

## 果房包覆對‘台農二號’番木瓜果實品質 及污斑之影響

呂姿儀<sup>1)</sup> 林慧玲<sup>2)</sup> 王仁晃<sup>3)</sup>

關鍵字：番木瓜、果房包覆、污斑、泰維克布、不織布

**摘要：**污斑發生的原因可能與低溫有關，果實在套袋後因袋內溫度較為穩定而減少污斑產生。南投地區可能因為溫差較大而使污斑發生面積高於高雄地區。果實生長至一定大小，於污斑未出現前進行果房包覆 96 天可明顯降低污斑的發生，套袋材質以泰維克布的減少污斑效果較不織布佳。套袋後果皮較明亮且有光彩，但會降低果重，而乳汁體積、全可溶性固形物則無明顯差異。果實在套袋 48 天後，果肉中鉀、鈣、鎂濃度皆較對照組低，隨著套袋時間增加，至 96 天後影響反而較小，僅鉀、錳濃度較對照組低。另外，套泰維克布處理的果皮其總酚類化合物與苯丙胺酸脫氫裂解酶活性較低。果皮污斑的發生可能與果實在逆境下所引發的褐化反應有關。

### 前 言

於 1950 年巴西與 1963 年夏威夷報告中即記載番木瓜果皮生理性斑點(skin freckle)，台灣亦稱污斑，此徵狀在果實發育初期為極微小的斑點，主要出現於果實莖幹之外側即遠軸面(向陽面)，呈現綠褐色斑點，於較大的污斑中心部分還會呈現網狀圖案、灰色脫落與水浸狀邊緣(Eloisa *et al.*, 1994; Kaiser *et al.*, 1996)，隨著果實逐漸成熟，果皮上斑點會增大，部分污斑直徑(freckle diameter; FD)甚至大於 1.3cm，但基本上污斑直徑小於 0.4cm。Kaiser 等(1996)證明污斑發生原因與病原菌感染無直接關係，可能與環境、基因型以及果

- 
- 1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。
  - 2) 國立中興大學園藝學系副教授，通訊作者。
  - 3) 行政院農委會高雄區農業改良場助理研究員。

實生理方面有關，於台灣、巴西、夏威夷、南非地區研究顯示，生理性污斑周年皆會產生(林，2007; Campostrini *et al.*, 2005; Eloisa *et al.*, 1994; Kaiser *et al.*, 1996)，在溫暖季節果實污斑指數(FI)與污斑直徑(FD)皆較低溫季節低，於冬季時污斑甚至遍及於整個果皮，有時還會誘導果皮出現銹斑(Eloisa *et al.*, 1994)，主要是由於當溫度下降時，會增加細胞膨脹，使膨壓增加以及可能引起果實表面之表皮細胞選擇性乳汁細胞支流的破裂。果實採收前1-3個月污斑發生指數與溫度呈現負相關，其中以採收前2個月之最高溫與最低溫具較高的發生率與直徑(Eloisa *et al.*, 1994)。早期學者發現在潮濕季節污斑發生較為嚴重，因此Chan 及 Toh (1988)懷疑可能因潮濕環境導致污斑發生，但1994年，Eloisa等學者試驗結果得知，污斑發生指數與果實採收前任何時間之降雨量無直接關係，但採收前2個月降雨量與污斑直徑正相關，可能影響水分狀態而提升膨壓，導致污斑直徑增加。

在營養部分，缺鈣常被認為是造成果實生理障礙之誘因，如番茄尻腐病(blossom-end rot)、蘋果苦痘病(bitter pit)皆是因缺鈣引起，因此學者起初推測污斑發生是否與果實鈣含量具相關性，於巴西里約熱內盧地區調查‘台農一號’已達園藝成熟度之果實，在污斑發生較高(冬季)/低(夏季)之月份其果梗、內側果皮、外側果皮鈣濃度之變化，結果顯示在污斑較高月份，無論果梗或內外側果皮之鈣濃度、Ca/K、Ca/Mg皆比斑點較少月份高，且外側果皮(污斑較多)鈣濃度亦比內側高(Campostrini *et al.*, 2005)，在台灣雲林地區觀察到相似結果，污斑較嚴重之1月‘台農二號’果實催熟後外側果皮鈣濃度明顯較高，而其他月份，催熟後內外側果皮均無異(林，2007)，以上兩個試驗皆顯露出低濃度鈣與污斑發生無直接關係，反而發現污斑指數較高之果實鈣含量卻較高，推測原因為較高之營養，可能誘導細胞壁變得較堅硬而降低彈性，當膨壓增加時，導致細胞破裂而誘導污斑發生(Campostrini *et al.*, 2005)。

目前研究指出，污斑發生與品系遺傳有關，可以利用育種方式，以不同基因型雜交來獲得對污斑敏感度較低之品種，學者利用 Line19 污斑敏感度較低品系與對污斑敏感度較高 Line20 之品系進行雜交，結果經 Line19×Line20 所產生之後裔，較污斑敏感度高之父母本明顯可降低污斑發生之徵狀，約可降低27-68% (Chan and Toh, 1988)。另外，於污斑未發生前果實經覆蓋褐色、白色紙袋在果實生長後期均能有效降低果實污斑發生指數(Eloisa *et al.*, 1994; Kaiser *et al.*, 1996)。雖然果斑產生，並不會影響果肉食用品質，但果實外觀為消費者購買時主要考慮之因素，加上近年來外銷至日本，對方國家亦相當重視此問題，而限制到外銷市場與銷售金額。故本試驗希望能利用果房包覆之方式，探討降低果實污斑之可行性，期能釐清果斑發生之關鍵因子，擬定有效對策，以減少污斑發生，提高果實外觀品質，減少採後損耗，以提升番木瓜國際市場之競爭力。

## 材料方法

### 一、試驗材料與方法

本試驗主要分二個試驗地區，分別為高雄地區與南投地區，以台農二號(Tainung No.2)番木瓜作為本試驗材料。

#### (一) 高雄地區果房包覆不織布(Non-woven fabric)或泰維克<sup>®</sup>布(Tyvek)對‘台農二號’番木瓜果實品質之影響

試驗材料由高雄農業改良場王仁晃先生提供之‘台農二號’(Tainung No.2)果實為材料，試驗地點在高雄縣六龜鄉新威村果園進行，果房包覆處理日期為 2006 年 11 月 27 日，試驗共分為不套袋(對照組)、泰維克<sup>®</sup>布(Tyvek)、不織布(Non woven material)3 種處理，泰維克<sup>®</sup>布為杜邦公司產品，不織布基重為 100g/m<sup>2</sup>，外層具撥水性。處理植株選擇生長勢、葉片、結果數目等生育性狀相近之植株，處理前全株噴施滅大松、嘉賜銅及亞拖敏等藥劑，待藥劑乾燥後再行包覆，覆蓋範圍從最底部一片葉(即第 27 片葉)以下的果實到果房的最後一粒果實，完成包覆後再束緊所有的開口。於 2007 年 3 月 1 日，即果房包覆 96 天後，進行果實品質分析，共 5 重覆。

#### (二) 南投地區果房包覆泰維克<sup>®</sup>布(Tyvek)對‘台農二號’番木瓜果實品質之影響

試驗材料採自南投縣名間鄉高姓果園，以種植一年生之‘台農二號’(Tainung No.2)果實為材料，果實於 2006 年 12 月 27 日起，將污斑未出現之果實利用泰維克<sup>®</sup>布(Tyvek)進行果房包覆，但果房下半部未用緊束帶封口，尚留有通風。選相似且健壯之植株進行調查，植株為 5 重覆，另選 5 株做為對照組，並記錄袋內外溫度變化。果實採收一溝轉色(10%轉色)，每次採收果實數量不一，分別於 2007 年 2 月 13 日、3 月 7 日、4 月 2 日進行採收，即果房包覆 48、70、96 天。

### 二、調查項目與方法

#### (一) 袋內外溫度之測定

本試驗於南投地區進行，將溫度探針分別裝置於袋子內側與外側，利用 Date logger (Sato, model SK-L200TH)記錄 2007 年 1 月 1 日至 2007 年 1 月 31 日，1 個月中每天每小時袋內外溫度之變化。

#### (二) 調查污斑發生面積百分比

計算每處理果實中表面發生污斑面積，再以百分比表示之。

#### (三) 葉綠素螢光反應

將每處理果實先進行 30 分鐘以上的暗處理(dark adapted)，以攜帶式葉綠素螢光分析儀(portable chlorophyll fluorometer, MiNi-PAM, Walz, Germany) 測定果實赤道部位對稱兩點。所連接的探針利用特殊光纖(special fiberoptic 2010-F)瞬間提供測定光與飽和脈衝光，並由下列公式計算而得 PS II 活性，Fo 為最小螢光釋放量，Fm 為最大螢光釋放量， $Fv = Fm - Fo$ ， $Fv/Fm = (Fm - Fo)/Fm$ ，螢光反應以  $Fv/Fm$  之比值表示之。

