

不同套袋材料對「玉荷包」荔枝果實著色與農藥殘留之影響

方信秀¹ 李文立² 黃基倬¹ 梁佑慎^{3,*}

摘要

方信秀、李文立、黃基倬、梁佑慎。2016。不同套袋材料對「玉荷包」荔枝果實著色與農藥殘留之影響。台灣農業研究 65(2):184–193。

本試驗以「玉荷包」荔枝著果後 55 d 之果實，以不同套袋材質包括網袋、半白袋、全白袋、黃袋與黑袋在樹上進行套袋處理，以慣行農藥防治法為對照組，欲找出提升「玉荷包」荔枝品質與食用安全之栽培模式。結果顯示，使用各種紙質套袋皆顯著增加荔枝果皮花青素含量，使用黃色套袋與黑色套袋則會顯著降低葉綠素含量。各種套袋防治處理皆可顯著減少落果率，並減緩果實生長速度，使果重較輕。農藥殘留檢測結果顯示，於對照組有 3 種農藥殘留，網袋與半白袋有 2 種農藥微量檢出，套白袋、黃袋與黑袋則完全未被檢出。本研究結果顯示，以合適材質套袋處理可減少農藥施用次數及農藥殘留，增加荔枝果皮花青素含量，提升「玉荷包」荔枝食用安全之商品價值。

關鍵詞：荔枝、套袋、農藥殘留、食用安全。

前言

荔枝在中國種植超過 2,200 年，並擴展到亞太地區成為荔枝主要產地，所生產的荔枝占全世界 95% 之產量。台灣、印度、泰國及越南等國家屬於新興的生產國 (Mitra & Pathak 2010)。台灣地理位置介於北緯 21°50' 至 25°20' 間，剛好跨越熱帶與亞熱帶，適合荔枝生產。據 2013 年農委會農業統計年報顯示，台灣荔枝種植面積為 11,388 ha (Agriculture and Food Agency 2013)，主要種植於高雄市、台中市、南投縣、台南市、彰化縣、嘉義縣與屏東縣。北部與東北部冬季與初春降雨影響荔枝開花著果，相較之下中南部氣候較適合荔枝生產。全台荔枝面積約有 7 成種植「黑葉」品種，而廣受歡迎的「玉荷包」荔枝生產面積約 2,600 ha，其中高雄地區約 2,000 ha 為「玉荷包」荔枝重要產區 (Teng & Fang 2012)。

荔枝果皮色澤受到不同色素含量比例影

響。於前人研究指出，植物色澤主要受 4 群色素依不同含量共同調控，分別為葉綠素 (chlorophyll)、類黃酮 (flavonoid)、類胡蘿蔔素 (carotenoid) 以及甜菜素 (betalain)。葉綠素為脂溶性且普遍存在植物葉綠體 (chloroplast) 中，依濃度不同呈現不同深度的綠色；類黃酮為水溶性，其中以花青素 (anthocyanin) 對色彩呈現之影響最甚，依構型不同與所在環境 pH 值呈現橘、粉紅、紅、紫、藍及黑藍等顏色。類胡蘿蔔素為脂溶性，可於雜色體 (chromoplast) 中高濃度累積，呈現橘、紅、青銅及褐色 (Davies & Schwinn 2010; Xie *et al.* 2011; He *et al.* 2012)。甜菜素累積於液胞 (vacuole)，可呈現黃、橘、紅及紫色，此類色素目前只被發現累積於石竹目 (Caryophyllales) 植物中，此目最具代表性的水果為火龍果；甜菜素在該類植物中取代花青素之地位，為紅紫等色澤呈現的主要色素。目前對甜菜素

投稿日期：2015 年 5 月 4 日；接受日期：2015 年 10 月 2 日。

* 通訊作者：justinliang@mail.npust.edu.tw

¹ 農委會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所熱帶果樹系助理研究員。台灣 高雄市。

² 農委會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所熱帶果樹系副研究員兼系主任。台灣 高雄市。

³ 屏東科技大學農園生產系助理教授。台灣 屏東縣。

相關生理機制瞭解尚不完整，未來仍需進一步探討 (Han *et al.* 2009)。而荔枝果皮色澤主要由葉綠素與花青素含量所控制 (Lee & Wicker 1991)。不同品種荔枝成熟後期，果皮隨著葉綠素與花青素累積程度不同，可呈現綠色、淺綠色、綠中帶紅、紅中帶綠、淺紅色與鮮紅色等不同色澤 (Wei *et al.* 2011)。紅色果皮品種於授粉後 12–15 wk 由淺綠轉成黃綠色，並於授粉後 16–20 wk 由黃紅色轉為深紅色，紅色色澤已知為花青素累積於細胞中所呈現，此花青素主成分為矢車菊素-3-芸香苷 (cyanidin-3-rutinoside) 高於 75%，矢車菊素-3-葡萄糖苷 (cyanidin-3-glucoside) 與錦葵花素-3-乙醯基葡萄糖苷 (malvinidin-3-acetylglucoside) 則分別少於 17% 與 9% (Javier *et al.* 1999; Zhang *et al.* 2004)。但果皮色澤於採收後，色素易快速分解轉變為褐色，失去商品價值 (Huang & Scott 1985; Zhang & Quantick 1997; Jiang & Fu 1998; Jiang *et al.* 2004)。

