綠竹筍採收後處理與貯運技術改進

張粲如
行政院農業委員會桃園區農業改良場研究員

摘　要

本試驗旨在探討綠竹筍(*Bambusa oldhami* Munro)採收後適當的預冷、包裝方法及貯藏條件，使適合海運方式外銷，降低運費；以台北縣五股鄉的綠竹筍爲材料，進行冰水預冷、強風壓差預冷，包裝數量與包裝袋內加乙烯吸收劑對品質之效應及貯藏試驗，於貯藏期間調查失水率，可溶性固形物含量、維他命 C 含量，筍切面之硬度與顏色變化及官能品評。結果顯示，冰水預冷之降溫速率較快，但可溶性固形物及維他命 C 稍有流失於水，且水中微生物易污染；強風壓差預冷降溫速率較慢，但成分不會流失，減少微生物污染。最好的預冷方法是先以冰水預冷 20~30 分鐘接著以強風壓差預冷 20 分鐘，預冷後以厚度 0.06mmPE 袋包裝，具有氣變貯藏的效應，對可溶性固形物及維他命 C 保存較好，且筍切面色澤變化較小；每袋包裝 8 支比包裝 5 支之品質差，因爲產生無氧呼吸而有異味。包裝袋內加乙烯吸收劑，在 25℃高溫時，會增加失水率、褐化程度及纖維化，貯藏期限僅 3 天；在 0℃及 5℃低溫貯藏時，對品質的影響呈差異不顯著，可以不需加乙烯吸收劑，保鮮期 21 天。依上述最適條件，實際辦理新鮮綠竹筍海運試銷日本，並先通過農委會防檢局之檢疫，以 20 呎貨櫃海運，溫度爲 1℃，全程溫控良好，卸貨時，調查品質，可溶性固形物仍達 7°Brix，切口無褐化，輕微纖維化，經估算海運費用比空運降低 88.8%。改進採收後處理技術，綠竹筍海運外銷是具有潛力的。

關鍵字：綠竹筍、預冷、包裝、貯藏、海運外銷。

前　言

綠竹筍(*Bambusa oldhami* Munro)具有質細嫩、味鮮美的特性，深受國人及旅外華僑的喜愛，筍農及筍商曾以空運方法外銷，將綠竹筍用保麗龍箱及紙箱包裝，每箱裝12公斤，總共運費每箱約2,400元，相當昂貴，若能以適當保鮮技術，延長貯運期限，利用貨櫃以海運方法外銷，將可節省運銷成本。由於綠竹筍是幼嫩的生長組織，採收後的生理變化極旺盛，常會使筍切面產生褐化及木質化，竹筍的品質即迅速劣變，因而嚴重影響商品價值(陳等, 1987;張等, 1998)，所以，有些筍農或筍商就將竹筍泡於水中或加抗氧化劑，如亞硫酸鈉、明礬等來防止其劣變。由於使用藥劑處理竹筍會有礙消費者的健康，若能從植物生理代謝的觀點，以物理方法來降低其生理活性延緩竹筍品質劣變，應屬於較安全的方法(張, 1994)。

筆者曾探討綠竹筍採收後的生理變化及溫度對其呼吸速率與乙烯產生的效應(張, 1993)，惟對於實際應用建立採收後的處理流程尚缺乏研究。本研究即爲探討綠竹筍採收後適當的預冷，包裝材料及貯藏條件，使適合以海運方式外銷，並辦理試銷日本，以建立採收後處理流程，提供開拓海運外銷市場之參考。

材料與方法

本試驗以五股鄉綠竹筍爲材料，採收後清洗乾淨以冷藏車運到實驗室，進行預冷及包裝貯藏試驗。

一、預冷方法及預冷時間對綠竹筍品質之影響：取綠竹筍四批，二批作冰水預冷（水溫在

5±1℃），另二批作強風壓差預冷；每10分鐘隨機取樣2支，測量筍中心溫度，取至90分鐘，採複因子設計，完全逢機試驗，9處理，每處理二重複；取樣後測可溶性固形物，維他命C，纖維嫩度及官能品評等在預冷過程之變化。

二、預冷方法及包裝支數對綠竹筍貯藏期間品質之影響：取綠竹筍四批，分別作冰水預冷(HC)、強風壓差預冷(FC)、冰水預冷20分鐘接著強風壓差預冷20分鐘(HC＋FC)，不做預冷爲對照(CK)共四種處理。預冷後，用長×寬=48 ×45cm，厚度0.06 mm PE袋包裝5支及8支兩種包裝，每種包裝8袋；前述各項處理後，再貯於0℃±1℃，於貯藏後3天及14天，各取樣4袋，調查品質變化，色澤、纖維嫩度、可溶性固形物含量，維他命C含量及官能品評。試驗採完全逢機設計，8處理，每處理4重複，在每一調查時間進行統計分析。

