龍鬚菜採後處理技術之改進[1]

陳葦玲[2]、楊士藝[3]、陳嘉雯[3]、王以琳[3]、劉毓淮[4]、蔣東諺[4]

摘　要

龍鬚菜(*Sechium edule* (Jacq.) Swartz)為中部地區重要之原生蔬菜，但其採後理技術尚未完善導致園產品在經過貯運後品質不佳。本試驗為了解龍鬚菜採收後品質之變化，並探討貯藏溫度、預冷方式及包裝對其影響，以尋求適當的採後處理方法。龍鬚菜分別以5℃及25℃貯藏7天，以5℃貯藏之園產品在貯藏期間有較低的失重率、硝酸鹽含量及較高的葉綠素含量、維生素C含量、抗氧化力及總可溶性醣含量。採後不同預冷方式對於貯藏於5℃、2天後之龍鬚菜品質並無顯著影響，但若改以25℃貯藏，則以5℃室內風冷4小時配合底層吸水預冷處理之產品有較佳的品質，而以目前農友慣行灑水處理之龍鬚菜品質劣變較多，且植株腐爛外觀不佳。此外，利用OPP塑膠袋包裝貯藏5℃下相較於未包裝之對照組，其採後品質降低較少，貯藏2天後之園產品仍具有良好之銷售品質。

關鍵字：龍鬚菜、預冷、包裝、貯藏、品質。

前　言

龍鬚菜(*Sechium edule* (Jacq.) Swartz)為佛手瓜植株嫩梢部份，為葫蘆科梨瓜屬多年生宿根蔓性植物，原產於中美洲和南墨西哥一帶，1935年自日本引入台灣在中南部山區種植，初期因果實品質及食味不突出，鮮少做經濟上的栽培，目前臺灣僅有綠皮及白皮兩個栽培品種，又可再分為無刺及有刺種(12)。

龍鬚菜新嫩可口，營養成份亦佳，膳食纖維含量高達19 mg · g^{-1}，其他營養成份如葉綠素、維生素B_2、磷、鐵及鋅含量亦豐富(1)。其在高溫環境下生長迅速，可供夏季蔬菜需求。耐陰、耐濕、病蟲害少等對環境適應性強之特性加上蔓性枝梢生長無雜草防治的問題，栽培時鮮少施用化學藥劑，符合安全蔬菜甚至有機蔬菜的栽培條件，極具發展潛力，近年來栽培面積逐年增加。依據農情報告資源網統計資料顯示，臺灣目前龍鬚菜栽培面積約有260 ha，主要產地在花蓮縣吉安鄉(96.86 ha)，其次為南投縣信義鄉(46.94 ha)和魚池鄉(23.90 ha)(2)。

園產品採收後基本生理代謝仍持續進行，因而導致園產品採收後的顏色、質地、風味等品質變化。常見的品質變化有呼吸作用消耗原來組織中的養分，使得總醣含量降低(13, 18)；蒸

[1]行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第0797號。
[2]行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員。
[3]國立嘉義大學園藝系學士生。
[4]中國文化大學園藝學系學士生。

散作用造成產品失重、萎凋、皺縮、軟化等現象[20]；乙烯生成促使葉綠素降解造成組織黃化、細胞內酚類化合物及酚氧化酶(phenolase)經由細胞破裂試出並接觸空氣，使酚類化合物與酚酶(PPO、PPD)作用轉化成鄰苯二醌(orthoquinone)，而後與其他酚類物產質等產生酵素性褐變；果膠分解酵素作用造成細胞壁結構鬆散；貯藏過程中揮發性物質產生，包含乙醛、乙醇、乙酯等發酵代謝產生導致產品異味[19]等。採後處理即為利用貯藏溫度的調整、預冷處理、包裝改善甚至貯藏環境大氣組成等採後處理技術延緩品質的劣變。

中部地區龍鬚菜生產主要多為原住民部落，由於其採後理技術尚未成熟且缺乏預冷處理，產品採收後僅利用噴水處理保持新鮮度，但對於去除田間熱效果有限，此外當地冷藏設備缺乏，採收後之龍鬚菜多放置於室溫下，加上山區農產品運輸時間較長又無低溫運輸車，使得龍鬚菜到拍賣市場的品質不穩定，尤其夏季在早上採收後隔日凌晨運送到拍賣市場時常有葉片黃化甚至腐爛的現象。因此，本試驗為觀察龍鬚菜採收後品質變化，並探討預冷方式、包裝及對貯藏溫度其品質之影響，期能尋求改善採後貯運品質之方法，提高產品品質及市場價格，進而增加農民收益。

材料與方法

一、試驗材料與方法

試驗所需之龍鬚菜分別於2012年7月4日及7月14日採自於南投信義鄉地利村蔬菜產銷班第2班松友輝農友農田，採收部位為枝稍前端20 cm，採收時間為早上8~10點，採收完後每300 g以結束帶綁成一把，每把為一個樣品。

試驗一、貯藏溫度對龍鬚菜採後品質之影響

採收後龍鬚菜以目前農友慣行灑水方式2 hr後瀝乾，裝於395 mm (長) × 273 mm (寬) × 260 mm (高)包裝箱，每箱共計3層，每層10把，左右各5把整齊排列橫放，每層中間置放冰袋，封箱後分別放置於5℃及25℃、黑暗恆溫箱中，而後每天取6把調查其品質及成份變化，共觀察7天。