高品質農產品一直是台灣精緻農業的代表，栽培過程經常運用套袋方式提升品質。套袋不但可調整果皮色澤，亦可減少病蟲害發生，為台灣相當普遍的栽培模式。包括芒果、香蕉、番石榴、番荔枝、台灣棗、火龍果與蓮霧皆利用套袋提高農產品價值，並依需求分別使用不同套袋材質以獲取最佳品質 (Lai 2002; Chiang *et al.* 2004; Nguyen *et al.* 2004; Chen 2011)。荔枝若於幼果或中果期套袋可有效防止荔枝細蛾與東方果實蠅叮咬，減少落果與蟲害侵擾 (Wen & Liou 2008)。然而，因荔枝著果量不穩定且套袋人力成本較高，農友多以頻繁噴藥方式進行病蟲害防治。近年來內外銷市場農藥抽檢不合格之情事時有所聞，再加上食安問題逐漸受到消費者重視，為提升消費者食品安全，針對荔枝套袋對品質之影響進行探討。

材料與方法

栽培處理條件

本試驗選用農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所 15 年生「玉荷包」植株，於 2014 年開

花著果後進行 7 次用藥，套袋處理於套袋前施藥 4 次，其後即不施藥 (表 1)。套袋處理分別為慣行農藥施用法 (no bagging)、網袋 (net bag)、半面白半面透明袋 (half-white bag)、全白袋 (white bag)、黃袋 (yellow bag) 與黑袋 (black bag) 等 6 種。網袋為同力纖維廠股份有限公司生產之 16 目網袋，長 30 cm，寬 45 cm。半面白半面透明袋與全白袋為合眾紙業生產，長 40 cm，寬 20 cm。黃袋與黑袋亦為合眾紙業生產，長 30 cm，寬 25 cm。套袋時機為生理落果後之中果期 (2014/4/23)。施藥種類包括大滅松 44% 乳劑 (dimethoate)、40.8% 陶斯松乳劑 (chlorpyrifos)、2.4% 第滅寧水懸劑 (deltamethrin)、50% 芬殺松乳劑 (fenthion)、33.5% 快得寧水懸劑 (oxine-copper)、80% 福賽快得寧濕性粉劑 (fosetyl-aluminium + oxine-copper) 與 40.64% 加保扶水懸劑 (carbofuran)，施藥與套袋時間詳見表 1。每個套袋套 1 個果穗，各套袋處理進行 8 重複。套袋前計算著果數量，並於各套袋處理內安置連續記錄型照度計與溫度計 (HOBO Pendant Temperature/Light Data Logger UA-002, Onset, Boston, USA)，每 10 min 記錄 1 份資料，連續記錄 1 mo。

果實園藝性狀調查

果實於 2014/5/25 同時採收並進行果實園藝性狀調查。落果率計算套袋當天與採收時著果數量，每個套袋處理 8 重複。各處理隨機取 25 粒果實進行單果重記錄。著色比例於 0–100% 以 10% 為級距分級，先取出 10 個級距標準品，再逐粒進行著色比例分級。可溶素固型物分析隨機取 10 粒果實以數位型糖度計 (PAL-1, ATAGO, Tokyo, Japan) 測定。果皮色差值使用色差儀 (color meter ZE 2000, Nippon Denshoku, Tokyo, Japan) 測定果實色差值 (L、a、b 值)，測定時將果目平滑處緊密貼實於測定口避免漏光。各處理分別測定 4 個果實，各 3 個點，共 12 重複。L 值表示亮度，數值愈大則愈亮；a 值正值表示紅色度，負值表示綠色度；b 值以正值表示黃色度，負值表示藍色度。各處理分別取 3 粒果實進行葉

表 1. 農藥施用與套袋處理時間表 (2014 年 3–5 月)。

Table 1. Record of pesticide applications and bagging treatments (March–May, 2014).

Date	Treatment	Bagging treatment					
		No bagging	Net bag	Half-white bag	White bag	Yellow bag	Black bag
March 22th	Deltamethrin 1,500×, Chlorpyrifos 1,000×, Oxine-copper 2,000×	• ^z	•	•	•	•	•
March 28th	Carbofuran 1,200×, Dimethoate 1,000×, Fosetyl-aluminium + oxine-copper 1,000×	•	•	•	•	•	•
April 7th	Deltamethrin 1,500×, Fenthion 1,000×, Oxine-copper 2,000×	•	•	•	•	•	•
April 17th	Chlorpyrifos 1,000×, Dimethoate 1,000×, Fosetyl-aluminium + oxine-copper 1,000×	•	•	•	•	•	•
April 25th	Bagging						
April 28th	Deltamethrin 1,500×, Carbofuran 1,200×, Oxine-copper 2,000×	•					
May 8th	Deltamethrin 1,500×, Fenthion 1,000×, Oxine-copper 2,000×	•					
May 16th	Deltamethrin 1,500×, Oxine-copper 2,000×	•					
May 25th	Harvest and investigation						

^z Pesticide treatment; note: all these treated fruit were harvested and analyzed for pesticide residues on May 25th.

