組果皮均出現燙斑，如圖 5 所示各處理第 7 天之果實，均出現熱傷害而使果皮轉色不均，部分熱傷害嚴重之果實亦出現褐斑，如 50.0℃下超過 40 分鐘的處理、52.5℃下超過 10 分鐘的處理、55.0℃下超過 5 分鐘的處理、57.5℃及 60.0℃下各組，嚴重影響外觀及商品價值。以果皮顏色來看，第 7 天之果皮 L 值以 57.5℃-15min、60.0℃-5min 以及 60.0℃-10min 處理者明顯較對照組為低，分別為 41.1、44.1 及 38.3，其餘各處理組 L 值雖與對照組相近，但因果皮轉色的不均勻分佈，果皮色差值已無法顯示其間的差異。第 7 天之果皮 C 值以 57.5℃-15min、60.0℃-5min 以及 60.0℃-10min 處理者明顯較對照組為低，分別為 23.6、25.3 及 18.0，其餘

各處理組C值雖與對照組相近甚至更高，但亦因果皮轉色的不均勻分佈，果皮色差值的取樣方式無法顯示其間的差異，果實外觀已不具商品價值。

以果肉硬度來看，50.0℃-50min、57.5℃-15min、60.0℃-1min、60.0℃-5min及60.0℃-10min處理者明顯較對照組為高，分別為32.3、32.4、35.2、34.9及35.8N。以病害發生率而言，對照組有 80%的炭疽病及蒂腐病的腐爛病徵出現，其他各處理組腐爛率皆不若對照組高，但各處理組間無一致性的表現，腐爛率似與溫湯處理之時間無關。

表 4. 溫湯處理對'台農二號'番木瓜果實果皮顏色、硬度、糖度及腐爛的影響。

Table 4. Effect of hot-water treatment on the peel color, firmness, total soluble solid(TSS), and decay of 'Tainung No.2' papaya.

Hot-water treatment		L^x		C^x		H^x		Firmness	TSS	Decay[y]
Temperature	Duration	5days[z]	7days	5days	7days	5days	7days	(N)	(°Brix)	(%)
25.0℃	0 min	52.1	54.4	33.2	38.1	85.3	78.2	25.0	9.6	80.0
50.0℃	10 min	50.9	52.6	33.4	37.4	84.9	75.1	29.4	10.0	25.0
	20 min	55.9	55.1	36.0	42.4	85.4	75.7	30.0	10.0	10.0
	30 min	49.6	51.0	32.6	36.7	84.7	76.3	29.8	9.7	36.4
	40 min	49.8	50.6	33.7	36.9	85.1	76.0	29.8	9.4	77.8
	50 min	48.9	51.7	31.9	36.5	85.9	77.8	32.3	10.1	18.2
52.5℃	3 min	57.4	61.2	42.6	49.5	82.1	73.8	25.0	9.9	30.0
	5 min	60.8	62.6	46.5	52.5	79.4	71.8	25.0	10.3	0.0
	10 min	54.4	55.3	40.4	43.1	83.8	76.4	29.7	9.2	0.0
	15 min	50.9	51.2	37.3	39.3	82.5	72.4	29.9	10.1	22.2
	20 min	54.7	56.3	41.7	45.3	79.4	71.6	23.3	10.4	8.3
55.0℃	1 min	55.7	59.1	41.0	48.3	84.3	76.9	21.8	10.0	50.0
	3 min	57.0	58.0	42.9	46.1	79.6	70.9	21.5	10.3	0.0
	5 min	57.8	58.9	44.1	47.4	80.7	72.9	19.2	10.4	11.1
	10 min	58.4	62.8	44.9	53.0	85.9	76.9	19.2	10.1	0.0
	15 min	60.1	61.4	46.2	49.8	79.6	72.0	21.4	10.5	0.0
57.5℃	1 min	60.4	62.9	44.8	51.0	83.6	75.2	20.3	10.5	0.0
	3 min	56.1	57.9	39.8	45.2	83.0	75.5	26.9	9.9	9.1
	5 min	56.4	58.0	39.0	42.9	81.9	73.8	22.8	10.6	0.0
	10 min	49.1	50.4	30.1	33.3	83.4	75.0	29.8	10.7	0.0
	15 min	41.3	41.1	22.2	23.6	80.3	73.1	32.4	10.5	10.0
60.0℃	30 sec	56.5	60.2	40.1	47.4	84.4	75.9	27.6	10.8	0.0
	1 min	47.4	50.8	27.4	32.8	85.0	77.7	35.2	10.7	41.7
	3 min	53.1	55.6	35.9	40.1	84.2	77.1	29.8	10.7	0.0
	5 min	39.9	44.1	19.2	25.3	75.4	77.4	34.9	9.8	18.2
	10 min	37.7	38.3	16.8	18.0	72.0	66.5	35.8	10.5	0.0
LSD(0.05)		5.44	5.70	7.52	8.52	3.99	4.51	4.59	0.64	