#### (四) 果皮顏色之測定

利用手持式色差儀(MiniScan<sup>®</sup>XE Plus, Model 4500S) 於果實赤道部份，取對稱兩點，測其果實之顏色，其得值有 L、a\*、b\*值與 C、H 值，分別以  $C=(a^2+b^2)^{1/2}$ ， $H=\tan^{-1}b/a$  計算之。

#### (五) 乳汁體積之測定

乳汁體積測定方法參考 Eloisa 等(1994)，以注射針頭(22 號)穿刺果實赤道面表皮深 4mm 後，立即接上最大刻度 20 $\mu$ l 之毛細管(microcapillary pipets)，紀錄乳汁上升之高度，並換算為體積。體積( $\mu$ l)=乳汁上升 cm 數 $\times$ 毛細管半徑<sup>2</sup> $\times\pi$ 。

#### (六) 水分潛勢測定

取 3 面果皮三個直徑 11mm 圓片放入樣品杯，以露點水分潛勢測定儀(Dewpoint PotentiaMeter, WP4, Decagon Devices)測定其樣品，將測得之值以 MPa 單位表示。

#### (七) 全可溶性固形物之測定

將番木瓜果實從赤道面對切，取中間果汁，利用手持式折射計(hand refractometer, Atago, Model N1)，測定果汁中全可溶性固形物(total soluble solid, TSS)的含量。單位以 $^{\circ}$ Brix 表示。

#### (八) 硬度之測定

將番木瓜果實從赤道面對切，以手持式硬度計(Penetrometer F327)測定果實赤道兩端穿刺內部果肉時，單位面積內所需最大力量，硬度計單位為公斤(kg)，再將讀值乘以 9.8 換算成牛頓(N)表示之。

#### (九) 無機元素分析

將試驗之果實品質測定完後，取果實下半部果皮與果肉切丁後以液態氮固定之，進行冷凍乾燥 4 天，取出後果皮用研磨機磨成粉末狀，果肉則用研砵磨碎，並保存於凍箱。分析時迅速稱取已冷凍乾燥之果皮與果肉 0.5g 粉末置於坩鍋中，放入灰化爐(muffle furnace)內，先以 200 $^{\circ}$ C 加熱 2 小時，再持續以 400 $^{\circ}$ C 加熱 1 小時，最後以 550 $^{\circ}$ C 加熱 2 小時，使樣品完全灰化。待樣品冷卻後從灰化爐取出，加入 5ml 2N HCl (Merck)使樣品完全溶解後，以無灰分(ashless)濾紙(Whatman#42)過濾，過濾時以去離子水將坩鍋中殘留之灰分洗入，再將濾液定量至 25ml 後，裝入 50ml 塑膠瓶中保存待測定。

在元素分析部分，磷元素測定方法採用鉬黃法(vanadate-molybdate yellow method)，取濾液 1ml 加 3ml 去離子水再加 1ml 鉬黃試劑，稀釋 5 倍，混合均勻後靜置 10 分鐘，以分光光度計(Spectrophotometer, Hitachi U-2000)測定 470nm 之吸收值。鉀、鎂元素測定方法各取濾液 0.1ml 加 3.9ml 之去離子水，稀釋 40 倍，測鈣取濾液 0.1ml 加 3.9ml 之去離子水及 1ml (w/v) 5% 氧化鑷(lanthanum oxide)，稀釋 50 倍，振盪均勻後，用原子吸收儀測定(Varian 20A Techtron atomic absorption spectrophotometer)測定之。

氮之分析採用 Micro-Kjeldahl 法，精稱 0.2g 果皮與果肉粉末包於濾紙(Whatman#1)中，置於分解管中加入 1g 凱氏氮催化劑(Merck 8030)，加入 4.5ml 濃硫酸(聯工)之後，立刻置

於 410°C 分解爐加熱 2 小時半，果肉多加熱半小時，加熱期間將分解管轉兩次，以免殘留於管壁上，待分解之樣品呈淡綠色時取出冷卻後並加入 15ml 去離子水，再將樣品倒入 Micro-Kjeldahl 裝置容器中，加 20ml 的 12N NaOH。另外裝有 2% 硼酸(boric acid)(pH 5.0) 20ml 指示劑(19 $\mu$ M Bromocresol Green 及 25 $\mu$ M Methyl Red)之燒杯，收集經蒸餾之氨水至杯內達 50ml 取出，再以 1/14N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 標準酸滴定，計算含氮之百分比。

#### (十) 總酚類化合物含量測定

取番木瓜果實外側果皮、果肉 1g (FW) 左右置於冰浴下加入 5ml 之 0.1M 之磷酸緩衝溶液(0.1M Phosphate buffer, pH7.0)，以研鉢進行研磨後，置於 12ml 離心管中，以 20000xg、4°C 下離心 20 分鐘，以 Miracloth (Merck) 過濾，取其上層澄清液備用。分析方法採用 Keith 等(1958)之方法，取上層澄清液 0.1ml 稀釋至 1ml，加入 0.1ml 之 Folin-Ciocalteus phenol reagent (Merck) 及 0.2ml 之 20% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 與 8.7ml 去離子水，振盪均勻後，利用沸水煮 3 分鐘後取出冷卻，再以分光光度計(Spectrophotometer, Hitachi U-2000)測定波長 660nm 下之吸收值。標準曲線以 100ppm caffeic acid 配製。單位以  $\mu$ g/g-FW 表示。

#### (十一) 苯丙胺酸脫氨裂解酶活性之測定

修改至 Cheng 及 Breen(1991)之分析方法，稱取 2g 鮮重之果皮、果肉置於研鉢，加入 5ml 0.1N 之硼酸緩衝液(pH8.8，含 2mM EDTA 與 5mM 2-mercaptoethanol)及少許海砂於冰浴下均勻磨碎，磨碎後倒入離心管中，置於 4°C 恆溫箱、轉速 100rpm 振盪 1hr 後，將樣品於 4°C、高速低溫離心 20000xg 20 分鐘，之後利用 Miracloth(Merck) 過濾後，取上清液備用。上清液於測定前先置 40°C 下活化 15 分鐘(此步驗結果無差異，所以可以不做)後加 L-苯丙胺酸(L-Phenylalanine)迅速混合振盪置於 40°C 下反應 1 小時，立即加 0.1ml 6NHCl 停止反應。再以分光光度計(Spectrophotometer, Hitachi U-2000)測定波長 290nm 吸收值之變化，以 0-10ppm cinnamic acid 製作標準曲線，再換算為  $\mu$ g t-cinnamic acid/hr·g-FW。

## 結 果

### 一、果房包覆泰維克®布(Tyvek)對‘台農二號’番木瓜果實袋內外溫度之變化

南投地區 1 月份‘台農二號’番木瓜果實每天溫度呈不規則變化，其中最高溫可達 32.6°C，最低溫為 4.2°C，之間相差甚大，且 1 月份溫度變化，袋外最高溫高於袋內最高溫 0-4°C，而袋外最低溫低於袋內最低溫 0.8-4.2°C(圖 1)。另外在 1 月份最低溫當日溫度之變化，零晨至上午 7 時以袋內溫度高於袋外溫度 1-3°C，從上午 7 時溫度會逐漸上升，至 13 時袋外溫度達到最高，為 23.1°C，此時袋內為 17.6°C，在此期間以袋外溫度較高，至下午 4 時轉成袋內溫度明顯高於袋外溫度 1-4.1°C(圖 2)。而 1 月份最高溫當日袋內外溫度之變化與最低溫日雷同，於 0:00-7:00、15:00-23:00 袋內溫度皆明顯高於袋外溫度，分別高出 0.8-2.5°C、0-3.2°C(圖 3)。

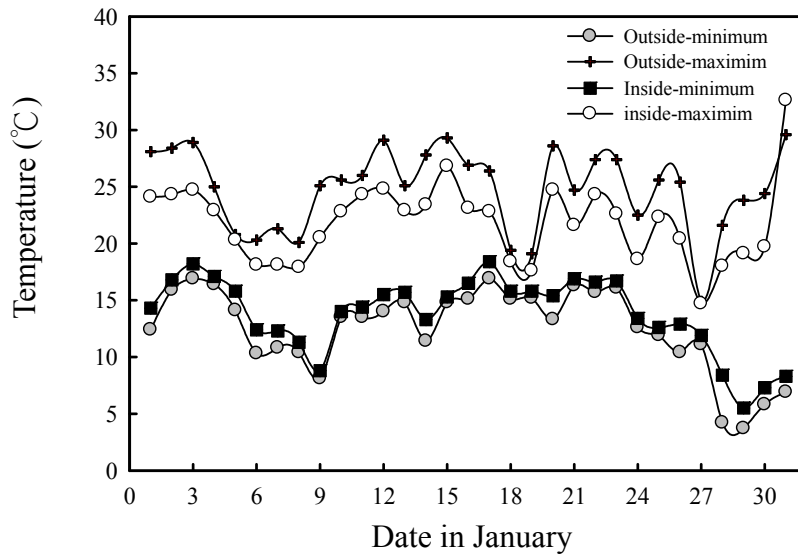


圖 1. 南投地區 1 月份‘台農二號’番木瓜果實果房包覆泰維克布後袋內外最高溫與最低溫每日溫度之變化。

Fig. 1. Fluctuation of the outside and inside maximum and minimum temperature of the Tyvek wrapped ‘Tainung No.2’ papaya fruits on January in Nantou.