綠素分析 (Yang *et al.* 1998)，將果皮剝成碎片後隨機取 0.2–0.3 g，以電子天平測定後置於研鉢以液態氮快速磨碎，再加入 1.4 mL 80% acetone 萃取後置於 1.5 mL 離心管。於常溫下以 16,000× g 離心 (260D, Denville, NJ, USA) 5 min。取 1 mL 上清液，置入石英測光管，於分光光度計 (U-2900, HITACHI, Tokyo, Japan) 測定 663.6 與 646.6 nm 波長吸光值。代入公式計算葉綠素 a、b 濃度 (Porra *et al.* 1989)，Chlorophylls a + b 濃度 ($\mu\text{g g}^{-1}$) = $(17.76 \times A_{646.6} + 7.34 \times A_{663.6}) / \text{採樣鮮重 (g)}$ 。接續使用相同果實進行花青素測定，將果皮剝成碎片後隨機取 0.2–0.3 g，以電子天平測定後，置於研鉢使用液態氮快速磨碎，再加入 1.4 mL 80% methyl alcohol 萃取。置入 1.5 mL 離心管中於常溫下以 16,000× g 離心 5 min，取 1 mL 上清液，置入石英測光管於分光光度計 (U-2900, HITACHI, Tokyo, Japan) 測定 530 與 657 nm 波長之吸光值。套入公式計算花青素濃度，總花青素濃度 ($\mu\text{g g}^{-1}$) = $(A_{530} - 0.333 \times A_{646.6}) / \text{採樣鮮重 (g)}$ (Giusti & Wrolstad 2001)。

農藥殘留分析

果實採收後，各處理各抽樣 1 kg 果實送往農業藥物毒物試驗所進行農藥殘留分析，該所將種子去除了，連皮帶果肉使用歐盟公告之 QuEChERS 分析法進行分析 (利用氣相及液相層析串聯式質譜儀定性及定量分析)。

統計分析

所有資料皆於 Microsoft Office Word 與 Excel 進行資料輸入與圖表繪製，另使用 SAS 9.13 版本進行統計分析，並以最小顯著差異分析法 (least significant difference; LSD) 進行變方分析。

結果

不同套袋內之溫度變化

由溫度與照度結果顯示套袋會影響袋內果實環境溫度，除了陰雨天氣溫變化較少之外，各種套袋處理袋內溫度變化相當大。調查採收前 1 mo 的平均溫度，於 13:00 達到最高溫，而 06:00 溫度最低。黑色套袋的溫度

上升最少，而其他套袋處理都可使袋內溫度上升，又以全白袋溫度增加最高。若以平均值觀察 13:00 之溫度，除黑袋溫度較不套袋低，其他套袋處理可增加 1–2°C 左右。細部觀察每日溫度變化，最低溫約 20°C，最高溫可達 48°C，全白袋於中午期間常較不套袋處理溫度高 3–7°C。可見套袋易減少空氣流通，並使果實環境溫度上升 (圖 1A、1B)。至於光照度部分，套袋處理光照度明顯減少，套黑袋則完全遮光，套黃袋遮光度次之，而以網袋遮光量最少 (圖 1C)。

果實外觀與園藝性狀

由採收後的果實外觀，可發現不套袋果實外觀較暗紅，套網袋、半白袋、全白袋與黃袋處理較為鮮紅，亦較為美觀。而不透光的黑袋則呈現鮮黃色，只有極小部分轉為紅色，推估

光刺激是轉化生成紅色花青素的重要因子 (圖 2)。

觀察果實園藝性狀分析結果，不套袋之果實單果重介於 21–30 g 之間，均重 25.6 g，顯著較所有套袋處理重 (圖 3A)。可溶性固型物分析中，以套網袋之可溶性固型物 20.5°Brix 最高，與不套袋、半白袋與全白袋達顯著性差異 (圖 3B)。而黑色套袋並未因完全不透光，使得可溶性固型物顯著下降。著色比例除了黑色套袋著色比例低於 1 成外，其他處理著色比例介於 46–65% 之間，不同套袋處理並沒有影響著色比例 (圖 3C)。調查套袋前與採收後之落果率，使用慣行農藥防治之落果率顯著性較套袋處理高 (圖 3D)。