[z] Day at 23±3℃.

[y] Anthracnose and stem-end rot evolved at the 5+2 days.

[x] L= lightness; C= chroma, $(a^2 + b^2)^{1/2}$; H= hue angle, $\tan^{-1}(b/a)$.

（五）運輸時催熟－貯運溫度對番木瓜果實後熟速度之影響

以運輸時同時進行催熟的貯運方式下，發現‘台農二號’番木瓜果實蒸熱處理後，處理 Ethrel 在不同貯運溫度下 7 天之後，果皮的轉色大致隨溫度愈高轉色愈快(表 5)，但處理組果皮 H 值皆較對照組為高，顯示其尚未完全轉色。在 15℃(表 9)及 18℃下貯藏，果肉皆未軟化，硬度達 196.4N 以上，在 20、22 及 25℃下貯藏者，則隨溫度上升果肉硬度愈低，以 25℃貯藏者果肉已軟化適合食用。在各處理溫度下糖度則無顯著差異（表 7）。

在番木瓜果實不經蒸熱處理，以不同溫度下電石催熟的觀察試驗，於 30℃下果皮顏色之 H 值於第 56 小時接近 80（表 6）；於 25℃下果皮顏色之 H 值於第 84 小時接近 80（表 7）；於 20℃下果皮顏色之 H 值於第 7 天接近 80（表 9）；於 15℃下果皮顏色之 H 值於第 10 天接近 80（表 8），此時可視為完熟，適合食用。由此 4 組試驗，顯示貯藏溫度愈高，番木瓜後熟速度愈快(圖 1)。

表 5. 後熟溫度對蒸熱處理及益收催熟後之‘台農二號’番木瓜果實果皮顏色、硬度及糖度之影響。

Table 5. Effects of ripening temperature on the peel color, firmness, and total soluble solid(TSS) of ‘Tainung No.2’ papaya treated with Ethrel after vapor heat treatment and then ripened at various temperature for 7 days.

Ripening	Peel color[w]					Firmness	TSS
temperature(℃)	L	a*	b*	C	H	(N)	(°Brix)
CK[x]	55.9 a[y]	8.9 a	45.3 a	46.2 a	79.0 d	23.4 c	8.4 a
15	39.2 c	-1.6 d	27.9 b	28.0 b	92.8 a	＞196.4[z]	8.2 a
18	39.8 c	-2.3 d	28.0 b	28.1 b	94.5 a	＞196.4	8.9 a
20	46.4 b	0.4 c	31.2 b	31.4 b	89.2 b	80.7 a	8.6 a
22	46.3 b	0.5 c	30.8 b	30.7 b	89.1 b	51.6 b	8.6 a
25	56.0 a	5.8 b	46.1 a	46.5 a	82.7 c	29.3 c	8.4 a

[z] The firmness are over 196.4N.

[y] Means separation within column by Duncan’s multiple range test at $p \leqq 0.05$.

[x] The control fruits were ripened with CaC_2 at 30℃ for 3 days.

[w] L= lightness; C= chroma, $(a^2 + b^2)^{1/2}$; H= hue angle, $\tan^{-1}(b/a)$.