三、包裝袋內加乙烯吸收劑對綠竹筍貯藏期間品質之影響：將綠竹筍先作冰水預冷20分鐘接著作強風壓差預冷20分鐘，再用厚度0.06 mm PE袋包裝，每袋裝3支，比較包裝內加乙烯吸收劑及未加者，在貯藏期間之品質變化，貯藏溫度爲25℃、5℃及0℃，每處理溫度16袋，於貯藏後3天、6天、14天及21天各取樣4袋調查，調查項目與試驗一相同。採完全逢機設計，6處理，每處理4重複，在每一調查時間進行統計分析。

四、綠竹筍以海運貨櫃試銷日本

將綠竹筍預冷如同試驗三之預冷方法，預冷後用厚度0.06 mm PE袋包裝，每袋裝6支，再用長 ×寬 ×高=50 ×35 ×45 cm紙箱包裝，每箱20 kg，共作24箱，內置溫度記錄器；經過農委會防檢局檢疫，由皇友科技公司，辦理通關及出口手續，由陽明海運運至日本橫濱港，由日本之日鮮公司辦理驗關及進口手續。遂後本試驗之研究人員親自到日本，取出溫度記錄器追蹤調查全程溫控情形及卸貨品質，並計算運銷費用。

調查方法：可溶性固形物以Digital refracto meter PR-101測定，以°Brix表示；纖維嫩度以Penetro meter Fruit pressure tester測定，以kg/cm^{2}表示；維他命C以Merck RQflex，試紙測定，以mg/L 表示；筍切口顏色變化以色差計測定，L值代表亮度，＋a代表紅色度，－a代表綠色度，＋b代表黃色度，－b代表藍色度。官能品評，將綠竹筍帶殼蒸煮40分鐘，切取基部1cm厚，切成1cm^3，品嚐，分四級，4分表示好吃，甜、纖維細嫩、無異味；3分表示好吃、較不甜、纖維細嫩、無異味；2分表示還好吃、不甜、纖維微粗、無異味；1分表示不好吃、不甜、纖維粗，有異味。

結果與討論

一、預冷方法及預冷時間對綠竹筍品質之影響

由表 1.顯示，綠竹筍以冰水預冷及強風壓差預冷對溫度下降有不同的效果，冰水預冷降溫速率較快，在 30 分鐘內，筍中心溫度由 24.8℃降到 9.68℃，90 分鐘降到 6.95℃，因冰水溫度在 5±1℃，以致限制其最後降溫量；強風壓差預冷降溫速率較慢，在處理 40 分鐘才降到 9.35℃，90 分鐘降到 3.63℃，因冷空氣在 2±1℃，故最後降溫點可達較低溫(圖 1.)。表中顯示，預冷時間對溫度下降顯著的效應，預冷方法與時間變化對溫度下降有明顯的交感效應。冰水預冷時間愈久，可溶性固形物下降愈多，因綠竹筍切口部份的可溶性物質溶出於水中，而強風壓差預冷者，可溶性物質沒有溶出的現象，因此前者處理之可溶性固形物下降值顯著多於後者。至於維他命 C 含量，則兩種預冷方法之變化差異不顯著。在纖維細嫩度之變化，顯示預冷方法間有差異，壓差預冷處理保持較好的纖維細嫩度；預冷時間長短對纖維細嫩度之影響不顯著，即在預冷期間，維持低溫且時間短暫，不會使纖維嫩度產生明顯的變化。兩種預冷方法在預冷過程中，經官能品評，綠竹筍的品質均維持在 4 分，好吃，且無寒害現象。

表 1.預冷方法及預冷時間對綠竹筍品質之影響
Table1. Effect of precooling method and time on quality of bamboo shoot.

預冷方法 precooling method	時間 Time (min)	溫度 Temperature (℃)	可溶性固形物 Soluble solid (°Brix)	維他命 C Ascorbic acid (mg/L)	纖維嫩度 Firmness (kg/cm^2)	官能品評等級 Panel test score
Hydrocooling	0	24.80	6.30	52.00	6.30	4
	10	12.93	5.85	41.75	6.55	4
	20	11.23	6.10	38.50	6.25	4
	30	9.68	5.75	40.25	6.50	4
	40	8.63	5.58	38.25	6.78	4
	50	8.18	5.85	37.75	6.48	4
	60	7.70	6.00	42.25	6.63	4
	70	7.45	5.90	45.25	6.73	4
	80	8.23	6.03	41.00	6.55	4
	90	6.95	5.90	43.75	6.88	4
Forced air cooling	0	21.50	6.30	52.00	6.20	4
	10	17.63	6.35	38.50	5.98	4
	20	14.65	6.15	38.25	6.13	4
	30	11.93	6.43	38.00	6.10	4
	40	9.35	5.90	37.25	6.55	4
	50	7.65	6.38	42.25	5.90	4
	60	6.40	6.33	41.50	6.30	4
	70	5.43	6.45	41.00	5.98	4
	80	4.50	6.23	37.25	6.35	4
	90	3.63	6.18	38.50	6.75	4
Precooling(P)		NS	0.118***	NS	0.252**	
Time(T)		2.696***	0.293**	NS	NS	
P×T		**	NS	NS	NS	

NS,*,**,***,Non-significant or significant at p≦0.05,0.01 or 0.001,respectively.