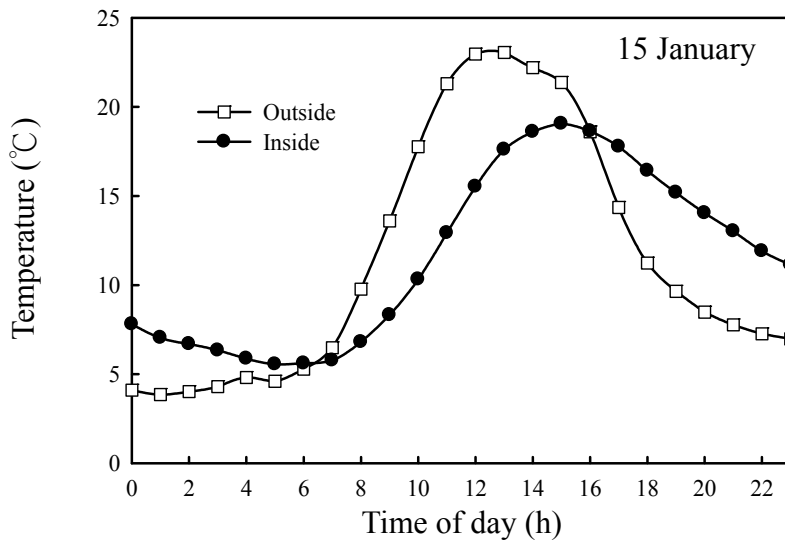


圖 2. 南投地區 1 月份‘台農二號’番木瓜果實果房包覆泰維克布後平均最低溫之袋內外溫度日變化。

Fig. 2. Fluctuation of the daily minimum temperature at inside and outside of Tyvek wrapped ‘Tainung No.2’ papaya fruits on January in Nantou.

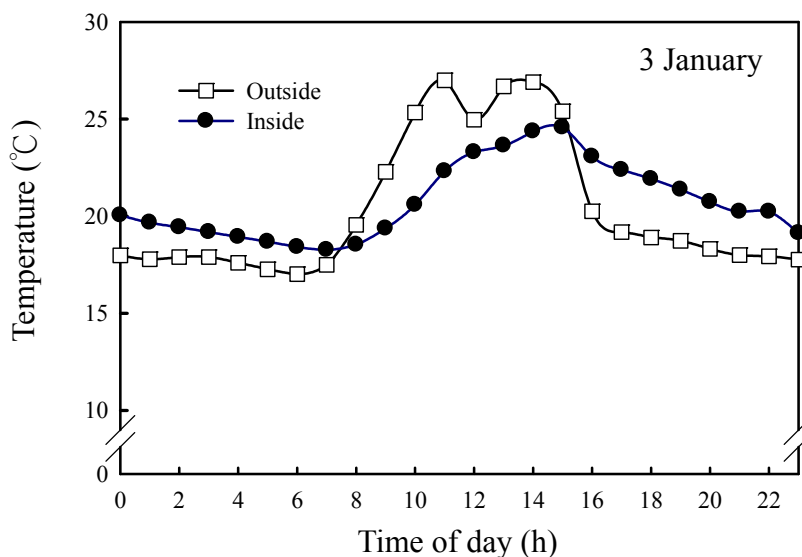


圖 3. 南投地區 1 月份‘台農二號’番木瓜果實果房包覆泰維克布後平均最高溫之袋內外溫度日變化。

Fig. 3. Fluctuation of the daily maximum temperature at inside and outside of Tyvek wrapped ‘Tainung No.2’ papaya fruits on January in Nantou.

## 二、果房包覆不同材質對‘台農二號’番木瓜果實外觀之影響

高雄地區於果實污斑未出現前，開始進行果房包覆不織布或泰維克<sup>®</sup>布處理，於套袋後 96 天採收，結果顯示以泰維克<sup>®</sup>布處理污斑發生面積較少，為 62%，對照組與不織布處理在採收時表皮污斑發生面積高達 92% (圖 4)。在南投地區試驗結果，套泰維克<sup>®</sup>布處理與對照組果實表面幾乎佈滿了嚴重污斑，似乎無明顯降低污斑產生，尤其在果實外側污斑情形較內側嚴重(圖 5)，果皮污斑發生面積在套袋的第 48、70 天，與對照組之間均無差異，發生面積高達 89-93.4%，但在套袋第 96 天，套泰維克<sup>®</sup>布處理果皮污斑發生面積為 82.9% 略低於未套袋處理(圖 6)。

在果皮顏色部分，高雄地區以泰維克<sup>®</sup>布處理其 L 值、b\*、C 值明顯較對照組及不織布高(表 1、表 2)，泰維克<sup>®</sup>布處理明顯可以提早轉色(圖 7)，但不織布處理與對照組之間無顯著差異(表 1)。而南投地區隨著果房包覆時間增加，在套袋第 96 天，除了 a\* 值與對照組無顯著差異外，其餘在顏色表現上，L 值(亮度)、b\* 值、C 值皆較對照組高，顯示果實轉色較未套袋處理快，其中葉綠素螢光 Fv/Fm 值以泰維克<sup>®</sup>布處理最低，顯示果皮葉綠素含量較低(表 2)。

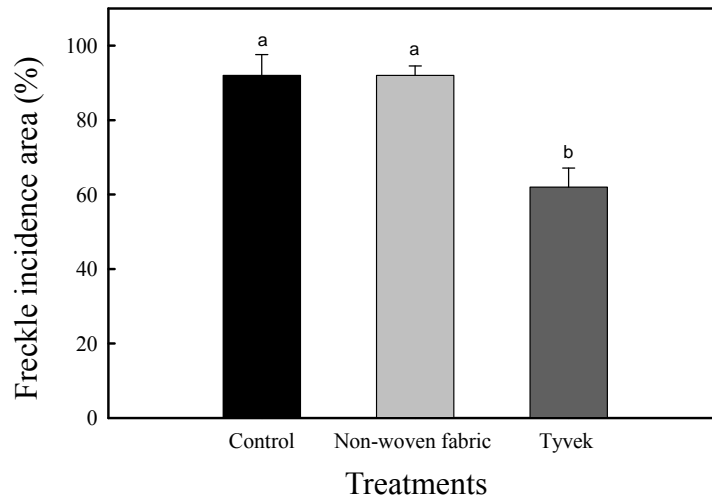


圖 4. 高雄地區果房包覆不同材質對‘台農二號’番木瓜污斑發生面積之影響。

Fig. 4. Effect of cluster wrapping with different material on skin freckle incidence area of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Kaohsiung. Bars with a graph topped by the same letters are not significantly different at  $P=0.05$  by Duncan’s multiple range test. Vertical bars represent  $\pm$ SE.

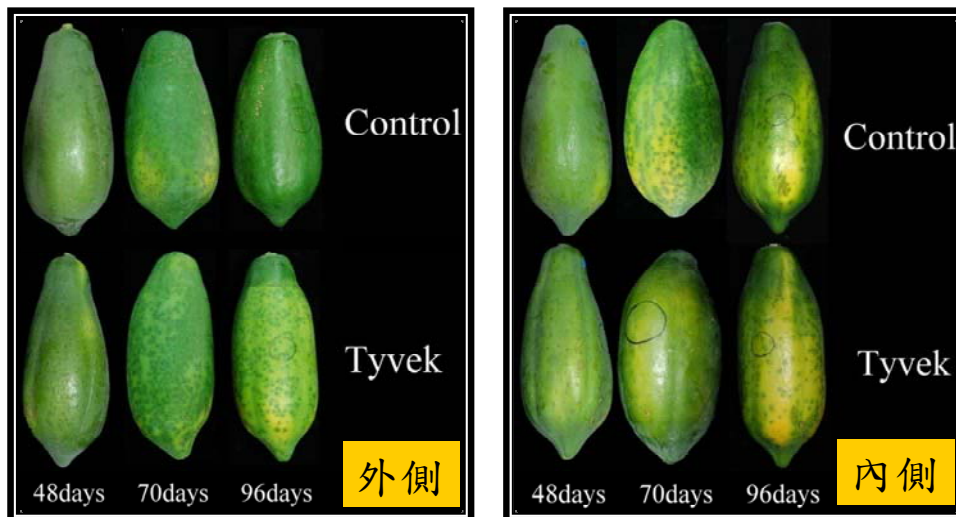


圖 5. 南投地區果房包覆泰維克布 48、70、96 天對‘台農二號’番木瓜果實內外側污斑之變化。

Fig. 5. Changes in skin freckle of abaxial and adaxial side of ‘Tainung No.2’ papaya fruits after cluster wrapping with Tyvek material in Nantou.