表 6.‘台農二號’番木瓜果實在 30℃下電石催熟期間果皮顏色、果肉顏色、硬度及糖度之變化。

Table 6. Changes in peel color, pulp color, firmness, and total soluble solid(TSS) of ‘Tainung No.2’ papaya fruits during ripening treatment with CaC_2 at 30℃.

Time(hr)	Peel color[z]			Pulp color[z]			Firmness	TSS
	L	C	H	L	C	H	(N)	(°Brix)
0	40.8 d[y]	21.0 e	94.9 a	ND	ND	ND	＞196.4	7.8 b
8	43.1 cd	26.0 d	95.4 a	ND	ND	ND	＞196.4	8.2 ab
16	44.8 c	29.2 d	92.5 ab	ND	ND	ND	66.5 a	8.3 ab
24	50.3 b	35.3 c	90.7 bc	55.3 a	41.8 e	59.3 ab	34.5 b	9.1 a
32	50.7 b	36.2 c	88.0 cd	ND	ND	ND	33.1 b	7.8 b
40	54.8 a	42.3 b	85.9 d	55.7 a	44.1 d	61.3 a	23.5 c	9.0 a
48	56.9 a	45.1 ab	85.7 d	51.6 b	45.5 c	58.8 b	24.3 c	8.7 ab
56	55.0 a	44.0 ab	81.1 e	55.4 a	46.2 bc	59.5 ab	24.2 c	8.4 ab
64	57.8 a	48.4 a	77.4 e	54.1 a	48.2 a	59.5 ab	22.7 c	8.7 ab
72	57.1 a	48.4 a	77.5 e	55.4 a	47.5 ab	59.3 ab	19.6 c	8.5 ab

[z] L= lightness; C= chroma, $(a^2 + b^2)^{1/2}$; H= hue angle, $\tan^{-1}(b/a)$.

[y] Mean separation within column by Duncan’s multiple range test at $p \leqq 0.05$.

表 7.‘台農二號’番木瓜果實在 25℃下電石催熟期間果皮顏色、果肉顏色、硬度及糖度之變化。

Table 7. Changes in peel color, pulp color, firmness, and total soluble solid(TSS) of ‘Tainung No.2’ papaya fruits during ripening treatment with CaC_2 at 25℃.

Time(hr)	Peel color[y]			Pulp color[y]			Firmness	TSS
	L	C	H	L	C	H	(N)	(°Brix)
0	39.2 e[z]	21.9 e	97.3 a	56.5 b	34.0 e	49.3 bc	＞196.4	7.5 bc
12	41.3 e	24.4 e	95.5 a	60.1 a	34.0 e	51.7 ab	130.8 a	7.9 ab
24	44.7 d	28.8 d	92.4 b	52.7 d	41.1 c	48.6 c	35.2 b	8.1 a
36	45.3 d	29.7 d	91.7 b	55.0 bc	38.3 d	52.1 a	26.6 c	7.7 abc
48	49.5 c	36.4 c	91.0 b	53.1 cd	41.3 c	52.3 a	22.1 cd	7.4 c
60	52.7 b	41.9 b	88.1 c	52.5 de	43.2 bc	52.0 a	18.7 d	7.4 c
72	55.1 a	44.9 b	84.9 d	53.5 cd	44.4 b	52.5 a	12.2 e	7.5 bc
84	57.5 a	48.8 a	79.4 e	50.8 e	47.1 a	51.2 ab	11.8 e	7.9 ab

[z] Mean separation within column by Duncan’s multiple range test at $p \leqq 0.05$.

[y] L= lightness; C= chroma, $(a^2 + b^2)^{1/2}$; H= hue angle, $\tan^{-1}(b/a)$.

表 8.‘台農二號’番木瓜果實在 20℃下電石催熟期間果皮顏色、果肉顏色、硬度及糖度之變化。

Table 8. Changes in peel color, pulp color, firmness, and total soluble solid(TSS) of ‘Tainung No.2’ papaya fruits during ripening treatment with CaC_2 at 20℃.