為瞭解套袋處理對荔枝果皮葉綠素與花青素含量之影響，果皮葉綠素分析結果顯示，黃色與黑色套袋處理之果皮葉綠素含量皆顯著減

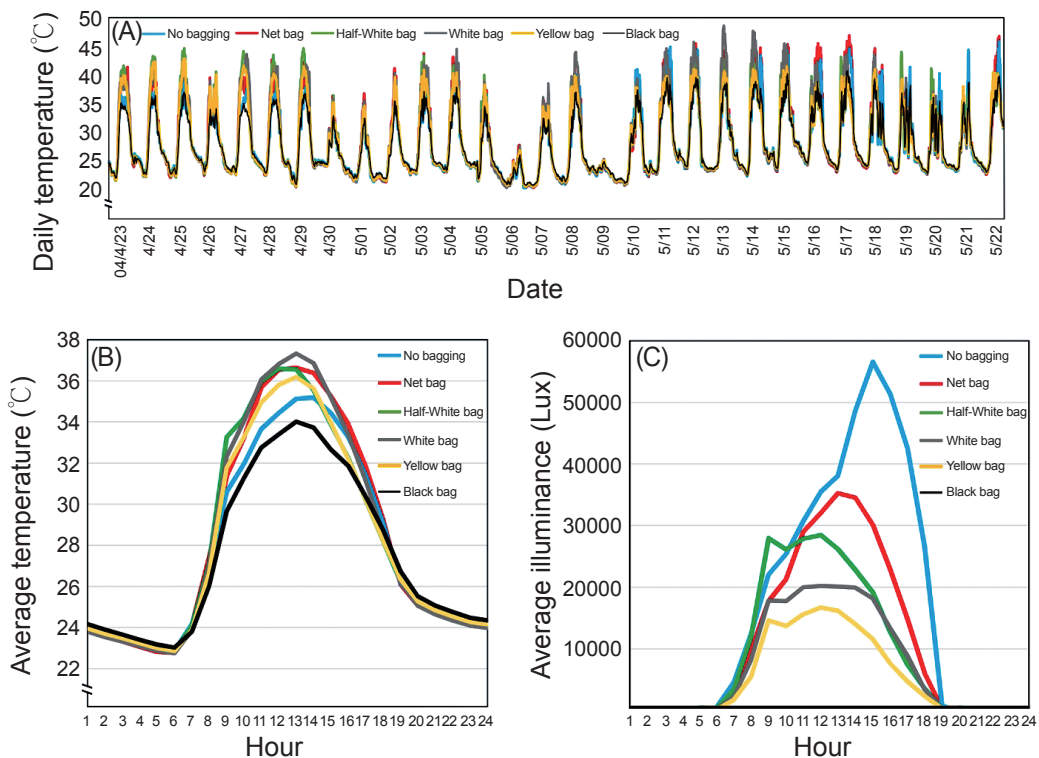


圖 1. 不同套袋處理袋內每日溫度變化 (A)、每小時之溫度變化 (B)、及每小時之光照度變化 (C)。

Fig. 1. Diurnal variations in temperature (A)–(B) and illuminance (C) inside bags made of different bagging materials.

少(圖 3E)。分析花青素含量可發現不套袋之花青素含量顯著較 4 種紙質套袋還低,使用塑膠網袋花青素含量雖未達顯著性差異,但亦較 4 種紙質套袋為低(圖 3F)。

進一步比對不同套袋處理之果皮色差質, L 值表示明亮度,黑色套袋使葉綠素含量大量減少, L 值為 56.82 顯著性高於其他套袋處理,而以黃色套袋 38.79 次之。a 值表示紅綠色,正值偏紅負值偏綠,因「玉荷包」為紅中帶綠之品種,可發現標準偏差數值偏高。除黑色套袋 a 值 1.57 最低之外,未套袋之慣行栽培處理 3.16 與全白袋之 2.06 數值均較偏低,表示紅色著色比例與紅色較淺。b 值表示黃藍色,黑色套袋 b 值 23.71,與其他處理有極顯著差異,表示果皮色澤顯著偏黃(表 2)。

果實農藥殘留分析

藥檢分析結果顯示,慣行農藥施用法可驗到 3 種農藥之殘留,包括 0.01 mg L^{-1} 陶斯松、 0.3 mg L^{-1} 第滅寧與 0.2 mg L^{-1} 芬殺松。其中第滅寧含量超過荔枝台灣農藥殘留標準 0.2 mg

L^{-1} ,但未超過日本進口農藥殘留標準 0.5 mg L^{-1} 。而網袋處理檢驗到 0.01 mg L^{-1} 陶斯松與 0.01 mg L^{-1} 第滅寧,半白紙袋處理檢驗到 0.01 mg L^{-1} 陶斯松。而全白袋、黃袋與黑袋處理農藥殘留結果均為零檢出(N.D.; non-detective),亦即樣品之農藥殘留量低於偵測極限(表 3)。

討論

「玉荷包」荔枝在台灣因為產期較「黑葉」、「糯米糍」及「桂味」早採收,且具有大果、紅中帶綠美觀外表與焦核率高等優良特性,使「玉荷包」荔枝一直以來具有高價送禮嘗鮮的市場價值,惟其生產栽培有產量不穩、人力成本過高與產期過度集中等缺點(Teng & Fang 2012)。在食用安全上,則因「玉荷包」無套袋及網室栽培,為防治東方果實蠅與荔枝細蛾,果農通常在於著果後,每 7–10 d 施藥一次進行病蟲害防治,至採收前 10–14 d 停止用藥。因果園開園採收期約 2 wk,如採收前適逢降雨,部分農民為避免藥效減弱使蟲害發生而再



圖 2. 「玉荷包」荔枝不同套袋處理之果皮色澤外觀。

Fig. 2. The peel color of 'Yu-Her-Pao' litchi fruit packed on tree with different bagging materials.