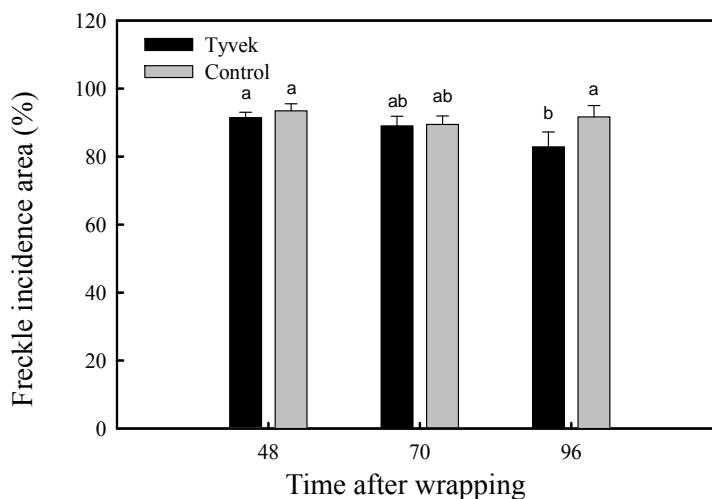


圖 6. 南投地區果房包覆泰維克布對‘台農二號’番木瓜污斑發生面積之變化。

Fig. 6. Changes in skin freckle incidence area of ‘Tainung No.2’ papaya fruits after cluster wrapping with tyvek material in Nantou. Bars with a graph topped by the same letters are not significantly different at  $P=0.05$  by Duncan’s multiple range test. Vertical bars represent  $\pm$ SE.

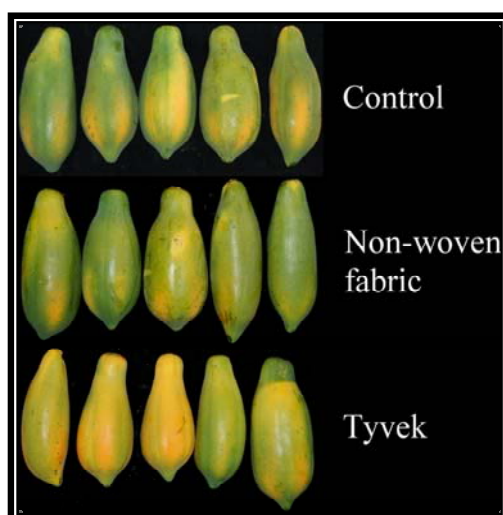


圖 7. 高雄地區果房包覆不織布或泰維克布對‘台農二號’番木瓜污斑之變化。

Fig. 7. Effect of cluster wrapping with Nov-wovwn fabric or Tyvek material on skin freckle of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Kaohsiung.

表 1. 高雄地區果房包覆不同材質對‘台農二號’番木瓜果皮顏色之影響

Table 1. Effect of cluster wrapping with different material on peel color of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Kaohsiung.

Treatments <sup>y</sup>	Fv/Fm	Peel color <sup>z</sup>				
		L	a*	b*	C	H
Control	0.76 a <sup>x</sup>	45.6 b	-2.5 a	30.7 b	31.3 b	97.1 a
Non-woven fabric	0.77 a	45.8 b	-1.9 a	32.6 b	33.2 b	94.9 a
Tyvek	0.71 b	55.2 a	2.3 a	44.4 a	44.8 a	87.8 a

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

<sup>y</sup> The fruit were determined at the 96th days after wrapping.

<sup>x</sup> Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

表 2. 南投地區果房包覆泰維克布對‘台農二號’番木瓜果實螢光、果皮顏色之影響

Table 2. Effect of cluster wrapping with Tyvek material on Fv/Fm value and peel color of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Nantou.

Time after wrapping	Treatments	Fv/Fm	Peel color <sup>z</sup>				
			L	a*	b*	C	H
48 days	Tyvek	0.75 <sup>y</sup>	40.2	-7.29	22.7	24.1	106.6
	Control	0.77	38.5	-8.00	20.9	22.5	111.4
	significance	ns <sup>x</sup>	ns	ns	ns	ns	ns
70 days	Tyvek	0.72	44.9	-7.06	32.7	33.8	103.8
	Control	0.79	39.7	-8.45	25.9	27.4	109.3
	significance	***	ns	ns	**	***	**
96 days	Tyvek	0.76	45.6	-9.48	36.2	37.5	105.2
	Control	0.80	38.6	-9.59	27.1	28.8	110.0
	significance	*	**	ns	**	**	**

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

<sup>y</sup> Mean separation within column by LSD test at 5% level.

<sup>x</sup> Ns, \*, \*\*, \*\*\* effect non-significant or significant at  $P \leq 0.05$  or 0.01 or 0.001, respectively.

### 三、果房包覆不同材質對‘台農二號’番木瓜果實內部品質之影響

高雄地區於套袋後第 96 天結果顯示，不同套袋材質與對照組之間全可溶性固形物、乳汁體積均無差異，其中果實全可溶性固形物介於 9.16-9.48°Brix，由於採收之果實已成熟故乳汁體積並不高，介於 0.49-0.68μl，但果重方面，泰維克®布處理果重為 604g，明顯低於未套袋處理，而果實硬度方面，以泰維克®布處理最低為 14.89N，套不織布與對照組之間並無差異，於對照組水分潛勢為-1.74MPa，明顯低於套不織布或泰維克®布處理(表 3)。而南投地區，無論是果房包覆 48、70、96 天，全可溶性固形物、硬度、水分潛勢、乳汁體積與對照組之間均無明顯差異，但果實重量方面，在套袋 48、70 天，套袋處理與對照組之間並無差異，值介於 730-835g，但套袋第 96 天，套泰維克®布處理果重為 937g，明顯小於未套袋處理(表 4)。

在無機元素部分，在高雄地區僅未套袋處理(對照組)其果肉鐵濃度明顯高於套袋處理，為 14.5ppm，其餘處理中果皮與果肉大量及微量元素均無顯著差異(表 5、表 6)。而南投地區，果實於套袋後 48、70 天，果皮中礦物元素均無顯著差異，但第 96 天時，套泰維克®布處理其果皮所含氮、磷、鉀濃度明顯較對照組低，但鐵濃度則是泰維克®布處理較高，為 58.22ppm(表 7)。而果肉變化趨勢較果皮明顯，果實套袋後 48 天，未套袋之果實其果肉鉀、鈣、鎂濃度高於套泰維克®布處理，在第 70 天套袋處理其果肉氮、鉀、鎂、鐵濃度皆較對照組低，但在 96 天時反而影響並不大，僅鉀、錳濃度較低(表 8)。

表 3. 高雄地區果房包覆不同材質對‘台農二號’番木瓜果實全可溶性固形物、硬度、水分潛勢及乳汁量之影響

Table 3. Effect of cluster wrapping with different material on total soluble solid, firmness, water potential and latex volume of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Kaohsiung.

Treatments <sup>y</sup>	Weight (g)	TSS <sup>z</sup> (°Brix)	Firmness (N)	Water potential (MPa)	Latex volume (μl)
Control	757 a <sup>x</sup>	9.48 a	21.95 a	-1.74 b	0.63 a
Non-woven fabric	701 ab	9.44 a	21.36 a	-1.54 a	0.68 a
Tyvek	604 b	9.16 a	14.89 b	-1.49 a	0.49 a

<sup>z</sup> TSS= Total soluble solid.

<sup>y</sup> The fruit were determined at the 96th days after wrapping.

<sup>x</sup> Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

表 4. 南投地區果房包覆泰維克布對‘台農二號’番木瓜果實重量、全可溶性固形物、硬度、水分潛勢及乳汁體積之影響

Table 4. Effect of cluster wrapping with Tyvek material on weight, total soluble solid, firmness, water potential and latex volume of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Nantou.

Time after wrapping	Treatments	Weight (g)	TSS <sup>z</sup> (°Brix)	Firmness (N)	Water potential (MPa)	Latex volume (μl)
48 days	Tyvek	736 <sup>y</sup>	8.80	107.8	-1.50	1.86
	Control	835	8.51	114.2	-1.43	2.32
	significance	ns <sup>x</sup>	ns	ns	ns	**
70 days	Tyvek	802	9.72	80.9	-1.76	2.15
	Control	737	9.55	96.0	-1.50	2.39
	significance	ns	ns	ns	**	ns
96 days	Tyvek	937	9.34	92.8	-1.79	2.02
	Control	1147	9.22	111.0	-1.55	2.12
	significance	*	ns	ns	ns	ns

<sup>z</sup> TSS= Total soluble solid.