Time	Peel color[y]			Pulp color[y]			Firmness	TSS
(days)	L	C	H	L	C	H	(N)	(°Brix)
0	37.7 g[*]	20.1 g	95.9 a	54.6 a	37.3 e	49.2 e	>196.4	8.5 b
1	40.7 f	24.5 f	92.4 b	52.1 bc	41.5 d	49.5 de	50.9 a	8.9 a
2	44.7 e	31.3 e	89.5 c	52.7 b	43.2 d	50.6 bcde	19.9 b	8.3 bc
3	49.7 d	39.0 d	85.7 d	50.4 cd	45.7 c	50.3 cde	16.2 c	8.3 bc
4	51.6 d	40.7 d	85.8 d	50.7 cd	47.4 abc	50.9 bcd	14.5 cd	8.3 bc
5	55.1 bc	47.0 c	82.5 e	50.8 cd	47.0 bc	52.9 a	13.5 cd	8.0 bcd
6	53.9 c	44.5 c	82.9 e	50.7 cd	47.1 bc	51.9 abc	12.8 d	7.6 d
7	56.9 b	50.3 b	81.8 e	50.4 cd	48.1 ab	51.6 abc	13.4 cd	8.0 bcd
8	59.7 a	54.2 a	76.9 f	49.6 d	49.3 a	52.3 ab	12.1 d	8.0 cd

[z] Mean separation within column by Duncan’s multiple range test at $p \leq 0.05$.
[y] L= lightness; C= chroma, $(a^2 + b^2)^{1/2}$; H= hue angle, $\tan^{-1}(b/a)$.

表 9.‘台農二號’番木瓜果實在 15℃下電石催熟期間果皮顏色、果肉顏色、硬度及糖度之變化。

Table 9. Changes in peel color, pulp color, firmness, and total soluble solid(TSS) of ‘Tainung No.2’ papaya fruits during ripening treatment with CaC_2 at 15℃.

Time	Peel color[y]			Pulp color[y]			Firmness	TSS
(days)	L	C	H	L	C	H	(N)	(°Brix)
0	36.9 f[z]	18.9 g	91.6 a	54.8 a	42.6 d	47.7 b	>196.4	8.3 bc
1	38.8 e	26.4 f	89.3 b	52.2 bc	47.1 c	48.5 b	32.0 a	8.7 b
2	41.6 d	32.4 e	86.9 c	53.1 b	46.6 c	51.1 a	15.9 b	9.5 a
4	44.9 c	37.8 d	86.2 c	52.3 bc	49.6 b	51.2 a	11.5 c	8.6 bc
6	45.8 c	38.2 d	84.0 d	50.7 cd	50.7 ab	50.7 a	12.2 bc	8.4 bc
8	49.3 b	42.4 c	83.1 d	50.1 d	50.1 b	50.5 a	12.5 bc	8.4 bc
10	50.5 b	46.1 b	82.8 d	50.9 cd	51.0 ab	51.3 a	12.1 bc	8.0 c
12	55.7 a	50.1 a	74.8 e	50.8 cd	52.7 a	51.8 a	12.8 bc	8.6 bc

[z] Mean separation within column by Duncan’s multiple range test at $p \leq 0.05$.
[y] L= lightness; C= chroma, $(a^2 + b^2)^{1/2}$; H= hue angle, $\tan^{-1}(b/a)$.