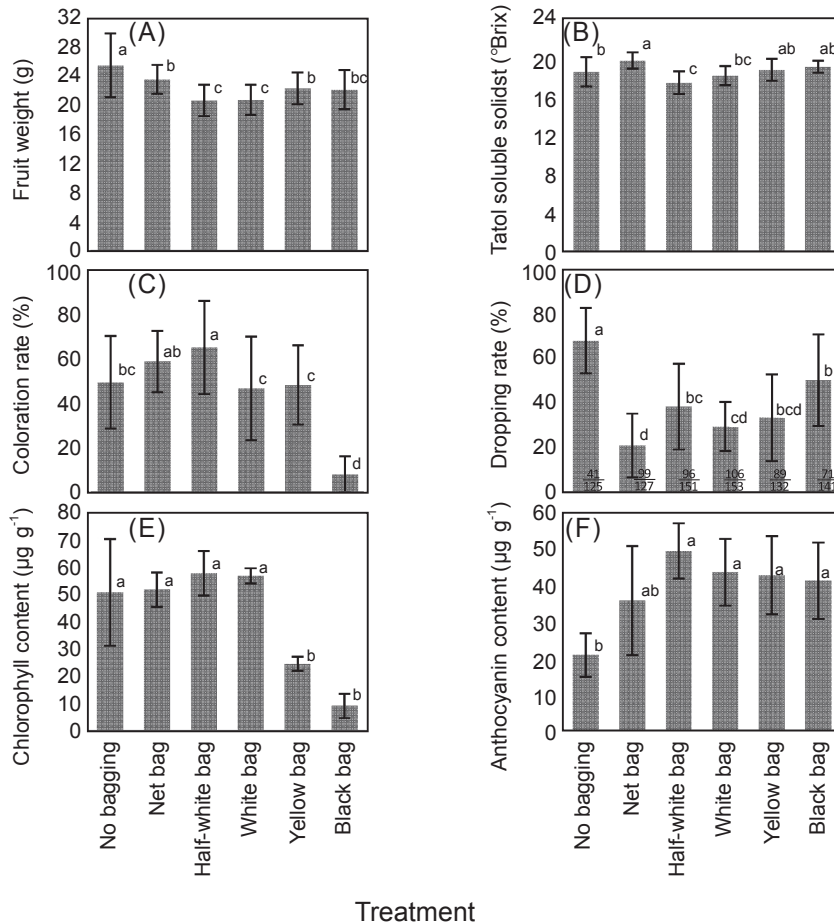


圖 3. 「玉荷包」荔枝以不同套袋處理對果實單果重 (A)、可溶性固型物 (B)、著色比例 (C)、落果率 (D)、葉綠素含量 (E) 與花青素含量 (F) 之影響。落果率 (D) 圖示數字為套袋當天與採收時之總著果數。

Fig. 3. Changes in fruit weight (A), total soluble solids (B), coloration rate (C), dropping rate (D), chlorophyll content (E), and anthocyanin content (F) of ‘Yu-Her-Pao’ litchi fruit packed on tree with different bagging materials. Means with the same letter are not significantly different at $P < 0.05$ by LSD test. Bars indicate standard errors of the means. The numbers in dropping rate (D) mean total fruit set number at bagging and harvest day.

表 2. 「玉荷包」荔枝果實以不同套袋處理之果皮色差值。

Table 2. The peel color of ‘Yu-Her-Pao’ litchi fruit packed on tree with different bagging materials.

Bagging treatment	Color characteristics		
	L	a	b
No bagging	36.63 ± 3.43 bc ²	3.16 ± 9.08 ab	16.94 ± 3.21 b
Net bag	33.52 ± 2.85 c	7.17 ± 5.70 ab	14.08 ± 2.17 c
Half-white bag	33.97 ± 4.31 c	5.88 ± 7.96 ab	14.53 ± 3.64 bc
White bag	36.73 ± 3.59 bc	2.06 ± 4.94 b	16.37 ± 2.82 bc
Yellow bag	38.79 ± 6.18 b	9.12 ± 11.75 a	16.38 ± 4.74 bc
Black bag	56.82 ± 3.85 a	1.57 ± 6.22 b	23.71 ± 2.18 a

² Mean separation within columns and lines at $P < 0.05$ by LSD. Data were the means ± standard deviation ($n = 12$).

表 3. 「玉荷包」荔枝不同套袋處理之果實農藥殘留分析結果。

Table 3. The pesticide residues of 'Yu-Her-Pao' litchi with different bagging treatments.

Pesticide residue (mg L ⁻¹)	Pesticide residues detected (mg L ⁻¹)					
	No bagging	Net bag	Half-white bag	White bag	Yellow bag	Black bag
Chlorpyrifos	0.01	0.01	0.01	N.D.	N.D.	N.D.
Deltamethrin	0.30	0.01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Fenthion	0.20	N.D. ^z	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

^z N.D.: not detected.

次施藥，易使荔枝殘留農藥導致內外銷抽檢不合格。本試驗以著果後 55 d 為套袋時機，此時已生理落果結束，可減少袋內落果與病害發生，且離採收期仍有 1 mo 時間，有足夠時間讓農藥分解。為提升國人荔枝食用安全，並減低荔枝因農藥殘留不合格受到退貨之嚴重損失，本研究進行不同材質套袋處理，藉由套袋保護及減少施藥次數，提高荔枝品質與食用安全。

