台灣產綠蘆筍之冷凍與製罐
I 綠蘆筍採收後之品質變化

Freezing and Canning of Green Asparagus Grown in Taiwan
I Changes in Quality of Green Asparagus Stalks after Harvest

吳碧鏗 李榮輝 鍾忠勇 賴金華 孫進生

by

B. K. Wu, J. H. Lee, C. Y. Chung , J. H. Lai, J. S. Sun.

摘　要

就省產一二年生蘆筍綠筍芽研究採收後之成分變化，採收後不同處理對於筍芽品質之影響，並比較上、下午不同時間採取之筍芽品質。貯藏溫度分爲室溫（ 27°C 左右）及低溫（ 2～4°C ）兩種。曾作不加任何處理放置於室溫 4、8、16 小時後低溫貯藏及採收 4、8、12 小時後冷水（ 2°C 或常溫）浸漬（ hydrocooling ）並於運送途中，加冰塊或不加冰塊於原料箱上，繼續保持於較低溫度後再行低溫貯藏等不同處理。原料箱底加有濕海棉墊，對於幼嫩度的保持有些效果，但塑膠袋包裝在較短時間內無效。採收後16小時內貯藏溫度對於品質之影響不大，而以採收後儘快浸漬於冷冰水降低品溫後，再行裝箱運到加工廠低溫貯藏爲一可行而最適當之原料處理法。經此處理自採收經 36 小時後尚適合於加工。截壓值 （ Shear-press value ）本報告以大小相同之 5 吋長筍芽 5 支，用截壓力測定儀（ Shear-press ） 從筍尖 4 吋處截切時，所需最大截壓力（ Maximum force, lb ）除以該 5 支筍芽重量（g）——用 lb/g 表示，而認爲以該值 1.5 lb/g 以下之原料爲適合於加工用。雖然下午採收者葉綠素含量 較多 但上午採收者之葉綠素含量已與美國產者相似。酒精不溶性固形物（ AIS） 含量在貯藏中無論何種處理均在減少，硝酸態氮下午採收者較多，游離胺基酸態氮含量貯藏初期增加，但 Rutin 含量均無變化。

前　言

食用蘆筍是適合於溫帶的多年生植物，而一直被認爲不適合於溫帶的較高溫地帶及熱帶栽培，主要原因是收量低。在美國蘆筍栽培地區中，南方的收量比北方少，據 Louisiana 大學試驗結果，種植後第三年出來的筍莖都很細不可食用，認爲是因根莖部養分之蓄積較少所致。一方面在日本認爲南方病蟲害較多（ 澤田 1962 ）。但位於亞熱帶及熱帶之台灣約在 10年前開始積極研究試驗，以在採收期仍留二三支母莖的所謂 Mother stock culture 法繼續其同化作用補給養分（ 王 1964 ），竟於 6 ～ 7 年前栽培成功，而利用過去利用價值較低的砂質土擴大生產，在短短 5 ～ 6 年時間年產量已達300萬標準箱（ 台灣 4 號罐 4 打裝）以上（ 台灣罐頭公會 1969 ），與美國蘆筍罐頭生產量很接近。1969 年美國蘆筍罐頭年產量達 6,704,181 箱（ No. 303 二打裝 ）。 大部份出口歐洲，美國人較習慣於消費綠蘆筍，白蘆筍罐頭之生產只佔了一成左右，（ 1968 年綠蘆筍罐頭年產量 6,027,746 箱，而白蘆筍罐頭僅 783,000 箱)(Judge, 1969, Anon, 1970) 因此如果欲擴大銷路到美國，對於生產於台灣的綠蘆筍是否適合於加工，實有加以檢討之必要。

雖然氣候、栽培法不同，在美國曾經有關於綠蘆筍採收後之生理變化（ Scott and Kramer 1949）不同貯藏法對於纖維粗硬化之影響（ Scott & Kramer, 1949, Bisson et al, 1926 Morse, 1917 ），採收長度對於產量品質之影響（ Scott and Kramer, 1954 ），纖維粗硬化之測定（ Wiley et al. 1956, Kramer, 1954, Backinger et al 1957, Kramer et al 1949. Werner et al. 1963, Lee 1943, Kramer

本文原載於食品工業發展研究所研究報告第十號

et al 1960)等等報告可資參考。凡是果菜類採收後，營養及水分之供給卽被斷絕，但由於呼吸作用及各種其他不同酵素仍繼續作用以致逐漸有重量或丙種維他命之損失，碳水化合物之減少，酸度之減低等所謂鮮度之劣化及由於成分之變化而致有風味之改變，營養分之減少等現象發生(加藤1969, Duckworth 1965)，呼吸作用之强弱，一般可以用於表示成分變化之快慢，也是品質劣化指標之一(Duckworth, 1965)查蘆筍之基本呼吸速度高達 271 mgCO_2/kg/hr，僅次於青豌豆，而與剝殼後之玉米相似(Tewifik and Scott, 1954)，是品質極易劣化之蔬菜，同時與玉米一樣會有纖維質及貯藏成分之合成快速進行。呼吸作用依果菜種類、採收時期、保存溫度、濕度及環境氣體成分等之不同而異(島川 1965)。國際冷凍協會所推薦的蘆筍短時間的貯藏最適溫度爲 0～5°C，相對濕度 85～90％(長谷川 1970 a)，故本試驗低溫貯藏採用 2～4°C，85～90％相對濕度進行。又過去生理變化或貯藏試驗報告都是以隔一天或更長的時間間隔測定，一直到 5 天或更長的期間。但台灣蘆筍幾乎全部供爲加工用，大部份都在 24 小時內處理完畢，故本試驗注重於採收後短時間內之品質變化。