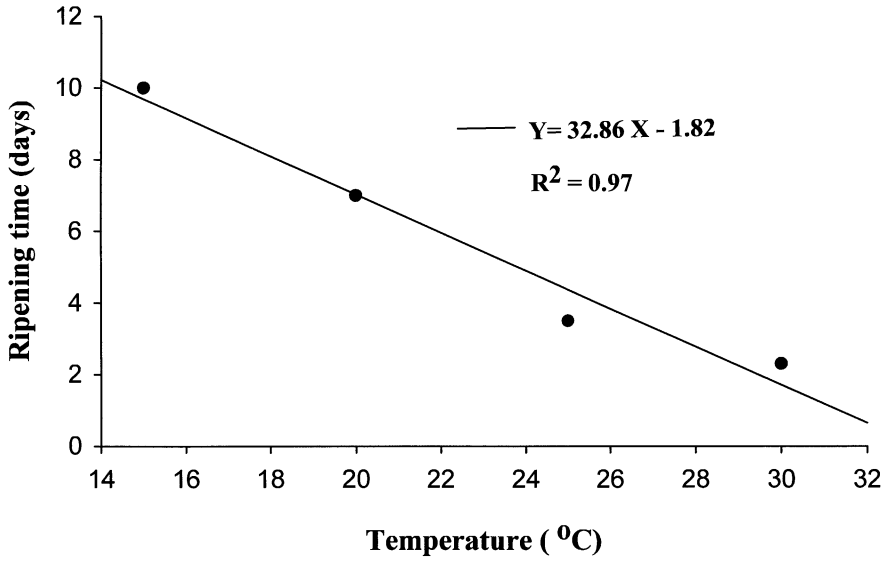


圖 1. 貯藏溫度與完熟所需時間之關係，以 H 值接近 80 時視為完熟。

Fig. 1. The relationship between storage temperature and ripening time. Ripening time were the days needed for fruit to reach a H value of 80.

（六）先催熟再運輸－催熟溫度及貯運溫度對‘台農二號’番木瓜果實品質之影響

觀察‘台農二號’番木瓜果實在較高的溫度下以電石催熟，是否可加速後熟，以進一步節省貯運之等待時間，於試驗中發現，各組之間果皮顏色無顯著差異（表 10），於 42℃下催熟之果實果肉顏色 L 值較高、C 值較低。果肉硬度則以 30℃下催熟之果實最軟，其值為 34.5N，於 33、36 及 39℃下催熟之果肉軟化明顯較為緩慢，42℃下催熟之果實果肉軟化不均，果肉有大量硬塊存在，平均硬度仍超過 196.4N，且有異味出現。

再以 29±1℃下不同時間的電石催熟後，發現先經過 47.2℃蒸熱處理的果實，催熟 48 小時再經 1℃貯藏 7 天後（表 11），果皮顏色 L 值及 C 值皆較高，催熟 24 及 36 小時後再貯藏者果肉硬度皆超過 196.4N，催熟 48 小時再貯藏者，果肉軟化不均，其中 8 顆果實硬度超過 196.4N，表 11 所示 54.2N 為另外 9 顆果實之平均硬度。貯藏後再於 23±3℃下回溫兩天，其果肉軟化不均，均有硬塊出現，催熟 24

小時處理組硬度皆超過 196.4N，催熟 36 小時處理者，其中 11 顆果實硬度超過 196.4N，表 13 所示 80.1N 為另外 6 顆果實之平均硬度。催熟 48 小時處理者，其中 2 顆果實硬度超過 196.4N，表 11 所示 28.6N 為另外 15 顆果實之平均硬度。

接著以不同貯藏溫度對電石催熟24小時的‘台農二號’番木瓜貯藏7天之影響試驗中，果皮顏色及果肉硬度不論是貯藏後或貯藏後再回溫，其變化大致依貯藏溫度愈高轉色愈快、硬度愈低（表 12）。果肉顏色部分，不論是貯藏後或貯藏後再回溫，其變化大致依貯藏溫度愈高轉色愈快（表 13）。

表 10. 不同催熟溫度下，以電石催熟 24 小時對‘台農二號’番木瓜果皮果肉顏色、硬度及糖度的影響。

Table 10. Effects of ripening temperature on the peel color, pulp color, firmness, and total soluble solid(TSS) of ‘Tainung No.2’ papaya fruits ripened with CaC_2 for 24hr.

Ripening	Peel color[y]			Pulp color[y]			Firmness	TSS
temperature(℃)	L	C	H	L	C	H	(N)	(°Brix)
30	50.3 a[z]	35.3 a	90.7 a	55.2 b	41.8 a	59.3 a	34.5 b	9.1 a
33	46.3 b	29.4 b	90.5 a	54.8 b	40.5 a	59.5 a	45.6 a	8.4 b
36	48.9 ab	33.2 ab	93.0 a	54.0 b	42.4 a	59.7 a	45.6 a	8.1 b
39	49.2 ab	34.8 a	92.5 a	55.0 b	43.0 a	60.6 a	52.6 a	7.9 b
42	47.8 ab	31.8 ab	93.0 a	62.9 a	35.7 b	60.5 a	＞196.4	8.8 a

[z] Mean separation within column by Duncan’s multiple range test at $p \leqq 0.05$.
[y] L= lightness; C= chroma, $(a^2 + b^2)^{1/2}$; H= hue angle, $\tan^{-1}(b/a)$.