<sup>y</sup> Mean separation within column by LSD test at 5% level.

<sup>x</sup> Ns, \*, \*\* effect non-significant or significant at  $P \leq 0.05$  or  $0.01$ , respectively.

#### 四、果房包覆不同材質對‘台農二號’番木瓜果實總酚類化合物與苯丙胺酸脫氫裂解酶活性之影響

果皮中總酚類化合物含量明顯高於果肉 2-3 倍，其中在高雄地區中套泰維克<sup>®</sup>布處理，值為 865 μg/g\*FW 明顯低於對照組與不織布處理(圖 8)，在南投地區也得到相似結果，進行果房包覆第 70、96 天，其果皮總酚類化合物含量皆較對照組低，值分別為 901、804μg/g\*FW(表 9)。而果肉中總酚類化合物含量則套袋處理與對照組之間均無顯著差異，值介於 362-425μg/g\*FW 之間(圖 8、表 9)。

苯丙胺酸脫氫裂解酶之變化趨勢與總酚類化合物雷同，無論是在高雄或南投地區，果皮苯丙胺酸脫氫裂解酶活性皆以套泰維克<sup>®</sup>布處理最低(圖 9、表 9)，而套不織布處理活性為 292μg t-cinammic acid/ g·hr·FW，與對照組相比並無差異(圖 9)，而果肉活性則不受套袋與否及套袋天數所影響(圖 9、表 9)。

表 5. 高雄地區果房包覆不同材質對‘台農二號’番木瓜果皮無機元素濃度之影響

Table 5. Effect of cluster wrapping with different material on the mineral concentration of peel of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Kaohsiung.

Treatments <sup>z</sup>	Macro element (%)					Micro element (ppm)			
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
Control	3.36 a <sup>y</sup>	0.71 a	3.84 a	0.52 a	0.21 a	38.6 a	21.4 a	29.6 a	9.29 a
Non-woven fabric	3.41 a	0.74 a	4.04 a	0.61 a	0.22 a	38.0 a	21.7 a	26.0 a	17.88 a
Tyvek	3.18 a	0.67 a	3.68 a	0.47 a	0.21 a	42.5 a	20.5 a	27.3 a	5.99 a

<sup>z</sup> The fruit were determined at the 96th days after wrapping.<sup>y</sup> Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

表 6. 高雄地區果房包覆不同材質對‘台農二號’番木瓜果肉無機元素之影響

Table 6. Effect of cluster wrapping with different material on the mineral concentration of pulp of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Kaohsiung.

Treatments <sup>z</sup>	Macro element (%)					Micro element (ppm)			
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
Control	0.70 a <sup>y</sup>	0.06 a	0.87 a	0.20 a	0.14 a	14.5 b	2.89 a	6.59 a	1.70 a
Non-woven fabric	0.73 a	0.07 a	0.84 a	0.24 a	0.15 a	18.7 a	3.49 a	8.58 a	1.80 a
Tyvek	0.73 a	0.07 a	0.89 a	0.23 a	0.15 a	18.3 a	3.19 a	8.68 a	1.60 a

<sup>z</sup> The fruit were determined at the 96th days after wrapping.<sup>y</sup> Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

表 7. 南投地區果房包覆泰維克布對‘台農二號’番木瓜果皮無機元素濃度之影響  
 Table 7. Effect of cluster wrapping with Tyvek material on the mineral concentration of peel of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Nantou.

Time after wrapping	Treatments	Macro element concentration (%)					Micro element concentration (ppm)			
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
48 days	Tyvek	3.61 <sup>z</sup>	0.84	5.31	1.13	0.27	54.13	21.72	29.24	4.14
	Control	3.74	0.86	5.13	1.19	0.27	56.91	21.70	25.64	3.69
	significance	ns <sup>y</sup>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
70 days	Tyvek	3.63	0.80	5.06	1.05	0.27	45.21	20.19	21.73	3.14
	Control	3.59	0.81	5.02	1.03	0.28	43.59	20.74	21.78	2.99
	significance	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
96 days	Tyvek	3.43	0.64	3.62	0.66	0.26	58.22	22.87	23.72	2.30
	Control	3.93	0.78	4.09	0.85	0.29	48.35	28.50	27.67	2.07
	significance	*	*	**	ns	ns	**	ns	ns	ns

<sup>z</sup>Mean separation within column by LSD test at 5% level.

<sup>y</sup> NS, \*,\*\* effect non-significant or significant at  $P \leq 0.05$  or 0.01, respectively.

表 8. 南投地區果房包覆泰維克布對‘台農二號’番木瓜果肉無機元素濃度之影響

Table 8. Effect of cluster wrapping with Tyvek material on the mineral concentration of pulp of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Nantou.

Time after wrapping	Treatments	Macro element concentration (%)					Micro element concentration (ppm)			
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
48 days	Tyvek	0.62 <sup>z</sup>	0.05	1.27	0.31	0.17	17.28	2.28	4.86	1.33
	Control	0.63	0.05	1.41	0.38	0.19	16.88	1.59	5.06	1.43
	significance	ns <sup>y</sup>	ns	**	**	**	ns	**	ns	ns
70 days	Tyvek	0.61	0.04	2.25	0.35	0.16	16.03	0.16	3.23	1.35
	Control	0.66	0.04	2.42	0.37	0.18	17.83	0.01	2.03	1.26
	significance	**	ns	**	ns	**	*	ns	ns	ns
96 days	Tyvek	0.76	0.06	1.36	0.39	0.2	19.67	1.05	7.19	0.45
	Control	0.75	0.06	1.51	0.47	0.19	20.61	1.57	6.63	0.35
	significance	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns

<sup>z</sup> Mean separation within column by LSD test at 5% level.<sup>y</sup> NS, \*, \*\* effect non-significant or significant at  $P \leq 0.05$  or 0.01, respectively

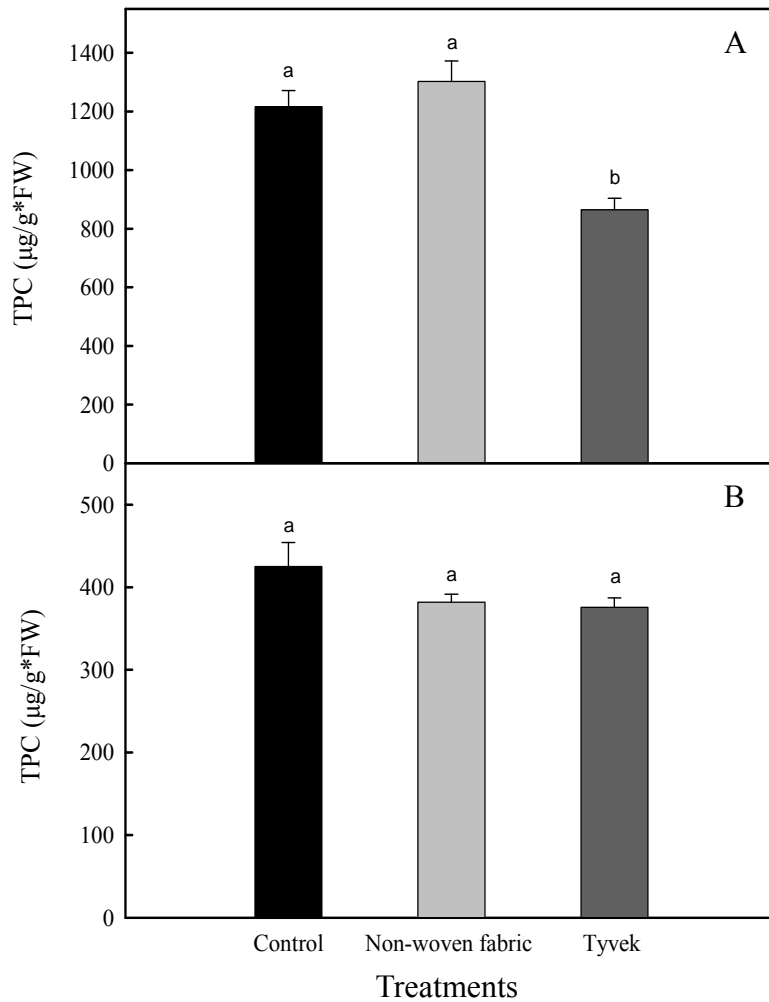


圖 8. 高雄地區果房包覆不同材質對‘台農二號’番木瓜果皮(A)與果肉(B)總酚類化合物之影響。

Fig. 8. Effect of cluster wrapping with different material on total phenolic compound (TPC) of peel (A) and pulp (B) of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Kaohsiung. Bars with a graph topped by the same letters are not significantly different at P=0.05 by Duncan’s multiple range test. Vertical bars represent ±SE.