試驗二、預冷方式對龍鬚菜採後品質之影響

採收後未經包裝之龍鬚菜直立放置於百合籃中，分別以5℃室內風冷4 hr及5℃室內風冷4 hr配合底層放置內含5 cm水深之水盤兩種預冷方法處理，並以目前農友慣行灑水2 hr後瀝乾之方法作為對照組，處理後之龍鬚菜樣品如試驗一之方法包裝封箱後分別放置於5℃及25℃、黑暗恆溫箱中貯藏2天後，各取6把調查其品質。

試驗三、包裝方式對龍鬚菜採後品質之影響

以農友慣行灑水2 hr後瀝乾方法預冷後，分為兩種包裝方式，一種如試驗一之方法包裝封箱，另一種將未成束300 g之龍鬚菜外套寬23 cm、長45 cm、厚20 μm之OPP防霧袋(袋身有6個孔徑為2 mm的孔洞)，袋口反折而後垂直單層擺放於包裝箱且中間置放冰袋。包裝箱分別放置於5℃及25℃、黑暗恆溫箱中貯藏2天後，各取6把(包)調查其品質。

二、分析項目

(一)失重率及葉綠素含量

樣品處理前先量稱最初鮮重(X_0)，而後於不同調查天數再取出測量其重量(X_1)，失重率(%)=(X_0-X_1) /X_0 × 100%。以葉綠素SPAD-502 (Minolta Ltd, Japan)量測葉片葉綠素含量，並以其讀值SPAD-502 value表示，每一樣品隨機取6個枝梢，每一枝梢測量其第4片完全展開葉，每一葉片測量4點求其平均。

(二) 總抗氧化力

取5 g新鮮樣品，加入適量二次去離子水，以均質機POLYTRON® PT3100 (Kinematica AG., Switzerland)均勻打碎後定量到50 mL，取1 mL均質液與9 mL 95%甲醇(Mallinckrodt, USA)混合，靜置於冰浴中1 hr萃取，萃取液以12,400 x*g*、4℃離心10分鐘後取上清液並保存在-20℃冰箱中待分析。

清除DPPH (1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)自由基能力測定依據Shimada等[23]之方法經部分修正而成，將1 mM DPPH之甲醇溶液與樣品混合均勻(1:4, v/v)，避光反應約30分鐘後以微量光譜分析儀ASYS UVM340 (Biochrome Ltd., UK)量測517 nm波長之吸光值，並以80%甲醇作為空白組計算DPPH清除率(%) = [1-(樣品於517 nm之吸光值)/(空白組於517 nm之吸光值)]×100。

(三)維生素C及硝酸鹽含量

參考鄭[11]之方法，每一樣品隨機取6個枝梢秤重後加入2倍重量之二次去離子水以均質機均質後以1號濾紙(Whatman Ltd., UK)過濾，以維生素C測試紙Reflectoquant® 116981 (Merck, Germany)浸置在濾液中13秒後抽出並輕甩除去多餘液體，於2秒內插入反射式光度計RQflex Plus (Merck, Germany)判讀，並換算成每克鮮重所含之維生素C含量。濾液另以硝酸鹽濃度計B-341 (HORIBA Ltd., Japan)量植體測硝酸鹽含量。

(四)總可溶性醣含量

植株經冷凍乾燥、磨粉後精秤0.1 g乾燥樣品，加入含有1 ml去離子水之離心管中，以35℃水浴槽振盪3 hr後以25℃、4,000 rpm、離心10 mins，取0.2 mL上清液，加入含有4.8 ml去離子水試管中混合均勻，取2 ml混合液加入0.1 ml 90% phenol和6 ml 98% H_2SO_4，而後置於80℃水浴槽中反應30 mins，以分光光度計測其在490 nm下之吸光值，並以葡萄醣標準品(Sigma-Aldrich Co., Mo, USA)作標準曲線計算樣品濃度。

三、統計分析

本試驗採用完全逢機試驗設計(Completely Randomized Design, CRD)，每一處理為2重複，每一重複取樣6把分析。試驗數據以CoStat6.2統計軟體(CoHort Software, USA)進行t-test或最小顯著差(Least significant difference, LSD)分析，分析各處理間有無顯著差異(P＝0.05)。

結　果

一、貯藏溫度對龍鬚菜採後品質變化之影響

隨著貯藏時間增加失重率隨之增加，5℃和25℃處理間在貯藏1天後其表現無顯著差異，但第2天後25℃貯藏組失重率達到11.3%，5℃處理則為8.3%，第3天時25℃處理組失重率增加到13.9%，5℃處理則維持在8.7%，貯藏4天後置於25℃下之龍鬚菜已腐爛無法量測，5℃貯藏7天後失重率則達19.5% (圖一A)。反之，葉綠素含量隨著貯藏時間增加而降低，5℃處理3天後SPDA-502讀值仍達27.1，之後呈現緩慢減低的趨勢，貯藏7天後值為22.1，而25℃處理組葉綠素含量在貯藏後第3天降低至17.7 (圖一B)。