由上述結果，兩種預冷方法均適合綠竹筍採後處理，對於降溫及品質的維持有良好的效果，惟冰水預冷時間較長，容易使可溶性固形物流失，且水附著於筍切面，貯藏期間微生物很快滋生，產生品質劣變，因此若採取先以冰水預冷 20~30 分鐘，快速將溫度降至 10℃以下，再接著用強風壓差預冷，繼續降溫，將可減少泡水時間，減少可溶性固形物流失於水中，且竹筍切口經過壓差預冷後，切面乾爽，減少水的附著及微生物的滋生繁殖，當可維持品質與新鮮度。

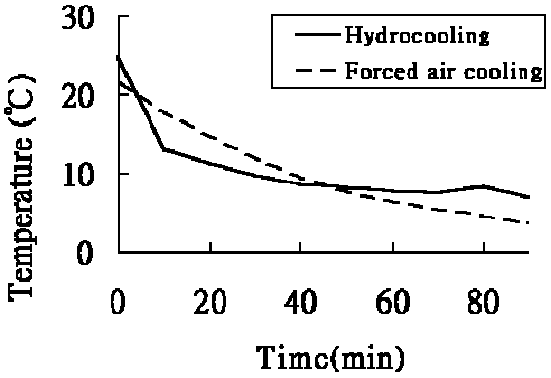


圖 1. 預冷方法及預冷時間對綠竹筍溫度之變化
Fig. 1. Changes of bamboo shoot temperature in different precooling method

二、預冷方法及包裝支數對綠竹筍貯藏期間品質之影響

筆者曾比較塑膠袋厚度對綠竹筍保鮮之效應(張, 2001, 2002)，顯示厚度 0.06 mm 者優於 0.02 mm 者，故本試驗僅採用厚度 0.06 mm PE 袋包裝，由表 2.及表 3.顯示，在貯藏三天時，各項處理的品質差異不顯著，在色澤方面，亮度值均在 70%以上，a 值及 b 值增加極微，故褐化程度極微；可溶性固形物含量，在預冷處理間差異不顯著，但在包裝支數上則有差異，包裝 5 支者顯著較包裝 8 支者含量高，冰水預冷及冰水預冷接著作壓差預冷者含量比不預冷者高；維他命 C 含量及官能品評在預冷處理間及包裝支數間均差異不顯著，顯示在 0~1℃的低溫貯藏三天時保鮮效果好，既沒有褐化及纖維化，成分變化很少，能維持在香甜、美味、官能品評達 4 分，很好吃的等級；在貯藏十四天時，各項處理的品質逐漸顯現有差異性，沒有預冷處理者，a 值及 b 值升高爲 5.58 及 16.03，筍的切面即呈現微黃褐色，而有經預冷處理者，a 值及 b 值均仍與初始時相近，故筍的切面仍呈現潔白亮麗；在硬度方面，各項處理間差異不顯著，能維持在口感纖細的感覺；在可溶性固形物含量及維他命 C 含量，則包裝支數呈差異顯著，即沒有預冷者比預冷者成分含量降低，包裝 8 支者比包裝 5 支者含量低，故在官能品評時，顯示包裝 5 支者比包裝 8 支者好吃，尤其經過冰水預冷接著作壓差預冷者，或只作壓差預冷者吃的口感仍很好，達 4 分，顯示口感香甜纖細且無異味。而冰水預冷者稍有異味，沒有預冷者感覺較不甜且風味較差；因爲沒有預冷者，筍的品溫下降慢，呼吸及生理代謝將部分養份消耗，故成分含量降低較多，使得甜度及鮮度降低(陳等, 1987)。冰水預冷的降溫速率最快，因爲冰水直接與筍接觸，熱交換快，預冷速度快(劉,1994;Thompson et al, 2002)，故品質變化較小，在貯藏三天時，能幾乎與新鮮時的品質相同，但至第十四天，可能有水份附著在筍切面，有些微生物滋生，而產生異味。至於冰水預冷接著作壓差預冷的優點，即利用冰水迅速將筍降溫，以降低呼吸速率及生理代謝，接著作強風壓差預冷，可以繼續以強冷風降溫，並使附著在筍的水份吹掉，減少附著水促使微生物滋長。