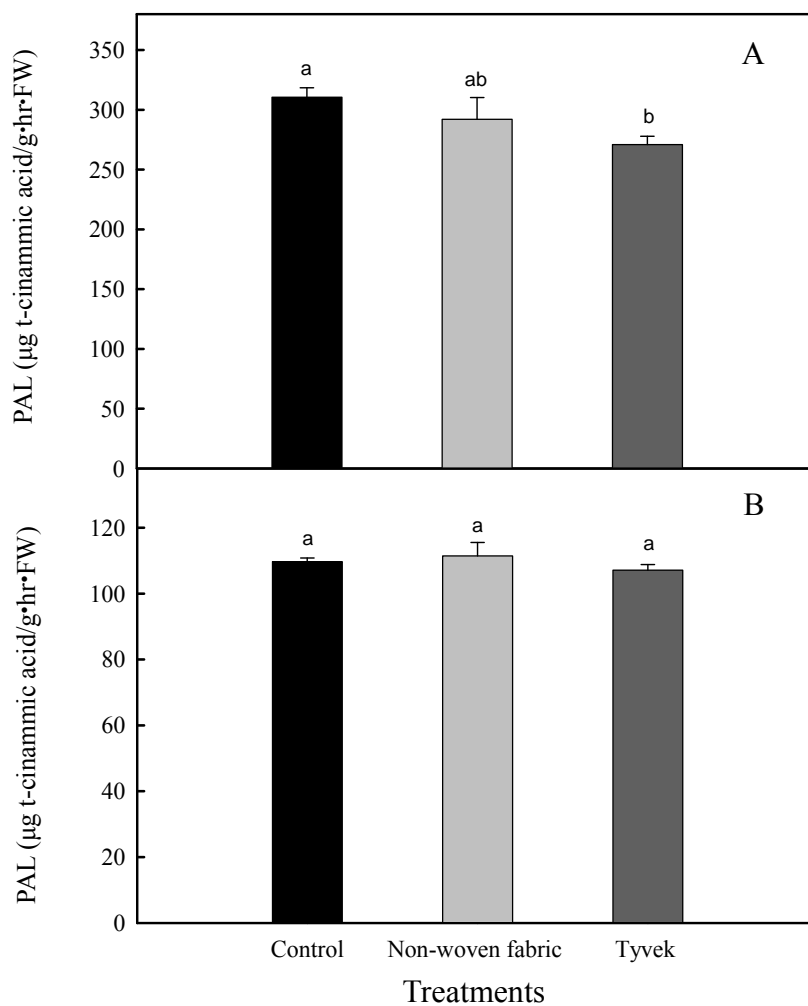


圖 9. 高雄地區果房包覆不同材質對‘台農二號’番木瓜果皮(A)與果肉(B)苯丙胺酸脫氨裂解酶活性之影響。

Fig. 9. Effect of in cluster wrapping with different material on phenylalanine ammonia-lyase (PAL) active of peel (A) and pulp (B) of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Kaohsiung. Bars with a graph topped by the same letters are not significantly different at P=0.05 by Duncan’s multiple range test. Vertical bars represent±SE.

表 9. 南投地區果房包覆泰維克布對‘台農二號’番木瓜果皮與果肉總酚類化合物、苯丙胺酸脫氨裂解酶活性之影響

Table 9. Effect of cluster wrapping with Tyvek material on total phenolic compound (TPC) and phenylalanine ammonia-lyase (PAL) of peel and pulp of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Nantou.

Time after wrapping	Treatments	TPC <sup>z</sup>		PAL <sup>y</sup>	
		(µg/g*FW)		(µg-cinammic acid/g·hr·FW)	
		Peel	Pulp	Peel	Pulp
48 days	Tyvek	1086 <sup>w</sup>	362	348	84.5
	Control	1064	414	311	85.2
	Significance	ns <sup>v</sup>	ns	*	ns
70 days	Tyvek	901	374	442	- <sup>x</sup>
	Control	1002	334	419	-
	Significance	*	ns	ns	-
96 days	Tyvek	814	375	277	114.6
	Control	1072	417	323	116.2
	significance	***	ns	**	ns

<sup>z</sup> TPC= Total phenolic compound

<sup>y</sup> PAL= Phenylalanine ammonia-lyase

<sup>x</sup> No data.

<sup>w</sup> Mean separation within column by LSD test at 5% level.

<sup>v</sup> ns,\*,\*\*,\*\*\* effect non-significant or significant at  $P \leq 0.05$  or 0.01 or 0.001, respectively.

## 討 論

番木瓜污斑主要發生於低溫季節，Eloisa 等學者(1994)推論可能在低溫時誘導果實膨壓增加而使乳汁管破裂，進而誘導污斑產生，尤其以採收前 2 個月時環境最高溫與最低溫最具相關性，因此本試驗希望能利用套袋方式來降低溫度之波動，亦希望藉此改善果實外觀。番木瓜一般採網室栽培，所以平日亦較不易受果實蠅所侵入，因此鮮少看見番木瓜果實進行套袋，早期學者曾推薦番木瓜在受強風豪雨侵襲後以報紙覆蓋果實可避免日燒之發生(王，1995)，亦曾推廣農民在輪點毒素病(ringspot virus)危害嚴重時，利用套袋方式來降

低發病率，但施行結果在嚴重病區效果不佳，故不易被農民採納(王，1991)，之所以套袋不易被農民採用的主要原因在於番木瓜屬於連續結果之作物，果實需長期採收，一般從開花到採收大約需要 4-5 月(Sankat and Maharaj, 1997)，若以紙袋逐粒套袋方式，除耗費人工外，恐怕無法耐久用也無法重複利用，導致農民不易接納，需研發一種能耐久用且成本低之資材，才能使農民接受度提高。

目前不織布是僅次於紙袋，常用於果實套袋之資材，由於它具備良好的透氣性外，亦具有保溫、防蟲、撥水性等優點(郭，2001)，在葡萄、高接梨(張與張，2005)、楊桃果實(熊，1997)皆有相當好之效果。本試驗除了利用不織布材質進行套袋外，亦以泰維克<sup>®</sup>布做為另一試驗材料，而泰維克(Tyvek)材質是以高密度聚乙烯(polyethylene; PE)為原料製成，具防水、防黴、耐摺性強等優點(邱，1990)，且材質屬低熱傳導性，產品本身不因陽光照射而吸熱，且可回收再利用，目前台灣多用於花椰菜花球遮光保護用(郭，2001)，另外郭等(1999)曾以泰維克袋進行苦瓜套袋處理其效果不錯，但目前為止此材質仍鮮少運用於果實套袋。

本試驗分別於高雄、南投地區調查，探討果房包覆泰維克<sup>®</sup>布或不織布對番木瓜果實品質與降低果皮污斑是否具有可行性。番木瓜果實套袋時間為果實生長至一定大小時進行套袋，一般植株生長至 9 個月大時最適宜(王，2007)，主要是由於植株剛種植 4-5 月，每個葉片都很重要，若此時進行全果房套袋，會影響葉片行光合作用，而太晚施行的話，植株結果之節位已相當高，亦不利作業。由於污斑發生主要在冬、春季，因此本試驗主要在 11-12 月份進行套袋，初步在高雄地區試驗結果，果實以泰維克<sup>®</sup>布效果較不織布材質佳，故在南投地區試驗僅用泰維克<sup>®</sup>布進行果房包覆，另外考慮到若將整個果房完全包覆住，除了不利果實蒸散作用外，也不利農民採收，所以在南投地區試驗，果房下半部未用緊束帶封口，留通風之狀態。

#### 一、果房包覆對袋內微氣候環境之變化

套袋材質亦會影響袋內微氣候環境之變化，在南投地區番木瓜果實套泰維克<sup>®</sup>布後，於零晨至太陽升起前，以袋內溫度高於袋外溫度(圖 2、3)，但從早上 7 點後，太陽升起時，溫度會慢慢遞增，此時亦轉成袋外溫度高於袋內 0-3.7°C，至中午達到最高溫，至下午 3-4 點時又轉成袋內溫度明顯高於袋外溫度 0-4.1°C(圖 2、3)，這亦與番石榴、文旦、桃果實之套袋處理有所不同，主要可能受到套袋材質而有不同表現，番石榴套聚乙烯袋+內襯白色舒果套之果實於中午前以袋內高於袋外溫度(楊，2004)，‘Opal’桃果實套聚乙烯(polyethylene; PE)袋後，在中午時果實表面溫度比未套袋者高出 2.2°C(Li *et al.*, 2001)，而文旦套白色紙袋，在日照最強時，於樹冠南方其袋內溫度高於袋外 5.7-9.4°C(黃，1993)，其夜間溫度均無差異，而‘Doyenne du Comice’西洋梨套聚丙烯(polypropylene)袋後，在 9:36-19:12 會使袋內溫度高於袋外約 3°C 左右(Amarante *et al.*, 2002)。在試驗中觀察發現，1 月份每日溫度呈不規則變化，最高溫可達 32.6°C，最低溫為 4.2°C，之間相差甚大(圖 1)，其中在一月最低溫當日，套袋處理日夜溫差為 12.7°C，而未套袋處理溫差甚至高達 19°C(圖 2)，而在最高溫當日，套袋處理日夜溫差為 5°C，而未套袋處理溫差為 10°C(圖 3)，明顯