表 11.貯運前不同的催熟時間對貯運後'台農二號'番木瓜果皮顏色、硬度、糖度及腐爛率之影響。

Table 11. Effects of ripening time before storage on the peel color, firmness, total soluble solid(TSS), and decay of 'Tainung No.2' after storage.

Ripening time[x](hr)	Peel color[z]			Firmness	TSS	Decay[y]
	L	C	H	(N)	(°Brix)	(%)
Stored at 1℃ for 7 days						
24	39.9 b[w]	29.6 b	86.9 a	>196.4	ND	0.0
36	36.3 b	26.9 b	83.7 a	>196.4	ND	25.0
48	45.9 a	40.8 a	84.2 a	54.2	9.0	41.2
Rewarmed at 23±3℃ for 2 days following storage						
24	43.8 c	22.5 c	90.6 a	>196.4	ND	42.9
36	46.8 b	30.2 b	85.8 b	80.1 a	11.1 a	52.6
48	57.2 a	41.4 a	81.2 c	28.6 b	11.1 a	35.7

[z] L= lightness; C= chroma, $(a^2 + b^2)^{1/2}$; H= hue angle, $\tan^{-1}(b/a)$.

[y] Anthracnose and stem-end rots.

[x] Fruits were ripened with CaC_2 at 29±1℃.

[w] Mean separation within period by Duncan's multiple range test at 5% level.

表 12. 貯藏溫度對經 30℃下電石催熟 24 小時的'台農二號'番木瓜貯藏 7 天之果皮顏色、硬度及糖度之影響。

Table 12. Effects of storage temperature on the peel color, firmness, and total soluble solid(TSS) of 'Tainung No.2' papaya fruits ripened with CaC_2 at 30℃ for 24 hours.

Storage	Peel color[y]					Firmness	TSS
temperature(℃)	L	a*	b*	C	H	(N)	(°Brix)
After ripened at 30℃ for 24 hours							
	45.2 c[z]	-1.7 c	30.70 c	30.8 c	92.9 a	32.1 b	8.0 ab
After 7 days storage							
1	41.0 d	1.2 ab	33.5 c	33.6 c	88.5 bc	43.5 a	7.9 b
3	45.8 c	-0.4 bc	40.2 b	40.3 b	90.7 ab	26.8 c	7.9 b
6	46.5 bc	-0.3 bc	43.0 ab	43.1 ab	90.8 ab	26.0 c	7.8 b
9	48.9 ab	0.6 bc	44.8 ab	44.9 ab	89.5 bc	24.8 cd	8.3 a
12	49.2 ab	1.0 b	45.3 a	45.5 a	89.1 bc	22.7 d	7.9 b
15	51.5 a	3.2 a	42.6 ab	42.9 ab	86.4 c	19.3 e	7.9 b
Rewarmed at 24±1℃ for 3 days following storage							
1	49.8 c	4.1 b	37.6 d	37.9 c	84.0 b	21.9 b	7.9 ab
3	51.7 bc	3.4 b	39.5 cd	39.8 c	85.3 b	16.6 cd	7.6 b
6	53.0 b	3.4 b	41.6 bc	42.0 bc	85.8 b	18.4 c	7.9 ab
9	54.2 b	5.0 b	43.4 bc	43.9 b	84.1 b	18.0 cd	7.8 ab
12	54.0 b	4.6 b	43.9 ab	44.2 b	84.5 b	17.6 cd	7.9 ab
15	56.7 a	8.8 a	47.3 a	48.3 a	79.6 c	15.5 d	7.7 ab

[z] Mean separation within column by Duncan's multiple range test at $p \leqq 0.05$.