在維生素C含量變化方面，龍鬚菜在5℃貯藏後第1天其含量稍微增加而後隨著時間延長而減少，貯藏7天後降低至42.25 mg · 100 g^{-1}FW，較貯藏前69.53 mg · 100 g^{-1}FW減少39.2%；25℃處理則無增加趨勢，貯藏3天後維生素C含量已降低至350 μg · g^{-1}FW，減少49.7% (圖一C)。抗氧化能力變化部份，5℃處理組之清除DPPH自由基能力較25℃處理組高，但在貯藏1~3天下皆呈現增加趨勢，且到第3天達最高值33.1%及22.7%，之後5℃處理組隨著貯藏時間增加而降低，而25℃下之龍鬚菜均腐爛無法分析(圖一D)。

龍鬚菜硝酸鹽含量在貯藏第1天稍微下降而後呈現些微上升的現象，又以25℃處理組含量較高，而5℃處理組在第7天其含量為3,525 μg · g^{-1}FW，較未貯藏處理之樣品含量3,200 μg · g^{-1}FW增加了325 μg · g^{-1}FW (圖一E)。在總可溶性醣變化部分，不論5℃或25℃處理皆隨著貯藏時間增加而減少，其中25℃減少比例較高，貯藏3天後其含量降至26.7 mg · g^{-1}FW，較未貯藏之龍鬚菜含量57.5 mg · g^{-1}FW減少了53.6% (圖一F)。