低於最低溫日，而污斑產生亦主要發生在溫差波動變化較為劇烈的冬季，以上結果顯示番木瓜果實經套泰維克<sup>®</sup>布處理明顯可以降低溫度之差距。

## 二、果房包覆對番木瓜果實外觀品質之影響

一般果實套袋後除了可以提升果實外觀外，亦可減少果皮擦傷以及病蟲害接觸，學者指出番木瓜果實進行果房包覆能有效降低炭疽病(anthraxnose)之發生，亦可以減少農藥附著於果實上，但對於防治蒂腐病(stem end rot)、果疫病(phytophthora fruit rot)則無顯著效果(王, 2007)。本試驗於高雄地區進行果房套袋 96 天，以泰維克<sup>®</sup>布處理明顯可降低污斑發生，於 3 月份時(污斑指數較高之月份)，在果實成熟時僅出現 65% 污斑發生面積，而果房套不織布(基重 100g/m<sup>2</sup>)處理其效果並不佳(圖 4)，但王(2007)研究顯示，果實利用果房套袋 61 天後，無論是泰維克<sup>®</sup>布或不織布皆可降低污斑發生，隨著套袋時間增加，效果更佳，於套袋後 105 天，污斑指數更只有不套袋處理之一半(黃和王, 2006)，這期間之差異，仍需進一步探討不織布之可行性。另外在另一試驗區，南投名間鄉試驗結果顯示，果房套泰維克<sup>®</sup>布對降低果斑效果並不佳，在套袋第 48、70 天果實表皮上污斑發生面積仍高達 82.9-93.4%，與對照組相差甚少，在外觀上，果實表皮幾乎佈滿了嚴重污斑，雖然在套袋第 96 天，套泰維克<sup>®</sup>布處理果皮污斑發生面積略低於未套袋處理(圖 6)，但整體來說，污斑仍極為嚴重，顯示果斑發生與溫度波動存在極大關係。另外，值得注意的是南投地區套袋後污斑顏色與未套袋果實不同，經套袋的果實，污斑呈綠色不規則之形狀，於污斑周圍會有水浸狀邊緣，而未套袋果實，污斑則會呈現網狀圖案及木栓化之現象(圖 5)。學者於南非地區在冬季前將果實套褐色紙袋(Kaiser *et al.*, 1996)或在夏威夷進行套白色紙袋處理(Eloisa *et al.*, 1994)，亦能減少污斑之發生，但以上之方法只能降低污斑發生面積，並無法完全抑制污斑產生。

另外在果皮顏色表現上，果實經套泰維克<sup>®</sup>布處理其 L 值(亮度)、b\*值、C 值(彩度)皆較未套袋處理高，但 a\*值與色相角度則無差異，另外學者提到新興梨以不織布套袋後，其果皮顏色著色較為均勻，亮度較好且賣相較佳(張與張, 2005)，但在本試驗果房包覆不織布處理在顏色表現上則與對照組無明顯差異(表 1)，而南投地區，最開始在套袋第 48 天，果皮顏色與對照組間並無差別，隨著套袋時間增加，與對照組間差距更為明顯，於套袋第 96 天顯示，套泰維克<sup>®</sup>布後果皮 L 值(亮度)、b\*值、C 值(彩度)均較高，而色相角度、葉綠素螢光值(Fv/Fm)較低，顯示番木瓜果實經套袋後表皮更為明亮且光彩(表 2)。在果實重量方面，套袋初期不受影響，但隨著套袋時間增加，在 96 天時套泰維克<sup>®</sup>布處理果重明顯小於對照組約 150-200g 左右(表 3、4)，推測可能是因為果實進行包覆前有除去阻礙套袋之葉片，因此可能會降低碳水化合物吸收，且套袋後果實提早成熟，所以果重部分明顯較輕，而套不織布處理則和對照組無差異，本試驗結果與前人研究不同，王(2007)利用泰維克<sup>®</sup>布進行果房包覆 61 天後，其果重與對照組無顯著差異，而郭等(1999)提到‘月華’苦瓜套泰維克<sup>®</sup>袋後明顯可以增加果重，亦可增加批發價格，與本試驗結果有所出入。

## 三、果房包覆對番木瓜果實內部品質之影響

‘台農二號’番木瓜果實進行果房包覆，結果顯示無論是高雄地區或南投地區，果實套袋後第 48、70、96 天，不同套袋材質與對照組之間全可溶性固形物、乳汁體積均無差異，其中果實全可溶性固形物介於 8.5-9.7°Brix(表 3、4)，與文旦(黃, 1993)、葡萄(張與張, 2005)、紅龍果果實(艾, 2003)結果一致，而番石榴套袋後其糖酸比提高(林等, 1992)，但蘋果套二層紙袋(Fallahi *et al.*, 2001)或透光的黑色紙袋，內層為半透明的綠色或紅色紙袋則會降低果實全可溶性固形物(Proctor and Lougheed, 1976)，以上試驗結果不一，不同套袋材質對於糖度之差異，可能主要與套袋時間早晚以及材質通氣性有關，反而較不受透光與否所影響。在硬度部分，高雄地區以採成熟果進行調查，結果顯示泰維克<sup>®</sup>布處理明顯低於不織布與對照組處理(表 3)，主要可能是套泰維克<sup>®</sup>布處理可提早果實成熟之原因，而南投試驗果實皆採一溝黃轉色(10%轉色)，所以在統計上看不出其差異(表 4)。

雖然套袋具有許多優點，但仍具有一些負面效果，像是蘋果套紙袋會加劇果實傷害，而此現象在採收前給於短時間曝露自然光則是可以減低傷害(Fan and Mattheis, 1998)，另外蘋果圍繞黑色布袋(Amarante *et al.*, 2002)或褐色紙袋(Witney *et al.*, 1991)皆會增加苦痘病、花萼尾端褐化之發生，芒果套塑膠袋處理會造成失重增加而縮短其櫛架壽命(Hofman *et al.*, 1997)。於本試驗中，在高雄地區於污斑出現前進行果房包覆，至第 96 天後進行採收，分析其無機元素含量，結果顯示，除了對照組果肉鐵濃度明顯高於套袋處理外，其餘果皮與果肉大量及微量元素均無顯著差異(表 5、表 6)，而在南投地區試驗結果，果實在套袋後第 48、70 天，果皮中礦物元素均無顯著差異，但第 96 天時，套泰維克<sup>®</sup>布處理者果皮所含氮、磷、鉀濃度明顯低於對照組，但鐵濃度則是泰維克<sup>®</sup>布處理較高(表 7)，進一步比較高雄地區與南投地區元素之變化，結果顯示，高雄地區經由全果房密封處理，其果皮氮、鈣含量明顯較南投地區低。蘋果套二層紙袋其果肉氮、鉀、銅濃度較對照組高(Fallahi *et al.*, 2001)，但番木瓜果實套袋後果實元素含量似乎無此現象發生，在試驗中，果肉變化趨勢較果皮明顯，果實套袋後 48 天，未套袋之處理其果肉鉀、鈣、鎂濃度皆高於套泰維克<sup>®</sup>布處理，在第 70 天套袋處理其果肉氮、鉀、鎂、鐵濃度皆比對照組低，但在第 96 天時反而影響並不大，僅鉀、錳濃度較低(表 8)，結果顯示，套袋處理的果實僅在套袋初期元素含量會受到影響，隨著套袋時間增加，反而影響較不顯著，此現象與芒果套白色紙袋情形類似，芒果果實在套袋 56 天後鈣濃度會下降，隨著套袋時間增加反而並無差異(Hofman *et al.*, 1997)。推測可能是由於泰維克<sup>®</sup>布具有良好通氣性，不像‘Big Top’油桃及‘Opal’桃果實套塑膠袋而容易增加袋內相對溼度，而使果實之蒸散作用降低(Li *et al.*, 2001)，而鈣主要經由蒸散作用傳送，所以組織中蒸散速率較高，通常鈣濃度較高，若果實之蒸散作用下降，會間接地減少鈣向果實的輸入。

#### 四、果房包覆對番木瓜果實酵素活性之變化

前人研究提到番木瓜果實污斑之情形與褐化現象相似(林, 2007)，所以在污斑發生時可能會誘導二次代謝物(secondary metabolites)之累積，而二次代謝物包括酚類、類黃酮、香豆素、木質素、生物鹼、萜類等種類繁多(Gershenzo, 2002)，此外，套袋後會降低果實