[y] L= lightness; C= chroma, $(a^2 + b^2)^{1/2}$; H= hue angle, $\tan^{-1}(b/a)$.

表 13. 貯藏溫度對經 30℃下電石催熟 24 小時的'台農二號'番木瓜貯藏 7 天之果肉顏色的影響。

Table 13. Effects of storage temperature on the pulp color of 'Tainung No.2' papaya fruits ripened with CaC_2 at 30℃ for 24 hours.

Storage temperature	Pulp color[y]				
(℃)	L	a*	b*	C	H
After ripened at 30℃ for 24 hours					
	54.1 a[z]	25.6 c	30.8 e	40.1 c	50.5 a
After 7 days storage					
1	49.9 c	25.5 c	31.2 de	40.3 c	50.6 a
3	52.3 ab	26.8 bc	32.0 de	41.8 c	50.2 a
6	52.8 ab	26.5 bc	32.6 cd	42.1 bc	51.0 a
9	52.0 b	28.6 ab	33.6 bc	44.1 ab	49.6 a
12	51.7 b	28.0 ab	34.6 ab	44.5 a	51.0 a
15	51.6 b	29.4 a	35.7 a	46.3 a	50.5 a
Rewarmed at 24±1℃ for 3 days following storage					
1	49.1 d	27.8 b	31.3 d	41.9 de	48.4 c
3	52.0 bc	28.5 b	32.7 c	43.4 cd	49.0 bc
6	51.9 bc	29.1 ab	34.8 ab	45.4 ab	50.1 ab
9	51.4 bc	29.0 ab	33.7 bc	44.7 bc	48.9 bc
12	52.5 b	28.8 ab	35.3 a	45.6 ab	50.8 a
15	50.8 c	30.5 a	36.0 a	47.2 a	49.7 abc

[z] Mean separation within column by Duncan's multiple range test at $p \leqq 0.05$.
[y] L= lightness; C= chroma, $(a^2 + b^2)^{1/2}$; H= hue angle, $\tan^{-1}(b/a)$.

討　論

觀察‘台農二號’番木瓜 12 月與 3 月採收之果實，經蒸熱處理後於 12℃下貯藏 7 天後以電石催熟，果實較不易後熟軟化，轉色亦較差（表 1）。且再經溫湯處理之後，影響的程度更加嚴重，均出現熱傷害而使果皮轉色不均，部分熱傷害嚴重之果實更出現褐斑（表 4）。Paull（1995）指出番木瓜冬季的果實的中果皮鈣含量較高，對熱處理敏感性較高，因此在後熟期間會因加熱而無法軟化，1 月份採收之果實在 49℃27 分鐘處理後，即誘使中果皮無法軟化，而 4、7、8、9 月份的果實則可承受達 45 分鐘的處理。在 Qiu 等人(1995)的實驗亦指出‘Sunset’番木瓜果實的後熟過程，中果皮的鈣濃度明顯與成熟果實硬度及中果皮軟化率有關，且果實中鈣濃度若在 130 $\mu g \cdot g^{-1}$ 以上，則果實軟化速率較慢，因此冬季減少鈣肥的施用，或為可行之方式。在腐爛的發生方面，雖然蒸熱處理後再以溫湯處理果實，腐爛率較對照組為低，Melvin（1986）亦指出番木瓜以 49℃溫湯處理 20 分鐘能有效降低腐敗的發生，但在本實驗中溫湯處理後之腐爛率，各組之間似無規律可循，且並無法完全抑制病害發生，熱傷害也影響了果實外觀（表 4）。