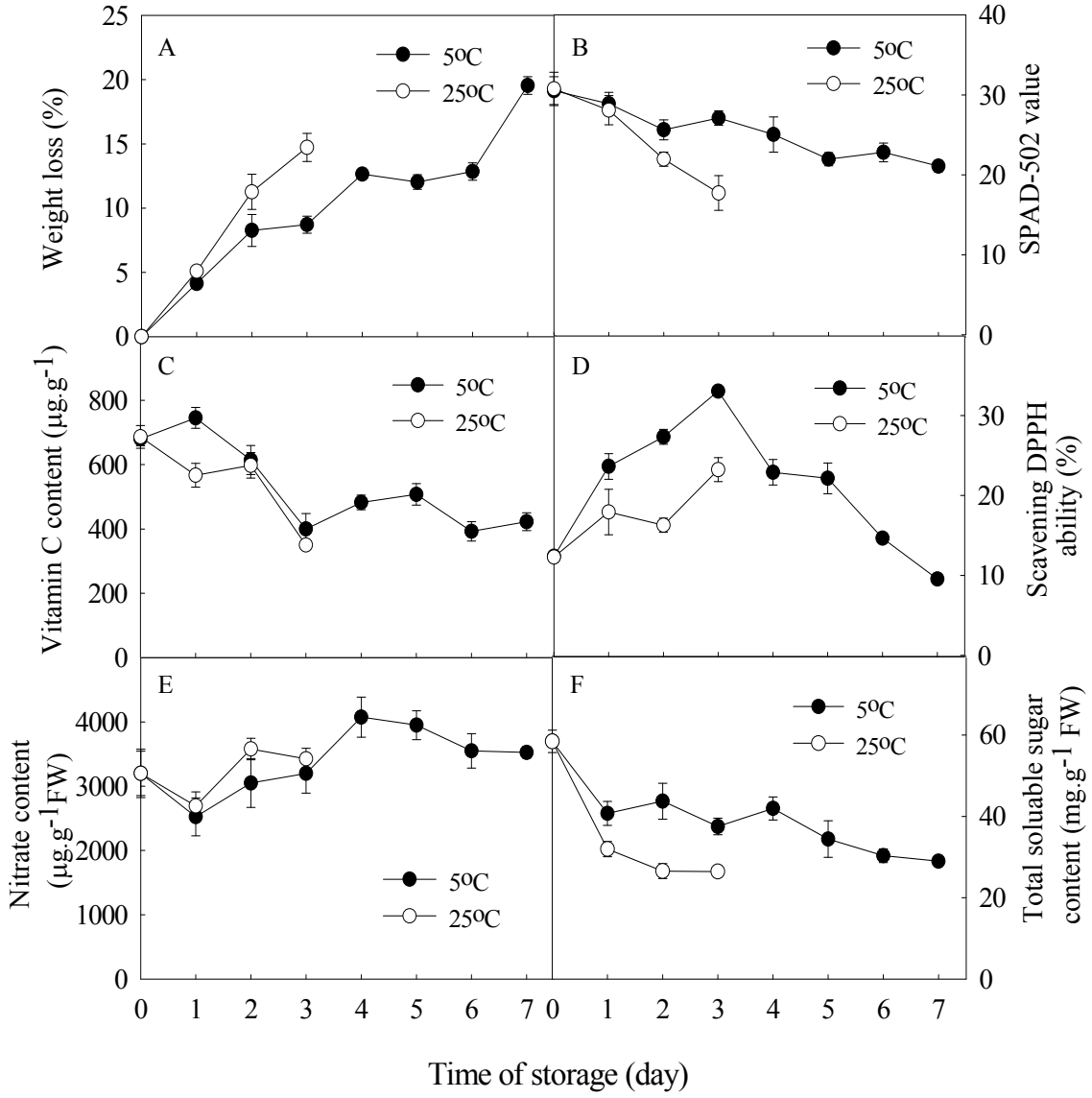
二、預冷方式對龍鬚菜採後品質之影響

灑水2 hr、5℃室內風冷4 hr及5℃室內風冷4 hr配合底層吸水三種預冷方式對於龍鬚菜貯藏於5℃、2天後其失重率、葉綠素含量SPAD-502讀值、清除DPPH自由基能力、維生素C含量、硝酸鹽含量及總可溶性醣類含量並無顯著差異，僅有以5℃室內風冷4 hr配合底層吸水預冷組有較高維生素C含量65.93 mg · 100 g^{-1}FW，和目前農友慣用灑水2 hr處理組含量53.72 mg · 100 g^{-1}FW相比明顯較高(表一)；在其外觀表現方面亦無顯著差別，植株無萎凋、黃化或腐爛現象(圖二A, B, C)。

當龍鬚菜以25℃貯藏時，預冷方式即對其採後品質則有顯著影響。5℃室內風冷4 hr及5℃室內風冷4 hr配合底層吸水預冷相較於灑水處理在貯藏2天後有較低的失重率(8.2%及8.0%)、較高的葉綠素含量SPAD-502讀值(25.9及26.9)、較佳的清除DPPH自由基能力(24.6%及29.7%)及較低硝酸鹽含量(2,450 μg · g^{-1}FW及2,618 μg · g^{-1}FW)，但兩處理間無顯著差異。而總可溶性醣醣類含量則以5℃室內風冷4 hr配合底層吸水有較高的含量(表二)。

預冷方法雖對維生素C含量在統計分析上未有顯著影響，但仍以5℃室內風冷4 hr配合底層吸水處理組有較高之含量78.08 mg · 100 g^{-1}FW，其次為5℃室內風冷4 hr處理66.98 mg · 100 g^{-1}FW，灑水2 hr處理其維生素C含量較低(表二)。在植株外觀表現方面，灑水預冷植株葉片出

現黃化且有腐爛現象，而5℃預冷處理樣品下位葉及新葉部分黃化，而5℃配合底層吸水預冷處理僅有部分新葉黃化(圖二D, E, F)。



圖一、不同溫度貯藏下龍鬚菜品質變化。

Fig. 1. The quality of charyote vegetable in different storage temperatures.

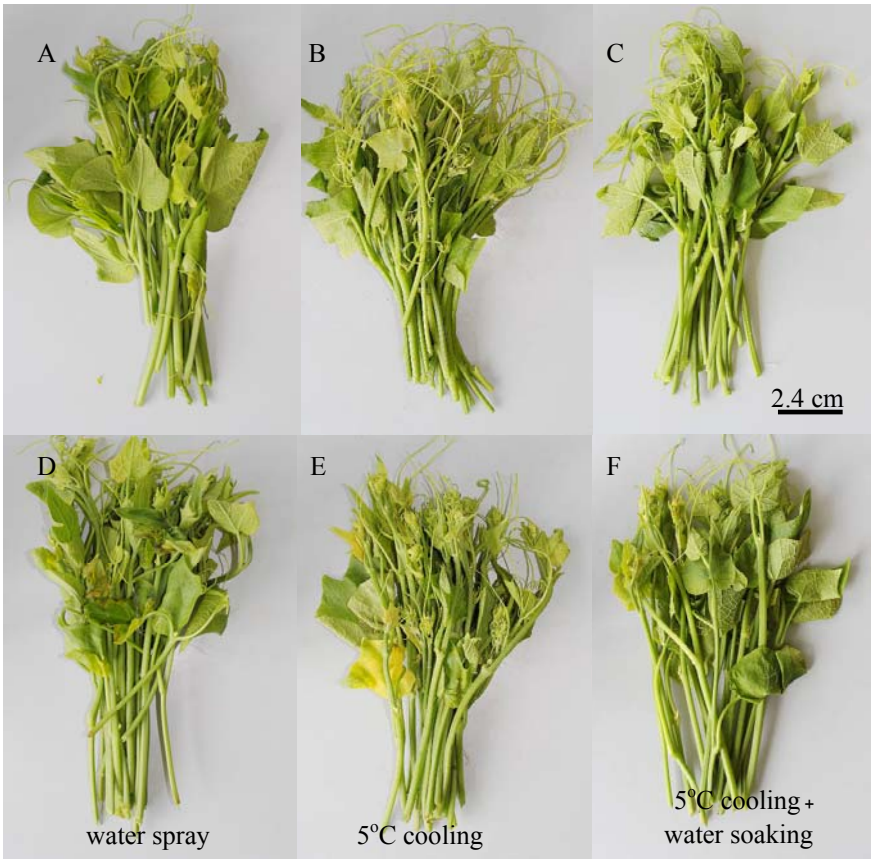
表一、預冷方法對龍鬚菜貯藏於 5℃、2 天後品質之影響

Table 1. Effect of pre-cooling method on the postharvest quality of chayote at 5℃ storage for 2 days

Pre-cooling method	Weight loss (%)	SPAD-502 value	Vit.C content (mg · $100g^{-1}$FW)	Scavenging DPPH ability (%)	Nitrate content (μg · g^{-1}FW)	TTS content (mg · g^{-1}FW)
Water spray	8.8a[1]	24.1a	53.72b	27.3a	3655a	45.2a
5℃ cooling	8.3a	25.6a	58.95ab	26.8a	3600a	49.1a
5℃ cooling + water soaking	8.3a	29.5a	65.93a	29.5a	3675a	48.9a
Significance (P=0.05)	ns[2]	ns	ns	ns	ns	ns

[1] Means separation within columns by Fisher's LSD test at $P \leqq 0.05$.