使用不同套袋材質會影響光照強度與果實生長溫度，使果皮色素產生變化。荔枝果實生長期間處於較高的呼吸作用速率，於果實成熟後期呼吸作用速率則逐漸減低 (Jiang *et al.* 1986)。本試驗結果顯示，除了黑色套袋處理白天袋內溫度較低之外，其他套袋方式都會讓果實環境溫度上升，尤以全白袋環境溫度增加之幅度最高。調查採收前 1 mo 的溫度，中午時刻全白袋之袋內溫度平均較不套袋溫度高 2.4°C。除了天候陰雨時袋內溫度較不受影響外，套袋皆使果實生長溫度上升。使用白色套袋之袋內溫度最高，但果實重量卻較低，推估可能因呼吸作用較強，間接使碳水化合物累積較慢。不套袋處理果實環境溫度較低，平均果重顯著較套袋處理還高。然而，是否因套袋使果實溫度較高，間接提高呼吸作用影響果重，仍需進一步試驗尚可確認。於之前的預備試驗中，套袋荔枝較不套袋果實生長慢，延後 1 mo 採收，單果重亦可達到 25–30 g，果實著色比例可達 8–9 成，套袋處理之果皮色澤亦較鮮紅明亮。

由不同套袋處理採收後之果皮外觀、套黑袋之果實轉色不全呈現淺黃色，推論當果皮受到嚴重遮光時，原質體 (proplastid) 沒有受到

光刺激催化成葉綠素 (Kevin 2009)。進一步觀察葉綠素與花青素分析結果顯示，黑色套袋之果皮葉綠素含量最低。而著色比例低於 1 成，花青素含量測定結果並沒有減少。推估因花青素有許多不同的構型，隨著花青素鍵結的分子不同，會呈現無色、淺黃色、紅紫色、紫色或橙色等不同顏色 (He *et al.* 2010)。本試驗使用 530 nm 波長進行總花青素含量分析，無法個別分析不同的花青素構型與含量，若要深入瞭解，未來需進一步使用高效液相層析儀 (high-performance liquid chromatography; HPLC) 分析。由各處理果皮花青素含量變化結果可見，不套袋與網袋處理之光照度最強，但花青素含量較少。而黑袋處理完全沒有光線，則無法順利轉化累積紅色構型之花青素。此結果顯示，荔枝果皮紅色花青素需要光的刺激才可以生成，但若果皮處於強光環境，亦會減少紅色花青素累積。使用套袋減少光強度，有助於提升果皮紅色花青素累積。於阿拉伯芥光照試驗結果顯示，植株暗處理 5 天後，再進行白光、藍光、UV-A、UV-B 與紅光之照射，與花青素合成有關的 CHS、F3H、DFR 與 LDOX 等基因於黑暗環境不表現，受到不同光波長刺激 1–24 h 後，這些基因皆大量表現。推測這群基因需受到光的刺激而表現，進而形成花青素 (Cominelli *et al.* 2008)。荔枝轉色可分為，不轉色、部分轉紅與轉紅等 3 階段。已有學者選殖出花青素合成主要的 6 個基因，於 12 個不同荔枝品種基因表現分析結果顯示，*LcF3H*、*LcDFR*、*LcANS* 與 *LcUFGT* 於轉色比例低的品種表現量都很弱，完全不轉紅的荔枝品種 *LcUFGT* 基因幾乎不表現。另分析 'Feizixiao' ('妃子笑')，同台灣「玉荷包」不同

成熟過程果皮，發現 6 個基因中只有 *LcUFGT* 和荔枝轉色有顯著相關 ($r = 0.84$)，證明 *LcUFGT* 是荔枝轉色最重要的基因。亦有學者研究套袋對 *LcUFGT* 表現量之影響，套袋前 *LcUFGT* 基因表現量極少，移除袋子 7 d 時，*LcUFGT* 表現量大增，果皮隨即呈現深紅色。可知光線可促進 *LcUFGT* 基因表現，亦為花青素累積的重要因子 (Wei *et al.* 2011)。於本試驗之黑色套袋處理嚴重遮陰，可能因此使 *LcUFGT* 基因受到抑制，導致果皮完全未轉色。

荔枝果實生長期間受到荔枝細蛾危害，易發生落果。本試驗套袋處理落果率顯著較未套袋的慣行施藥還低，推估使用農藥防治易有噴藥死角，若蟲害發生易使落果率增加。套袋處理之單果重較低，可能係因落果量較少，養分須分配給較多果實，致果實充實速度較慢，間接使套袋果實最佳採收期延後 1–2 wk。

荔枝為 1 年 1 收果樹，為維護果實品質，荔枝細蛾為農民最主要的防治對象。此蟲俗稱蒂頭蟲，成蟲習慣在果蒂旁產卵，孵出後鑽入果皮取食種仁及果實，受危害果實，於果蒂旁常見黑褐粉狀糞便與荔枝細蛾幼蟲，造成消費者觀感不佳。農民多以頻繁施藥方式予以防治，若防治不力使蟲害發生將造成嚴重落果 (Wen & Liou 2008)，以 50% 芬殺松乳劑與 2.4% 第滅寧水懸劑防治效果較佳 (Wen & Lee 2009)。果農一般 7–10 d 施藥 1 次，若遇大雨有時會再追加施藥。「玉荷包」採收期約於 5 月底開始，但因 5 月常有梅雨來襲，果農為避免蟲害侵擾，有時會在安全採收期內再度施藥，影響消費者食用安全。

依本試驗對照組農藥慣行法之農藥殘留結果，即使於採收前 9 d 施用第滅寧，農藥殘留濃度仍達 0.3 mg L^{-1} ，超過國內農藥殘留 0.2 mg L^{-1} 的標準，但符合外銷日本 0.5 mg L^{-1} 標準，顯示採收前使用農藥防治仍有殘留超標之風險。若中果期改用套袋防治，因採收時間離最後 1 次施藥長達 1 mo，多數農藥皆可分解，不只可提升國內市場食用安全，外銷農藥殘留不合格風險亦可降低。於本次試驗中有 3 個套袋處理為農藥零檢出。其他處理亦只有微量殘