‘台農二號’番木瓜果實在蒸熱處理後皆需進行冷卻，而冷卻時間直接影響了貿易商的出貨速度，因此需比較蒸熱後冷卻水溫的差異對果實品質的影響。以 0℃冰水降溫 15 分鐘後，再於 30℃下以電石催熟 3 天，果皮顏色轉色較差且有輕微燙斑出現（表 2），推測其原因可能為寒害所造成。而 27℃冷水降溫者蒂腐病發生率較高，推測可能因浸泡水中長達 75 分鐘，而增加了病原菌進入傷口的機會。因此尋找高於 0℃的冷卻水溫，避免寒害發生，又能快速降溫，仍需繼續探討。12 月採收之果實雖在蒸熱處理後，不經熟處理，以 24℃貯運可持續後熟轉色，但仍有 35%的病害發生率（表 3），若欲以蒸熱處理後再經溫湯處理殺菌，雖有降低病害發生之情形，但卻使熱傷害之情形更加嚴重，因此如何於栽培期間降低冬季果實之鈣含量，以進一步降低對熱的敏感性，似為可行之方向，且於田間管理即開始預防病害的感染，亦為重要的關鍵。由前述結論，番木瓜在蒸熱處理後，於 12℃的貯運溫度下運輸 7 天，再以 30℃催熟 3 天後可上架銷售。若於蒸熱處理後，不經催熟，於 24℃下貯運 7 天亦應為可行的輸日流程。

以運輸時催熟的方式，按照運輸航程的差異，所需的催熟溫度亦有所差異，於實驗中，從 15 到 30℃的貯藏溫度，隨溫度愈高，後熟軟化速度愈快，轉色愈佳。以 7 天的貯運期來說，5 月份採收之果實於 20℃下催熟，可在 7 天後完熟，以 7 天至 11 天的貯運時間，則可以選擇 15 至 20℃的催熟溫度進行運輸。由前述結果，尚可由一公式推斷適合之催熟溫度及貯運時間，並直接於櫥架銷售，其式如下

溫度(℃)= (天數+1.82)/32.86

以先催熟再運輸的方式，則須注意番木瓜果實經催熟後是否耐貯運，以及到貨後是否適合銷售與可否繼續後熟，於實驗中，高於 33℃的後熟溫度，經電石催熟 24 小時候，會使果實出現後熟異常的情況（表 10），An 和 Paull（1990）即指出番木瓜超過 32.5℃的後熟溫度，易造成不正常後熟、延遲軟化、果肉出現硬塊、果肉顏色不佳、果皮轉色不佳、果表有陷點（pitting）等等，且風味也會受到影響。因此於 30℃下催熟番木瓜速度最快，亦不致造成後熟障礙，因此於 30℃下催熟 24 小時後再進行 7 天的貯運，以 12 月份之果實而言，1℃下的貯運溫度雖仍無法達到完熟品質，且軟化速度明顯不如 4 月份採收之果實。4 月份之果實，於 30℃下以電石催熟 24 小時後，以 12 或 15℃之溫度貯運 7 天，果肉已軟化適合食用，惟果皮轉色仍稍嫌不足。由前述結論，若於蒸熱檢疫後，經 30℃下催熟 24 小時後，再以 3-12℃之貯運溫度下運輸 7 天，再於櫥架銷售，亦為可行之流程。

參考文獻

1. 王德男、劉政道。2002。台灣加入 WTO 後木瓜產業之因應調整對策。農業世界 223: 10-11。
2. 王德男。1991。台灣木瓜栽培之回顧與展望。台灣果樹之生產及研究發展研討會專刊。pp. 357-371。
3. 邱耀瑞。2004。臺灣木瓜外銷探討。農業世界 254: 76-79。
4. 謝慶昌。2001。採收成熟度、貯藏溫度、後熟溫度及強制熱風處理對‘臺農二號’番木瓜品質之影響。中國園藝 47: 391-408。

5. An, J. F. and R. E. Paull. 1990. Storage temperature and ethylene influence on ripening of papaya fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115: 949-953.
6. Paull, R. E. and N. J. Chen. 1990. Heat shock response in field-grown, ripening papaya fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115: 623-631.
7. Paull, R. E., W. Nishijima, M. Reyes, and C. Cavaletto. 1997. Postharvest handling and losses during marketing of papaya (*Carica papaya* L.). Postharvest Biol. Techn. 11: 165-179.
8. Qiu, Y., M. S. Nishina, and R. E. Paull. 1995. Papaya fruit growth, calcium uptake, and fruit ripening. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120: 246-253.
9. Sankat, C. K. and R. Maharaj. 1997. Papaya. p.167-189. In: S.K. Mitra (ed.)Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits.CAB International, NY.