[2] ns means non-significant at $P \leqq 0.05$.



圖二、不同預冷方式處理之龍鬚菜貯藏於 5℃(上排)及 25℃(下排) 2 天後外觀差異。

Fig. 2. The appearance of chayote treated with different pre-cooling methods after storage at 5℃ (A, B, C) and 25℃ (D, E, F) for 2 days.

表二、預冷方法對龍鬚菜貯藏於 25℃、2 天後品質之影響

Table 2. Effect of pre-cooling method on the postharvest quality of chayote at 25℃ storage for 2 days

Pre-cooling method	Weight loss (%)	SPAD-502 value	Vit.C content (mg · 100g^{-1}FW)	Scavenging DPPH ability (%)	Nitrate content (μg · g^{-1}FW)	TTS content (mg · g^{-1}FW)
Water spray	12.5a[1]	20.5b	63.35b	13.8b	3180a	29.9b
5℃ cooling	8.2b	25.9a	66.98ab	24.6a	2450b	32.1b
5℃ cooling + water soaking	8.0b	26.9a	78.08a	29.7a	2618b	46.1a
Significance (P=0.05)	**[2]	**	ns	**	**	**

[1] Means separation within columns by Fisher's LSD test at $P \leqq 0.05$

[2] ns, ** means non-significant at $P \leqq 0.05$ and significant at $P \leqq 0.01$.

三、包裝方式對龍鬚菜採後品質之影響

OPP袋包裝對龍鬚菜經過5℃、2天後貯藏其失重率、清除DPPH自由基能力、植體硝酸鹽及總可溶性醣類含量相較於未包裝對照組有顯著差異，利用OPP袋包裝之樣品有較低的失率1.5%、較佳的清除DPPH自由基能力39.4%、較低的硝酸鹽含量2,350 μg · g^{-1}FW及較高的總可溶性醣類含量48.2 mg · g^{-1}FW，但對葉綠素計SPAD-502讀值及維生素C含量兩處理間則無差異性。而當龍鬚菜以25℃貯藏2天後，僅有維生素C含量在兩處理間無顯著差異，未包裝處理及OPP袋包裝分別為53.96及59.78 mg · 100 g^{-1}FW，對於其他品質檢測項目，則以OPP袋包裝表現較佳。

若同以OPP包裝比較不同溫度貯藏之結果，25℃貯藏、2天後龍鬚菜其失重率及維生素C含量略高於5℃貯藏，而SPAD-502讀值、清除DPPH自由基能力及硝酸鹽含量皆低於5℃處理(表三)。

表三、包裝方法對龍鬚菜貯藏於 5℃及 25℃、2 天後品質之影響

Table 3. Effect of packaging method on the postharvest quality in chayote at 5℃ and 25℃ storage for 2 days

Pre-cooling method	Weight loss (%)	SPAD-502 value	Vit.C content (mg · 100 g^{-1}FW)	Scavenging DPPH ability (%)	Nitrate content (μg · g^{-1}FW)	TTS content (mg · g^{-1}FW)
5℃						
Non-packaged	8.3	25.6	58.95	27.4	3075	38.9
OPP bag-packaged	1.5	27.9	53.55	39.4	2350	48.2
Significance (t-test)	**[1]	ns	ns	*	*	*
25℃						
Non-packaged	13.2	18.3	53.76	17.6	4350	26.6
OPP bag-packaged	2.3	23.3	59.78	28.6	3575	38.7
Significance (t-test)	**	**	ns	*	*	*

[1] ns, *,** means non-significant and significant at $P \leqq 0.05$ and 0.01.

在產品外觀表現方面，5℃貯藏2天後未包裝和OPP包裝並無明顯差異，唯未包裝處理植株有些許失水萎凋現象，但在25℃貯藏下，相較於未包裝之龍鬚菜植株明顯萎凋、黃化甚至腐爛，OPP包裝僅有部分新葉黃化(圖三)。



圖三、以不同包裝方式處理之龍鬚菜貯藏於 5℃及 25℃、2 天後外觀差異。

Fig. 3. The appearance of chayote vegetable treated with different packing methods after storage at 5℃ and 25℃ for 2 days.