包裝 8 支比包裝 5 支的品質稍差，據筆者試驗，以厚度 0.06 mm PE 袋包裝，袋內的氧氣濃度降低，二氧化碳濃度升高，有氣變貯藏的效應；據報告(Isenberg, 1979; Kamire et al, 1974)指出，植物的細胞在氧氣濃度低到足以產生無氧呼吸(anaerobic respiration)時，會使得醣很快直接裂解產生酒精、甲醛及二氧化碳。是以包裝 8 支，可溶性固形物含量顯著降低，又包裝 8 支者袋內的氧氣消耗較快，在低氧時，很多氧化酵素與氧的親和力降低，所以綠竹筍切面組織被氧化及褐化之程度較低，能保持潔白，此爲在色澤 L 值、a 值及 b 值變化很小的緣故(Lipton, 1965, 1977;Toledo et al, 1969)。

表 2. 預冷方法及包裝支數對綠竹筍貯藏期間品質之影響
Table2. Effect of precooling method and packing quantity on quality of bamboo shoot.

預冷處理 Treatment of precooling	包裝支數 Package quantity (ps)	貯藏天數 Storage (Day)	色澤 Color L	a	b	纖維細嫩度 Firmness (kg/cm^2)	可溶性固形物 Soluble solid (°Brix)	維他命 C Ascorbic acid (mg/L)	官能品評等級 Panel test score
HC[z]	5	3	74.85^{a}	4.55^{a}	15.30^{a}	7.08^{abc}	7.55^{a}	78^{a}	4.0
HC＋FC	5	3	75.98^{a}	3.73^{a}	15.40^{a}	7.33^{ab}	7.45^{a}	73^{ab}	4.0
FC	5	3	76.20^{a}	3.98^{a}	14.90^{a}	7.95^{a}	7.15^{ab}	79^{a}	4.0
CK	5	3	72.08^{ab}	4.53^{a}	15.55^{a}	5.63^{c}	7.25^{ab}	68^{ab}	4.0
HC	8	3	74.48^{a}	4.60^{a}	17.13^{a}	6.65^{bc}	7.15^{ab}	74^{ab}	4.0
HC＋FC	8	3	70.33^{ab}	3.38^{a}	15.73^{a}	6.68^{bc}	7.00^{bc}	71^{ab}	4.0
FC	8	3	73.08^{b}	3.80^{a}	15.55^{a}	7.03^{abc}	6.90^{bc}	71^{ab}	4.0
CK	8	3	72.73^{ab}	4.55^{a}	15.93^{a}	7.57^{ab}	6.60^{c}	63^{b}	4.0
HC	5	14	77.93^{ab}	3.20^{bc}	13.00^{bc}	6.65^{a}	7.10^{a}	83^{a}	3.6
HC＋FC	5	14	75.43^{b}	3.18^{c}	12.83^{bc}	6.43^{a}	7.05^{a}	75^{b}	4.0
FC	5	14	82.65^{a}	3.90^{bc}	12.08^{c}	6.60^{a}	7.10^{a}	69^{b}	4.0
CK	5	14	76.85^{b}	5.58^{a}	14.73^{ab}	7.50^{a}	6.60^{b}	69^{b}	3.0
HC	8	14	77.93^{ab}	3.83^{bc}	11.90^{c}	6.43^{a}	6.60^{b}	55^{c}	3.6
HC＋FC	8	14	78.38^{ab}	3.05^{c}	13.33^{bc}	6.53^{a}	6.40^{bc}	54^{c}	3.6
FC	8	14	76.25^{b}	4.93^{ab}	13.93^{abc}	7.05^{a}	6.70^{ab}	74^{ab}	4.0
CK	8	14	78.75^{ab}	3.75^{bc}	16.03^{a}	7.03^{a}	6.15^{c}	74^{ab}	3.5
Initial		0	80.00	3.43	14.00	8.07	7.65	45	4.0

[z]Hydrocooling(HC) Forecd Air cooling(FC)
Means followed by the same letter are not significantly(p=0.05)different according to the Duncan's multiple range test.

表 3. 預冷方法及包裝支數對綠竹筍貯藏期間品質之變方分析
Table 3. Significance determined by ANOVA of precooling method and packing quantity on quality of stored bamboo shoot.

Treatment	3Days Color L	a	b	Firmness (kg)	Soluble solid (°Brix)	Ascorbic acid (mg/L)	14Days Color L	a	b	Firmness (kg)	Soluble solid (°Brix)	Ascorbic acid (mg/L)
Main effects Precooling(P)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Packing Quantity(Q)	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS
Interactions P × Q	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS, *, **, Non-significant or significant at p≦0.05, 0.01, respectively.