受光面積，而影響果實著色，主要影響花青素之生成。通常在光照情況下，會誘導較少苯丙胺酸脫氫裂解酶產生，但光不足時亦會導致苯丙胺酸脫氫裂解酶不活化，而限制花青素的累積(Faragher, 1983)。而本試驗主要探討套袋對總酚類化合物與苯丙胺酸脫氫裂解酶活性之影響，結果顯示套泰維克<sup>®</sup>布處理其果皮的總酚類化合物以及苯丙胺酸脫氫裂解酶活性皆會降低(圖8、9、表9)，但套不織布處理則和對照組間並無差異(圖8、9)，顯示套袋後酵素活性易受到抑制，而果肉中總酚類化合物、苯丙胺酸脫氫裂解酶活性似乎較不受套袋所影響，與對照組之間均無顯著差異(圖8、9、表9)。而污斑發生可能與逆境引發褐化相關生理反應有關(林，2007)，本試驗結果，套泰維克<sup>®</sup>布污斑指數較低，其總酚類化合物與苯丙胺酸脫氫裂解酶亦較低，似乎亦證明果皮上污斑發生與果實在逆境時引發其生理反應有極大關係。

在栽培上，目前並無法完全抑制污斑之發生，唯一解法方法僅能用套袋之方式來降低溫度之波動，進而減低果實表皮上污斑發生面積，試驗結果以泰維克<sup>®</sup>布效果較不織布處理佳，因此推薦農民利用泰維克<sup>®</sup>布進行果房包覆，成本約 60-70 元(王，2007)，加上此材質洗淨後可重覆使用，亦可省去逐粒套袋之麻煩，較易被農民所接納，對於套袋時間而言，在本試驗中，高雄地區在套袋後 96 天即可降低污斑發生，但南投地區果實套袋 3 個月後僅少量降低污斑面積，因此可能需在接近秋季時就需進行果房包覆，且需增加套袋時間，希望能利用果房包覆之方式來降低番木瓜果斑之情形，期能獲得較佳之外觀，以增加番木瓜在市場上的競爭力。

## 參 考 文 獻

- 王仁晃。2007。木瓜全果房套袋技術。高雄區農技報導 pp.1-15。
- 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。
- 王德男。1995。番木瓜。台灣農家要覽農作篇(二)。財團法人豐年社。pp.109-116。
- 艾蕾雅。2003。熱帶果樹果實套袋及塑形對其形態及品質之影響。屏東科技大學熱帶農業暨國際合作研究所碩士論文。台灣：屏東。174 pp。
- 林玉茹。2007。‘台農二號’番木瓜果實品質、礦物營養與生理性斑點之周年性調查。國立中興大學園藝學系碩士論文。台灣：台中。99 pp。
- 林芳存、郭銀港、呂明雄。1992。套袋對番石榴果實大小及品質之影響。嘉義農專學報 29: 37-45。
- 邱俊雄。1990。泰維克合成紙物理性質之研究。林業試驗所研究報告季刊 5: 65-68。
- 張林仁、張致盛。2005。不織布資料應用於水果套袋之研究。台中區農業改良場研究彙報 89: 11-17。

- 郭孚耀。2001。不織布的特性及在農業上的用途。台中區農業專訊 34: 5-8。
- 郭純德、李堂察、蔡平里。1999。田間套袋對苦瓜品質之影響。中國園藝 45: 152-158。
- 黃明雅、王仁晃。2006。冬季全果房套袋減少番木瓜果實污斑發生。台灣園藝(摘要) 52: 521。
- 黃阿賢。1993。套袋對文旦果實生長、品質與袋內溫度的影響。中國園藝 39: 198-208。
- 楊建榮。2004。套袋處理對‘水晶’番石榴果實生育及品質之影響。國立中興大學園藝系研究所碩士論文。台灣：台中。114 pp。
- 熊同銓。1997。套袋對於楊桃果實品質之影響。提昇果樹產業競爭力研討會專集 III p.111-115。
- Amarante, C., N. H. Banks, and S. Max. 2002. Effect of preharvest bagging on fruit quality and postharvest physiology of pears (*Pyrus communis*). N. Z. J. Crop Hort. Sci. 30: 99-107.
- Campostrini, E., H. C. Lima, J. G. de Oliveira, P. H. Monnerat, and C. S. Marinho. 2005. Ca concentration and meteorological variables: Relationships with skin freckles in papaya (*Carica papaya* L.) fruit. Bragantia. 64: 601-613.
- Chan, Y. K. and W. K. Toh. 1988. Resistance to papaya fruit freckles among three among three breeding lines and their hybrids. MARDI Res. J. 16: 103-107.
- Cheng, G. W. and P. J. Breen. 1991. Activity of phenylalanine ammonia-lyase (PAL) and concentrations of anthocyanins and phenolics in developing strawberry fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116: 865-869.
- Eloisa, M., Q. Reyes, and R. E. Paull. 1994. Skin freckles on ‘Solo’ Papaya fruit. Sci. Hortic. 58: 31-39.
- Fallahi, E., W. M. Colt, C. R. Baird, B. Fallahi, and I. Chun. 2001. Influence of nitrogen and bagging on fruit quality and mineral concentration of ‘BC-2’ Fuji’ apple. HortTechnology 11: 462-466.
- Fan, X. and J. P. Mattheis. 1998. Bagging ‘Fuji’ apples during fruit development affects color development and storage quality. HortScience 33: 1235-1238.
- Faragher, J. D. 1983. Temperature regulation of anthocyanin accumulation in apple skin. J. Exp. Bot. 34: 1291-1298.
- Gershenzo, J. 2002. Secondary metabolites and plant defense. pp.286-291. In: Plant physiology (3rd), L. Taiz. and E. Zeiger eds. Sinauer Associates, Inc.
- Hofman, P. J., L. G. Smith, D. C. Joyce, G. I. Johnson, and G. F. Meiburg. 1997. Bagging of mango (*Mangifera indica* cv. ‘Keitt’) fruit influences fruit quality and mineral composition. Postharvest Biol. Technol. 12: 83-91.
- Kaiser, C., P. Allan, B. J. White, and F. M. Dehrmann. 1996. Some morphological and physiological aspects of freckle on papaya fruit. J. S. Afr. Soc. Hort. Sci. 6: 37-40.
- Keith, R. W., D. L. Tourneau, and D. Mahlum. 1958. Quantitative paper-chromatographic

- determination of phenols. *J. Chromatogr.* 1: 534-536.
- Li, S. H., M. Genard, C. Bussi, J. G. Huguet, R. Habib, J. Besset, and R. Laurent. 2001. Fruit quality and leaf photosynthesis in response to microenvironment modification around individual fruit by covering the fruit with plastic in nectarine and peach trees. *J. Hort. Sci. Biotech.* 76: 61-69.
- Proctor, J. T. A. and E. C. Loughheed. 1976. The effects of covering apples during development. *HortScience* 11: 108-109.
- Sankat, C. K. and R. Maharaj. 1997. Papaya. p.167-189. In: *Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruit*. S. K. Mitra eds. CAB International. New York.
- Witney, G. W., M. Kushad, and J. A. Barden. 1991. Induction of bitter pit in apple. *Sci. Hortic.* 47: 173-176.



## Fruit Quality and Skin Freckle as to Cluster Wrapping in 'Tainung No.2' Papaya (*Carica papaya* L.) Fruits

Tzu-I Lu <sup>1)</sup> Huey-Ling Lin <sup>2)</sup> Ren-Huang Wang <sup>3)</sup>

Key words: *Carica papaya* L., Cluster wrapping, Skin freckle, Tyvek, Nonwoven fabric material

### Summary

The main cause of the skin freckle was related to the low-temperature. Wrapping fruits in bags to reduce the temperature fluctuation improved the situation. In Nantou County more skin freckles occurred than in Kaohsiung due to the differences in temperature in the two areas. Cluster wrapping of fruits with Tyvek material before the appearance of freckles, while still attached to the tree, could reduce the physiological disorder after bagging for 96 days. Tyvek material was better than Non-woven material for the purpose. Moreover, wrapping increased brightness and chroma of the peel, but reduced fruit weight at harvest. No significant differences in total soluble solids, and latex volume of fruits were found between Tyvek and non-wrapping treatments. The potassium, calcium and magnesium of pulp were less after 48 days wrapping with cluster Tyvek than non-wrapping treatment. With increasing in time of bagging, only potassium, manganese concentrations were decreased. Total phenolic compound and phenylalanine ammonia-lyase activity were less after cluster wrapping with Tyvek. In conclusion, skin freckles occurrence seems to be associated with browning of fruits and environmental stress.

---

1) Graduate Student in MS. Program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Associate professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.  
Corresponding author.

3) Assistant researcher of Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station.