討　論

溫度為影響農產品採後貯藏壽命及品質主要的環境因子之一，其明顯影響其生理或生化反應，當溫度每增加10℃其呼吸作用約上升2~3倍，腐敗率亦同時增加，同時也會影響乙烯的生成。球莖甘藍貯藏於0℃下呼吸率為10~11 mg $CO_2 \cdot kg^{-1} \cdot h^{-1}$，而若貯藏於10℃下其呼吸率為0℃的3.5倍[14]；又青花菜貯藏於20℃下呼吸率及乙烯生成速率甚高且花球迅速轉黃，將貯藏溫度降低至5℃以下即能顯著減緩此變化[3]。

園產品組織富含水分約佔鮮重之80%，許多新鮮的園產品只要喪失水分達鮮重的3~5%，即會出現萎凋或皺縮，嚴重地影響產品的外觀及商品價值。園產品中蔬菜具有較高的呼吸率及蒸散作用，高溫增加上述活性而加速失水、老化及劣變[6]，因此適當的貯藏溫度為維持蔬果品質及減少採後損失，目前一般葉菜最常使用之貯藏溫度為4℃[19]。

本試驗中龍鬚菜以5℃貯藏1~3天下其失重率均低於25℃貯藏者且貯藏間上升趨勢較緩慢，而25℃貯藏4天後植株均腐爛無法分析(圖一A)。葉綠素含量雖隨貯藏時間增加而降低，但以5℃含量較高且降低趨勢緩慢，相較於25℃貯藏3天SPAD-502值即降低至17.1，5℃貯藏7天SPAD-502值仍達20.9 (圖一B)，應為較高溫度下乙烯生合成較多促使葉綠素降解造成黃化；乙烯在老化過程中扮演重要角色，外加乙烯處理可以加速葉片黃化與葉綠素降解，根據Yamauchi和Watada (1993)報告指出，乙烯促進黃化的途徑為增加葉綠素分解酵素(chlorophylase)活性進而加速分解，對其代謝途徑並無干擾[26]。不同植物材料與乙烯產生所引起的黃化反應速率也不盡相同，唐(1997)以數種葉菜類作物之葉片在有乙烯存在的環境下，觀察到小白菜、蕹菜和芥藍等作物葉片的黃化速率會加快，因而認定這些葉菜類屬於對乙烯敏感作物[8]。

在營養成分及抗氧化力貯藏變化部分，25℃貯藏下維生素C含量、清除DPPH自由基能力及總可溶性醣含量表現都較5℃貯藏差，應為高溫環環境下相關分解酵素作用及呼吸作用消耗所致；而硝酸鹽含量則較高則可能為葉片水份變少，造成硝酸鹽產生濃縮效應有關(圖一C~F)。

蔬果在貯藏過程中抗氧化表現會因物種、貯藏條件甚至品種不同而變化。葉菜採收後總抗氧化力變化趨勢可區分成兩類：一類為下降型，即抗氧化能力會隨著貯藏時間而遞減，此符合一般人對於老化的觀念；另一類則為上升型，如葉萵苣、芥藍、蕹菜及紅鳳菜等[4]；陳等(2010)以2℃貯藏甘藍1~7周，在2℃黑暗中貯藏1週之抗氧化力及維生素C含量提高，而後稍降[9]。本試驗中維生素C含量在5℃貯藏第2天有稍微增加之後逐漸將低，清除DPPH自由基能力在5℃及25℃貯藏1~3天逐漸上升而後下降。其可能是因為低溫及黑暗貯藏或貯藏過程中因植體蒸散作用導致的缺水對於植體為一逆境，其體內產生活性氧(reactive oxygen species)，進而造成氧化傷害，而引發體內抗氧化系統作用。植物細胞抗氧化系統可分為酵素系統及非酵素系統，在非酵素系統除本試驗所調查之維生素C外，也可能產生許多抗氧化物質如還原態穀胱甘肽(glutathione)、α-生育酚等[15]，可在日後做更進一步的研究。

已知溫度為影響園產品敗壞的重要因子，又園產品採收後會累積大量的田間熱及呼吸熱，因此如何將累積的熱量移除為決定園產品品質的關鍵。預冷(pre-cooling)為在園產品運輸、冷藏或加工前將產品本身所含田間熱及累積的呼吸熱除去，使產品快速降溫、降低呼吸率、減少失水率、抑制病原菌繁殖及防止乙烯造成的不良影響。常用的預冷方式包含碎冰預冷、冰水預冷、室內風冷、壓差預冷及真空預冷等,預冷方法的選擇則需衡量成本、園產品本身性質及需求性[6]。

目前中部地區龍鬚菜採收後並無預冷處理,僅在陰涼環境下灑水處理保持鮮度,導致產品經裝箱常溫運輸後常有黃化、爛葉的情形。本試驗以5℃室內風冷及室內風冷配合底層吸水遇冷處理雖然在5℃貯藏下處理間無顯著差異，但在25℃下即能看出預冷的重要性，在經過2天除其品質及外觀仍佳，正好可減輕現今中部山區龍鬚菜貯運至拍賣市場時仍無低溫冷藏運輸之損失。