三、包裝袋內加乙烯吸收劑對綠竹筍貯藏品質之影響

由表 4.及表 5.顯示，在貯藏 3 天時，溫度對品質的影響較大，失水率在貯藏溫度間呈差異顯著；在加乙烯吸收劑處理間則差異不顯著，在 25℃貯藏者失水率在 1.26~1.57%，而 5℃及 0℃貯藏者則僅 0.07~0.34%，在色澤方面，25℃貯藏，亮度顯著較低於貯藏於 5℃及 0℃者，a 值及 b 值亦較高，即褐化程度較高；可溶性固形物及維他命 C 含量在貯藏溫度間

呈差異顯著，可溶性固形物以 0℃者含量較高，在 5℃者次之，25℃者含量較低，但同溫度內，加乙烯吸收劑處理間差異不顯著；而維他命 C 含量，顯現在 25℃貯藏者略高於 5℃及 0℃者，硬度方面在貯藏溫度間，加乙烯吸收劑處理間差異不顯著；官能品評則以 0℃及 5℃者優於 25℃者，表示在貯藏 3 天之品質，低溫貯藏者品質仍相當好，高溫者在尚可接受的程度。

在貯藏 6 天時，25℃者已失去商品價值，而在 5℃及 0℃者，品質大致仍舊很好，在失水率，L 值、a 值及 b 值呈差異不顯著；可溶性固形物方面，顯示沒加乙烯吸收劑者略高於加乙烯吸收劑者；維他命 C 含量則是處理間差異不顯著；硬度方面，加乙烯吸收劑者顯著高於未加乙烯吸收劑者，但官能品評，均在極好吃的範圍，表示在 5℃及 0℃貯藏 6 天之品質，均仍舊優良。在貯藏 14 天時，貯藏溫度間及加乙烯收劑處理間品質差異不顯著，官能品評則顯示不如貯藏 6 天時之風味。在貯藏 21 天時，5℃及 0℃貯藏者雖然各項品質之測定值呈現差異不顯著，但官能品評已呈現較不甜，纖維微粗，較不好吃的風味，表示在低溫的貯藏期限約 21 天，逐漸有寒害產生，故官能品評的分數已較低，相對其商品價值亦較低。

依據前述試驗，溫度對綠竹筍品質影響極大，高溫因增加其代謝速率，故品質下降快，低溫對保存品質是最有利的，但低溫超過 21 天，即會有寒害發生，影響品質及風味。至於加乙烯吸收劑，在前試驗，顯示易增加失水率(張, 2001, 2002)，本試驗 25℃高溫時，有易失水率的現象，而在低溫則差異不顯著，同時對品質之影響亦不顯著，據筆者先前之報告(張, 1993)，綠竹筍採收後在 20~30℃時，乙烯產生量爲 2.7~3.0μL/kg/hr，而在 5℃及 0℃時，則僅爲 0.5μL /kg/hr。因此綠竹筍採收後，若能在低溫下乙烯產生量少，可以不需加乙烯收劑處理。

表 4.包裝袋內加乙烯吸收劑對綠竹筍貯藏期間品質之影響

Table 4. Effect of packing with ethylene scrubber on quality of bamboo shoot.