留。其中，施用陶斯松之處理至採收時已超過 40 d，但仍可於 3 種不同處理中檢測到 0.01 mg L^{-1} (台灣農藥殘留上限 1 mg L^{-1})，雖遠比訂定之殘留標準還低上許多，顯示陶斯松殘留期較長，農友若欲推行「零檢出」安全荔枝，應避免使用陶斯松。未來推動荔枝外銷時，可於生理落果期先使用農藥防治，中果期後再以適當材質進行套袋，應可使消費者與外銷業者安心，並提升台灣水果安全品牌信賴度。

荔枝因結果量不穩定、產期集中、植株較高大與栽培成本較高 (Chang *et al.* 2012; Tseng 2012)，頻繁施藥防治病蟲害易有農藥殘留風險。本試驗對照組使施藥 7 次，套袋處理僅施藥 4 次，有效減少施藥次數。套袋雖會增加人力與紙袋成本，但也減少施藥人力與藥品成本，最重要的是可生產較安全的果品，於本試驗結果顯示套袋荔枝農藥殘留量極低，甚至有部分處理達到零檢出。近年食安問題受到消費者重視，應有一定的消費需求，套袋荔枝生產方式值得果農參考與應用。

引用文獻

- Agriculture and Food Agency. 2013. Agricultural Statistics. Agriculture and Food Agency. Nantou, Taiwan. 345 pp. (in Chinese)
- Chang, J. W., Y. S. Teng, and H. H. Fang. 2012. The practical cultural model of lychee for adaptation to the climate change. p.39–44. *in*: Proceeding of the Symposium on Litchi-Industry Development in Taiwan. April 17, 2012. Taichung, Taiwan. Taiwan Agric. Res. Inst., Taichung, Taiwan. (in Chinese)
- Chen, C. C. 2011. Effects of Bearing Shoot Hoisting and Bagging on Fruit Quality in Mango (*Mangifera indica* L. 'Irwin'). Master Thesis, Department of Horticultural, National Chung Hsin University. Taichung, Taiwan. 64 pp. (in Chinese with English abstract)
- Chiang, S. C., D. F. Ke, C. M. Chang, and M. J. Chen. 2004. Comparison in the bunch development and post-harvest quality of banana as affected by Kraft paper cover and polyethylene cover. *J. Chinese Soc. Hort. Sci.* 50:245–252. (in Chinese with English abstract)
- Cominelli, E., G. Gusmaroli, D. Allegra, M. Galbiati, H. K. Wade, G. I. Jenkins, and C. Tonelli. 2008. Expression analysis of anthocyanin regulatory genes in response to different light qualities in *Arabidopsis thaliana*. *J. Plant Physiol.* 165:886–894.