貯藏環境中氣體組成及濃度亦為影響採後品質重要因子之一，氧氣為後熟賀爾蒙(ripening hormome)乙烯合成必要物質，降低氧氣濃度可使乙烯受體因缺氧而成還原態無法與其結合，若如有二氧化碳存在，則可與乙烯競爭受體使其不能生成或參予酵素反應。引此，低氧及高二氧化大多可降低乙烯生成亦或呼吸率，進而減少品質損失[20,22,25]。氣變(modified atomosphere, MA)為改變貯藏環境中大氣組成,相對於一般大氣濃度其減少了氧氣或增加二氧化碳濃度，營造出穩定的貯藏環境[14]。一般氣變貯藏多使用塑膠袋包裝，簡稱氣變包裝(modified packaging MAP)，由於園產品採後其內部生理代謝仍持續進行，呼吸作用消耗氧氣產生二氧化碳並與包裝袋之通透性進行氣體交換，達到適當低氧及高二氧化碳環境，產生有效的氣變包裝效果。

良好的氣變包裝是需要藉由適當的包裝資材、產品特性和貯運環境配合。在包裝資材方面一般多使用聚乙稀(polyethylene, PE)、聚丙烯(polypropylene, PP)、聚氯乙烯(polyvinyl chloride, PVC)。不同材料其水分蒸散率、氧氣及二氧化碳的通透性、熱融性的特性亦有所不同[7]。此外，若園產品呈現高呼吸率，易造成氣變包時氧氣過低現象，另於包裝袋上穿微孔可提高包裝袋內外氧氣交換率(Ghosh and Anantheswaran, 2001)[16]。

本試驗中所選擇之包裝為鄰苯基苯酚(ortho-phenylphenol, OPP)材質，依其不同厚度標準OPP最大氧氣交換速率(oxygen transmission rate, OTR)為775~2,325 cc/m^2/day[17]，較PE及PP低，又觀察龍鬚菜呼吸率高，故於包裝袋上打微孔以避免氧氣濃度過低造成產品生理障礙或異味產生。

利用OPP塑膠袋包裝貯藏於5或25℃下對於失重率相對於未包裝顯著降低，此結果與林(1993)以青蔥利用氣變包裝於0°C貯藏可減少產品貯藏實失重及腐爛的情形相似[5]；又Wang和Qi (1997)指出小黃瓜經聚乙烯包裝貯藏於5℃下可減少重量損失，貯藏18天後失重率為0.2~0.9%，未包裝之對照組則為9.2%[24]。OPP塑膠袋包裝樣品有較高清除DPPH自由基能力，可能原因是相對於未包裝處理，氣變包裝環境下低氧逆境降低氧化酵素活性，減少氧化物質生成，相對抗氧物如酚類化合物增加，但本試驗中維生素C含量並無顯著差異，亦表示其抗氧化力增加的貢獻與其無相關，山蘇以紙箱包裝、紙箱加PE包裝及未包裝處理對其維生素C含量影響亦不顯著。而總可溶性醣含量也以OPP塑膠袋包裝處理較高，應為氣變貯藏低氧高二氧化碳下抑制其呼吸作用，因而減少養份的消耗；綠竹筍直接利用氣調貯藏以3%氧氣、10%二氧化碳處理於不同溫度貯藏20天後可有較高的甜度[10]。

蔬菜中硝酸鹽累積之問題早有諸多報告，近年來民眾和政府也日益關心食物中硝酸鹽及亞硝酸鹽污染含量所產生的危害議題，本試驗以OPP塑膠袋包裝產生低氧或高二氧化碳環境除可減緩微生物的滋生及酵素作用，又在低氧情形下可活化5'-AMP進而促使硝酸還原酶活化[21]，且水分散失較少，故其硝酸鹽含量較低。因此，蔬菜採後應包裝低溫冷藏，避免使硝酸鹽亦或亞硝酸鹽含量增加。

總結本試驗結果，龍鬚菜採後建議以5℃室內風冷4 hr配合底層吸水種預冷方式，除可降低呼吸熱外並可避免傳統灑水方式，產品未完全乾燥後包裝造成腐爛。此外，OPP包裝配合5℃貯藏可延長貯藏時間，產品仍具商品價值。

參考文獻

1. 行政院衛生署 2012 食品營養資料庫-隼人瓜苗 http://consumer.fda.gov.tw/Food/detail/TFNDD.aspx?f=1&pid=59.
2. 行政院農業委員會農糧署 2012 農情報告資源網 http://agr.afa.gov.tw/afa/afa_frame.jsp。
3. 王自存 1997 氣調技術應用在蔬菜採後保鮮之研究 p.209~220 園產品採後處理與運銷技術研討會專刊 臺中。