包裝處理 Treatment of packing	貯藏天數 Storage (day)	溫度 Tem perature (℃)	失水率 Water loss (%)	色 Color L	a	澤 b	可溶性固形物 Soluble solid (°Brix)	維他命 C Ascorbic acid (mg/L)	纖維細嫩度 Firmness (kg/cm^2)	官能品評等級 Panel test score
PE 袋＋乙烯吸收劑	3	25	1.57^{a}	49.20^{bc}	7.15^{a}	22.05^{a}	5.20^{b}	60.00^{a}	7.25^{a}	3.0
PE 袋	3	25	1.26^{a}	39.35^{c}	7.45^{a}	19.30^{ab}	6.00^{ab}	41.00^{ab}	7.70^{a}	3.0
PE 袋＋乙烯吸收劑	3	5	0.09^{b}	72.10^{a}	3.35^{ab}	16.75^{b}	6.40^{a}	36.50^{ab}	6.45^{a}	3.5
PE 袋	3	5	0.12^{b}	66.40^{a}	3.25^{ab}	17.15^{b}	5.70^{ab}	27.50^{b}	7.50^{a}	3.5
PE 袋＋乙烯吸收劑	3	0	0.07^{b}	67.45^{a}	3.85^{ab}	18.50^{ab}	6.30^{a}	28.00^{b}	6.15^{a}	3.5
PE 袋	3	0	0.34^{b}	65.00^{ab}	2.55^{b}	20.55^{ab}	6.40^{a}	30.50^{b}	8.60^{a}	4.0
PE 袋＋乙烯吸收劑	6	5	0.12^{a}	59.90^{a}	6.75^{a}	16.30^{a}	6.40^{b}	42.00^{ab}	9.00^{a}	4.0
PE 袋	6	5	0.16^{a}	74.10^{a}	3.95^{a}	17.60^{a}	7.10^{a}	48.50^{a}	6.30^{b}	4.0
PE 袋＋乙烯吸收劑	6	0	0.19^{a}	68.25^{a}	4.70^{a}	16.15^{a}	6.30^{b}	20.00^{bc}	9.45^{a}	4.0
PE 袋	6	0	0.25^{a}	69.30^{a}	4.20^{a}	16.45^{a}	6.80^{a}	16.50^{c}	6.50^{b}	4.0
PE 袋＋乙烯吸收劑	14	5	0.26^{b}	56.10^{a}	5.40^{b}	14.25^{a}	6.60^{b}	44.00^{a}	6.70^{ab}	3.5
PE 袋	14	5	0.42^{ab}	48.00^{a}	8.10^{a}	17.60a	6.40^{ab}	56.50^{a}	7.50^{a}	3.0
PE 袋＋乙烯吸收劑	14	0	0.22^{b}	58.55^{a}	5.00^{b}	12.00a	6.20^{a}	16.50^{a}	5.50^{b}	2.5
PE 袋	14	0	0.52^{a}	65.75^{a}	4.05^{b}	15.33a	6.10^{a}	18.00^{a}	6.90^{ab}	2.5
PE 袋＋乙烯吸收劑	21	5	0.79^{a}	52.45^{b}	6.45^{a}	16.00a	4.90^{a}	46.00^{a}	4.50^{a}	1.5
PE 袋	21	5	1.12^{a}	44.85^{b}	8.40^{a}	12.05a	5.40^{a}	46.50^{a}	8.25^{a}	1.5
PE 袋＋乙烯吸收劑	21	0	0.02^{a}	58.10^{ab}	4.50^{a}	16.25a	6.00^{a}	14.00^{b}	6.60^{a}	1.5
PE 袋	21	0	0.95^{a}	71.85^{a}	6.30^{a}	19.15a	6.00^{a}	10.50^{b}	6.80^{a}	1.5

Means followed by the same letter are not significantly(p=0.05)different according to the Duncan's multiple range test.

表 5.包裝袋內加乙烯吸收劑對綠竹筍貯藏期間品質之變方分析
Table 5. Significance determined by ANOVA of packing with ethylene scrubber on quality of stored bamboo shoot.

Treatmant	Water loss (%)	Color			Soluble solid (°Brix)	Ascorbic acid (mg/L)	Firmness (kg/cm^2)
		L	a	b			
Effects of 3 days							
Temperature(T)	**	**	*	NS	NS	*	NS
Packing(PK)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
T×PK	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Effects of 6 days							
Temperature(T)	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS
Packing(PK)	NS	NS	NS	NS	*	NS	*
T×PK	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Effects of 14 days							
Temperature(T)	NS	NS	*	NS	NS	NS	*
Packing(PK)	*	NS	NS	NS	NS	NS	*
T×PK	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Effects of 21 days							
Temperature(T)	NS	NS	NS	NS	*	**	NS
Packing(PK)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
T×PK	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS, *, **, Non-significant or significant at $p \leqq 0.05$, 0.01, respectively.

四、綠竹筍以海運貨櫃試銷日本實錄

在 2002 年 6 月 12 日依據最適當的預冷方法及包裝數量，將綠竹筍用厚度 0.06 mm PE 袋包裝，每袋裝 6 支，再盛裝於紙箱內，每箱 20kg，約有 13 袋，共作 24 箱，箱內放置自動溫度記錄器，處理後先放在改良場冷藏庫待運，在 6 月 13 日經防檢局檢疫後搬上貨櫃，當日運達基隆港，在港口停留三天，6 月 16 日起航，6 月 20 日運達日本橫濱港，在港口停留三天，並經過通關手續，6 月 24 日運輸至新瀉縣，卸貨到日鮮公司冷藏庫，我們於 6 月 27 日到達該公司，取出溫度記錄器，追蹤全程溫度控制情形，如圖 2.顯示，由產地到基隆港之間溫度在 4~7℃，乃因冷藏貨櫃車沒有插電，故溫度上升，至於在港口及運輸期到卸貨前，溫控良好，均維持在 1℃左右，到達新瀉縣，卸貨後在冷藏庫溫度稍有變化，但仍在 1~4℃範圍，在 6 月 27 日打開箱子，取樣觀測品質，顯示綠竹筍切口色澤仍潔白亮麗，可溶性固形物含量爲 6.6~7.2°Brix，硬度在 6.2~8.2 kg，稍有纖維化，故在日本生鮮超級市場販賣時，反應良好；由表 6 計算本次綠竹筍以海運外銷日本的費用，包括運費、檢疫費等合計爲 122,276 元，此 20 呎貨櫃可盛裝 5,500kg，故每公斤運費約 22.23 元；若用空運，每公斤費用約 200 元，即以海運比空運可減少 88%的費用。