- Davies, K. M. and K. E. Schwinn. 2010. Molecular biology and biotechnology of flower pigments. p.161–187. *in: Plant Developmental Biology- Biotechnological Perspectives (Volume 2)*. (Pua, E. C. and M. R. Davey, eds.) Springer. Berlin. 424 pp.
- Giusti, M. M. and R. E. Wrolstad. 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *Curr. Protoc. Food Analyt. Chem.* F:1.2.1–1.2.13.
- Han, X. H., Z. J. Gao, and X. G. Xiao. 2009. Enzymes and genes involved in the betalain biosynthesis in higher plants. *Afr. J. Biotechnol.* 24:6735–6744.
- He, F., L. Mu, G. L. Yan, N. N. Liang, Q. H. Pen, J. Wang, M. J. Reeves, and C. Q. Duan. 2010. Biosynthesis of anthocyanins and their regulation in colored grapes. *Molecules* 15:9057–9091.
- He, F., N. N. Liang, L. Mu, Q. H. Pan, J. Wang, M. J. Reeves, and C. Q. Duan. 2012. Anthocyanins and their variation in red wines I. Monomeric anthocyanins and their color expression. *Molecules* 17:1571–1601.
- Huang, P. Y. and K. J. Scott. 1985. Control of rotting and browning of litchi fruit after harvest at ambient temperatures in China. *Trop. Agric.* 62:2–4.
- Javier, R. L., O. F. César, and W. E. Pedro. 1999. Changes in anthocyanin concentration in Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp during maturation. *Food Chem.* 65:195–200.
- Jiang, J. P., M. X. Su, and P. M. Lee. 1986. The production and physiological effects of ethylene during ontogeny and after harvest of litchi fruits. *Acta Phytophysiol. Sin.* 12:95–103.
- Jiang, Y., X. Duan, D. Joyce, Z. Zhang, and J. Li. 2004. Advances in understanding of enzymatic browning in harvested litchi fruit. *Food Chem.* 88:443–446.
- Jiang, Y. M. and J. R. Fu. 1998. Effect of postharvest treatment with 6-BA on quality of litchi fruit. *Trop. Sci.* 36:155–159.
- Kevin, P. 2009. *Plastid Biology*. Cambridge University Press. New York. 212 pp.
- Lai, M. H. 2002. Studies on Quality Improvement and Physiological Disorder of 'Keitt' Mango Fruit. Master Thesis, Department of Horticultural, National Taiwan University. Taipei. 72 pp. (in Chinese with English abstract)
- Lee, H. S. and L. Wicker. 1991. Anthocyanin pigments in the skin of lychee fruit. *J. Food Sci.* 56:466–468.
- Mitra, S. K. and P. K. Pathak. 2010. Litchi production in the Asia-pacific region. *Acta Hortic.* 863:29–36.
- Nguyen, H., P. Hofman, R. Holmes, L. Bally, B. Stubblings, and R. McConchie. 2004. Effects of nitrogen on the skin colour and other quality attributes of ripe 'Kensington Pride' mango *Mangifera indica* L. fruit. *J. Hortic. Sci. Biotech.* 79:204–210.
- Porra, R. J., W. A. Thompson, and P. E. Kriedelman. 1989. Determination of accurate extraction and simultaneously equation for assaying chlorophyll a and b extracted with different solvents: Verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy. *Biochem. Biophys. Acta* 975:384–394.
- Teng, Y. S. and H. H. Fang. 2012. The practical cultural model of lychee for adaptation to the climate change. p.39–44. *in: Proceeding of the Symposium on Litchi-Industry Development in Taiwan*. April 17, 2012. Taichung, Taiwan. Taiwan Agric. Res. Inst., Taichung, Taiwan. (in Chinese)
- Tseng, L. C. 2012. Taiwan litchi industry status and counseling measures. p.1–8. *in: Proceeding of the Symposium on Litchi-Industry Development in Taiwan*. April 17, 2012. Taichung, Taiwan. Taiwan Agric. Res. Inst. Taichung, Taiwan. (in Chinese)
- Wei, Y. Z., F. C. Hu, G. B. Hu, X. J. Li, X. M. Huang, and H. C. Wang. 2011. Differential expression of anthocyanin biosynthetic genes in relation to anthocyanin accumulation in the pericarp of *Litchi chinensis* Sonn. *PLoS One* 6:e19455.
- Wen, H. C. and C. Y. Lee. 2009. A control for three pests of the Yuh-heh-pau litchi in the fruit stage. *Formosan Entomol.* 29:95–102. (in Chinese with English abstract)
- Wen, H. C. and T. D. Liou. 2008. Insect pests and their injuries on Yuh-heh-bau litchi and effect of fruit bagging in Kao-Ping area of Taiwan. *J. Taiwan Agric. Res.* 57:133–142. (in Chinese with English abstract)
- Xie, R., L. Zheng, S. He, Y. Zheng, S. Yi, and L. Deng. 2011. Anthocyanin biosynthesis in fruit tree crops: Genes and their regulation. *Afr. J. Biotechnol.* 86:19890–19897.
- Yang, C. M., K. W. Chang, M. H. Yin, and H. M. Huang. 1998. Methods for the determination of the chlorophylls and their derivatives. *Taiwania* 43:116–122.
- Zhang, D. L. and P. C. Quantick. 1997. Effects of chitosan coating on enzymatic browning and decay during postharvest storage of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 12:195–202.
- Zhang, Z., P. Xuequn, C. Yang, Z. Ji, and Y. Jiang. 2004. Purification and structural analysis of anthocyanins from litchi pericarp. *Food Chem.* 84:601–604.

Effect of Bagging Materials on Pericarp Coloration and Pesticide Residues of ‘Yu-Her-Pao’ Litchi (*Litchi chinensis* Sonn) Fruit

Hsin-Hsiu Fang¹, Wen-Li Lee², Chi-Cho Huang¹, and Yu-Shen Liang^{3,*}

Abstract

Fang, H. H., W. L. Lee, C. C. Huang, and Y. S. Liang. 2016. Effect of bagging materials on pericarp coloration and pesticide residues of ‘Yu-Her-Pao’ litchi (*Litchi chinensis* Sonn) Fruits. *J. Taiwan Agric. Res.* 65(2):184–193.

Fruit of ‘Yu-Her-Pao’ litchi was packed on tree 55 days after fruit setting with different bagging materials to improve the pericarp color and reduce the pesticide residues. The anthocyanin content of pericarp increased in all bagging treatments. The chlorophyll content decreased in fruit packed with yellow and black bags and increased in net bag, half-white bag and white bag. The fruit drop and fruit growth reduced in all bagging treatments. Pesticide applications were stopped after fruit was bagged on tree. The pesticide residues were significantly reduced by bagging treatments. Three kinds of pesticides were detected in control. Two of them were detected with lower levels in fruit packed with net bag and half-white bag. None were detected in other bagging materials including white bag, yellow bag, and black bag. The results of this study indicated that bagging the fruit on tree with suitable bagging materials can increase pericarp anthocyanin content and effectively reduce pesticide application and residues.

Key words: Litchi, Bagging, Pesticide residues, Food safety.

Received: May 4, 2015; Accepted: October 2, 2015.

* Corresponding author, e-mail: justinliang@mail.npust.edu.tw

¹ Assistant Research Fellows, Department of Tropical Fruit Trees, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Kaohsiung, Taiwan, ROC.

² Associate Research Fellow and Head, Department of Tropical Fruit Trees, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Kaohsiung, Taiwan, ROC.

³ Assistant Professor, Department of Plant Industry, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan, ROC.