4. 王念慈　2004　新鮮與老化葉菜類蔬菜之總抗氧化力之測定與變異　國立臺灣大學園藝學系碩士論文　臺北　臺灣。
5. 林棟樑　1993　青蒜氣調包裝貯藏之研究　臺灣園藝 39: 147~155。
6. 林棟樑　2001　蔬果預冷保鮮技術　臺南區農業改良場技術專刊 115: 1~14。
7. 官峰全　2012　氣變包裝與溫度對綠竹筍貯藏品質之影響　國立臺灣大學園藝學系碩士論文　臺北　臺灣。
8. 唐志婷　1997　低氧及乙烯處理對綠色蔬菜採後黃化之影響　國立臺灣大學園藝學系碩士論文　臺北　臺灣。
9. 陳葦玲、蕭政弘、陳榮五　2010　品種、葉球部位、施肥量及冷藏對於甘藍抗氧化力之影響　臺灣園藝 56: 93~103。
10. 張粲如　1994　綠竹筍採收後生理與氣調貯藏之研究　國立臺灣大學園藝學系博士論文　臺北　臺灣。
11. 鄭文瑛　1997　新鮮蔬果內硝酸離子和維他命C的含量、分佈及貯藏期間的變化　國立臺灣大學園藝學系碩士論文　臺北　臺灣。
12. 蕭政弘　2006　梨瓜　p.513~516　臺灣農家要覽增修訂三版農作篇(二)　財團法人豐年社　臺北　臺灣。
13. Brandt, S., Z. Pék, É. Barna, A. Lugasi and L. Helyes. 2006. Lycopene content and colour of ripening tomatoes as affected by environmental conditions. J. Sci. Food Agr. 86: 568-572.
14. Escalona, V. H., E. Aguayo and F. Artes. 2007 Modified atmosphere packaging improved quality of kohlrabi stems. Lebensm.-Wiss.u.-Technol. 40:397-403.
15. Foyer, C. H. 1993. Ascorbic acid, p.31-58. In: Alscher, R. G. and J. L. Hess (eds.). Antioxidants in Higher Plants, C. R. C. Press, Boca Raton, FL.
16. Ghosh, V. and R.C. Anantheswaran. 2001. Oxygen transmission rate through microperforated film: measurement and model comparison. J. Food. Process Engineering. 24: 113-133.
17. Gorny, J. R. A summary of CA and MA requirement and recommendation for fresh-cut (minimally processed) fruits and vegetables. Acta Hort. 600: 609-614.
18. Irving, D. E. and P. L. Hurst. 1993. Respiration, soluble carbohydrates and enzymes of carbohydrate metabolism in tips of harvcsted asparagus spears. Plant Sci. 94: 89-97.
19. Jacxsens, L., F. Devlieghere, T. D. Rudder and J. Debevere. 2000. Designing equilibrium modified atmosphere package for fresh-cut vegetables subjected to changes in temperature. Lebensm.-Wiss.u.-Technol. 33: 178-187.
20. Kader, A. A. 1992. Postharvest technology of horticultural crops. Univ. California, Div. Agriculture and Natural Resources.

21. Kaiser, W. and M. S. Huber. 1994. Modulation of nitrate reductase in vivo and in vitro: effects of phosphoprotein phosphatase inhibitors, free Mg^{2+} and 5'-AMP. Planta 193:358-364.
22. Mathooko, F. M., Y. Tsunashima, W. Z. O. Owino, Y. Kubo and A. Inaba. 2001. Regulation of genes encoding ethylene biosynthetic enzymes in peach (*Prunus persica* L.) fruit by carbon dioxide and 1-methylcyclopropene. Postharvest Biol. Technol. 21: 265-281.
23. Shimada, K., K. Fugikawa, K. Yahara and T. Nakamura. 1992. Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin. J. Agr. Food Chem. 40: 945-948.
24. Wang, C.Y. and L. Qi. 1997. Modified atmosphere packaging alleviates chilling injury in cucumbers. Postharvest Bio. Tech. 10: 195-200.
25. Wills, R. B. H., W. B. McGlasson, D. Graham, and D. C. Joyce. 2007. Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. 5th Edition. CAB International, Oxfordshire, UK.
26. Yamauchi, N. and A. E. Watada. 1993. Pigment changes in parsley leaves during storage in controlled or ethylene containing atmosphere. J. Food Sci. 58: 616-637.

Improvement of Postharvesting Technology on the Chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Swartz) [1]

Wei-Ling Chen[2], Shih-Yi Yang[3], Jia-Wen Chen[3],
Yi-Lin Wang[3], Yu-Huai Liu[4] and Tang-Yen Chiang[4]

ABSTRACT

Chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Swartz) is a popular indigenous vegetable in central Taiwan. However, its marketing quality is quite poor owing to its shortage of proper postharvesting treatment. Thus, the present study was to evaluate the efforts of postharvesting treatments such as storage temperature, pre-cooling, and packaging methods. The result indicated that as to compare with that at 25℃, the chayote storage at 5 ℃ could obtain lower weight loss rate and nitrate content and with higher chlorophyll content, scavenging DPPH ability, vitamin C and total soluble sugar content. Different Pre-cooling methods in 5℃ was not significantly impacted to the marketing quality but serious at 25℃ for 2 days storage. If the chartye plants was subsoaking in water and followed by pre-cooled at 5℃ found the better marketingt quality at all. However, the quality of chayote plant decreased mostly in the farmer's conventional method whiich was treated with water spray then stored at 25℃ for 2 days. Moreover, treatment of the chayote plant packaged in OPP bag and then stored in 5℃ could resulted in the fewer quality loss than non-packaging ones. It even could still remain bette quality after 2 days storage.

Key words: chayote, pre-cooling, packaging, storage, quality.

---

[1] Contribution No. 0797 from Taichung DARES, COA.

[2] Assistant Horticulturist of Taichung DARES, COA.
[3] Under graduated Student of Department of Horticulture, National Chiayi University.
[4] Under graduated Student of Department of Horticulture, Chinese Culture University.