檢討此次以海運外銷綠竹筍，在處理技術上應可達保鮮目的，但在運銷上，值得再繼續改進的有兩項，1.從產地到港口之貨櫃應插電，保持品質。2.縮短在港口停留的時間，此次在台灣及日本兩處港口，各停留三日，共計六日，如此影響日後在市場的銷售期，若能加以改善，將來以海運外銷綠竹筍鮮筍，應當是可期待的。

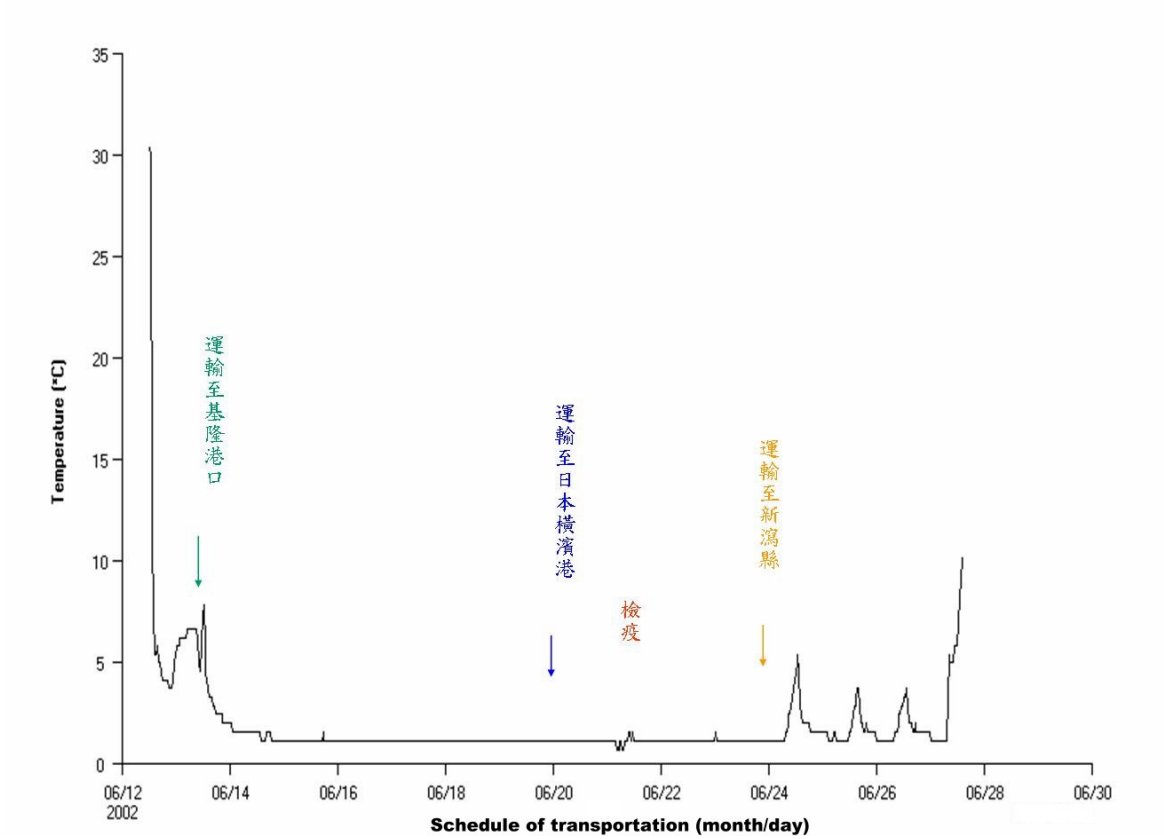


圖 2. 綠竹筍海運過程溫度變化
Fig.2. Change of temperature during bamboo shoot transported by sea.

表 6.綠竹筍以海運貨櫃外銷日本之運銷費用
Table 6. The expense of exporting bamboo shoot with 20 feet steel dry cargo container by sea.

項 目 Items	金額 Expense (NT$)
貨櫃運費 Freight charge	43,685
台灣出口手續費 Service charge in Taiwan	16,680
日本進口手續費 Service charge in Japan	52,623
檢疫費 Quarantine charge	9,288
合計 Total	122,276
平均費用 Average	22.23 元/kg

誌　謝

本研究承行政院農業委員會 90 農科-1.1.1-桃-Y8 及 91 農科-1.1.1-桃-Y4(11)計畫補助，史翠花小姐協助實驗，皇友科技公司協助運銷作業，在此一併申謝。

參考文獻

1. 陳如茵、張長泉、錢明賽。1987。收穫後綠竹筍品質之控制。研究報告第 423 號。食品工業研究所。
2. 張粲如。1993。溫度對綠竹筍採收後呼吸速率與乙烯產生之影響。桃園區農業改良場 研究報告。13:19~26。
3. 張粲如。1993。綠竹筍採收後木質化指標之研究。桃園區農業改良場。研究報告。14:1-9。
4. 張粲如。1994。綠竹筍採收後生理與氣調貯藏之研究。博士論文。pp.262。
5. 張粲如、馮永富。1998。園產品採收後生理及保鮮技術。農業研究推廣十年成果集。桃園區農業改良場。特刊第 10 號。p.80-81。
6. 張粲如。2001。外銷綠竹筍保鮮貯運技術之研究。桃園區農業改良場 90 年 年報。p.70~71。行政院農業委員會桃園區農業改良場編印。
7. 張粲如。2002。外銷綠竹筍保鮮貯運技術之研究。桃園區農業改良場 91 年 年報。p.76~77。行政院農業委員會桃園區改良場編印。
8. 劉富文。1994。園產品採收後處理及貯藏技術。台灣省青果運銷合作社。p.166-172。
9. Isenberg. F. M. R. 1979. Controlled atmosphere storage of vegetables. p.337~394. In : J. Janicke (eds.) Horticultural Reviews vol. l.
10. Kasmire, R, F., A. A. Kader, and J. A. Klanstermeyer. 1974. Influence of aeration rate and atmospheric composition during simulated transit on visual quality and off-odor production of broccoli. HortScience 9 : 228.
11. Lipton, W. J. 1965. Postharvest response of asparagus spears to high carbon dioxide and low oxygen atmospheres. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 86 : 347~356.
12. Lipton, W. J. 1977. Recommendations for CA storage of broccoli, brussels sprouts, cabbage, cauliflower, asparagus and potatoes. Proc-second Natl. CA Res. Conf., Mich.State Univ. Hort. Rpt.28.
13. Thompson, J. F., and F. G. Mitchell. 2002. Packages for Horticultural Crops p.85~95. In : Kader A. A. (eds.) Postharvest Technology of Horticultural Crops. 3rd Edition. Univ. of California Agri. and Natural Resources pub. 3311.
14. Thompson, J. F., F. G. Mitchell, and R. F. Kasmire. 2002. Cooling Horticultural Commodities p.97~112. In : Kader A. A. (eds.) Postharvest Technology of Horticultural Crops. 3rd Edition. Univ. of California Agri. and Natural Resources pub. 3311.
15. Toledo, R., M. P. Steinberg, and A. I. Nelson. 1969. Heat of respiration of fresh produce as affected by controlled atmosphere. J. Food Sci. 34 : 261.

Studies on Postharvest Technique and Marketing of Bamboo Shoot (*Bambusa oldhami* Munro)

Tsan-Ru Chang
Researcher , Taoyuan Distric Agricultural Research and Extension Station

Summary

In order to study the suitable condition of precooling, package and storage for exporting bamboo shoot by sea, the experiments were studied with bamboo shoot produced in Wu-Ku county of Taipei prefecture. Hydrocooling, forced-air cooling, packing amount and ethylene scrubber in PE bag, as well as the storage condition were studied, also the evaluation of water loss, soluble solid content, ascorbic acid content, firmness and color change of cut surface, as well as penel test were investigated. The results were shown that hydrocooling had cool down temperature faster than forced-air cooling, while the former method would loss more soluble solid and ascorbic acid than the later method, the best precooling method is first precool 20 minutes with hydrocooling, then precool 20 minutes with forced air cooling, after that, bamboo shoots were packed with PE bag of 0.06mm thickness, it had the effect of modified atmosphere storage, kept the soluble solid content and ascorbic acid, as well as less change in color of cut surface. The packing amount of eight pieces of bamboo shoot was worse than that of five pieces, for anaerobic respiration occurred, consequently it gave off-odor. The ethylene scrubber in PE bag could increase water loss at 25℃, while it could decrease browing and toughness, only for three days storage, but there is no significant difference in quality at both 0℃ and 5℃, even no ethylene scrubber, the bamboo shoots could keep fresh for 21 days.

The above methods were applied to export bamboo shoot to Japan by sea. The bamboo shoots were inspected by the Bureau of animal and plant health inspection and quarantine, COA ., then they were transported with 20’ steel dry cargo container by sea under temperature 1℃. Through 16 days transportation, the commodities were kept with good quality, it showed 7°Brix, without browning, just a little bit toughening. The expense of transporting by sea is lower 88.8% than that of transporting by air.

Key words：Bamboo shoot (*Bambusa oldhami* Munro), precooling, package, storage, export by sea