生長於熱帶之蘆筍幼莖纖維較粗硬，可能是太陽照射較烈，碳水化合物合成作用較强以致與根吸收氮之速度不能配合所致(林 1971)。此種缺點白蘆筍可以剝皮方法予以補救，此且爲消費者所歡迎，雖然費工較多，但不會因此而阻碍銷路。一般蘆筍芽是綠色部份比白色部份幼嫩，但生產於熱帶的綠蘆筍是否不必剝皮，有無簡單而低廉的方法保持其幼嫩度，也是本試驗想要解答的問題。

農復會曾輔導本省幾家冷凍工廠推廣栽種綠蘆筍達數百甲(1970年)，本試驗獲得該會之資助，就其所推廣栽種的一年生原料及較早栽種於距該地方約五十公里北方之二年生原料進行之。

實驗材料及方法

1．實驗材料：

第一批綠蘆筍採自彰化縣二水鄉濁水溪北岸一帶，品種爲 U.C. 309，二年生，採收日期自1970年 5 月 18 日至 6 月 24 日。

第二批原料採自嘉義縣新港鄉，北回歸線附近。品種爲 U.C. 309，一年生，採收日期自 1970 年 8 月 11 日至10月 14 日。

2．原料之處理及處理代號：

(1)室溫下綠蘆筍品質之變化——就第二批原料於上午 6、9 時及下午 3、6時等不同時間採收，不加任何處理，立卽運返本所(三小時以內可以到達)。而於採收後經 4、8、12、16 小時後分析之。另就第一批原料，於上午 9 時左右採收者做自採收後 20、24 小時之分析。

凡是貯藏於室溫(27°C 左右)者概以 R 符號代表之。第二批原料在 R 下面加一條短線，R。採收時間表示於 R 之前面，則 6、9、15、18 各代表上午 6、9 時或下午 3、6 時。

(2)低溫貯藏——採收後放置於室溫下經 4、8、16 小時等不同時間後移入 2～4°C，相對濕度 85～90％之冷藏庫內貯藏。經這種處理者概以 C 爲代號，使用第二批原料者仍以C代表之。綠蘆筍均以筍尖向上單層直立裝於木箱內。自始至終箱底有濕海棉墊者代號爲 S。

(3)冷水浸漬處理(Hydrocooling)——爲明瞭預先降低品溫對於品質保存之效果，就未移入冷藏庫前原料做如下不同之處理。

①把所採收筍芽浸漬於清潔井水 1 小時後裝箱運返本所，於從採收時算起 4 或 8 小時後移入冷藏庫內貯藏。運搬中箱上放有小冰塊者以 WWI，未放小冰塊者以 WNI 表示之。使用第二批原料者仍於英文字母符號下面加一條短線，以資識別。

②以清潔井水洗除附着泥砂後將筍芽浸漬於冷冰水(2°C 左右) 1 小時，以後之處理同上①。運搬中原料箱上放有小冰塊者以 IWI，沒有放小冰塊者以 INI 表示之。使用第二批原料者仍以符號英文字母下面加一條短線，但採收後放置於室溫 8 小時後始行冷冰水浸漬者以 INI 表示之。

凡附在符號英文字母後面之數字是表示自採收時算起至移入冷藏庫之時間，(以小時表示者)。

(4)塑膠袋包裝——將採收後綠蘆筍以清水洗除附着泥砂後以薄的 PE 袋包裝貯藏於室溫下。塑膠袋兩面預先等間隔各打直徑 6 mm的小孔 4 個以便通氣。每袋裝量約爲 500 公克。

3．分析方法：

(1)將綠蘆筍樣品切爲 5 英吋長筍芽，用果汁機以高速打碎後榨汁，作下列各項目之分析試料：

①可溶性固形物(Soluble solids)……以 Abbe refractomer 測定而以相當以蔗糖含量百分比(Bx)表示之。

②pH ……用 Radiometer，出品之 pH meter 25 SE (Radiometer, Copenhagen NV/Denmark 測定之。

③可滴定酸度(Titratable acidity)……用 Radiometer, 出品之 pH meter 25 及 Autoburette Type ABU 1c 自動滴定至 pH 8.2，以檸檬酸(citric acid)重量百分比表示之。

(2)將 5 英吋綠蘆筍芽以銳利刀片橫切成薄片後混合均勻，作爲下列各項目分析試料：

①水分(Moisture)……秤取試料 10 g 置於鋁皿內，用 Brabender Rapid moisture tester (Brabender OHG. Duisbary/Germany)在 105°C 乾燥 4 小時後讀出重量損失。

②酒精可溶固形物(A. I. S.)……以乳鉢磨碎混合均勻後取 25 g 加 300 ml 80％乙醇，附 Reflux，於水溶上煮沸 30 分鐘，趁熱過濾，再以 80％乙醇洗滌數次後於 95°C 乾燥一夜(Lee, 1943)。

③還元糖(Reducing sugar)……取試料 25 g 加 80％乙醇 50 ml 在 Waring blender 高速打碎過濾。取其濾液於 500 ml 燒杯中，加熱趕出乙醇後以蒸餾水稀釋至 250 ml。取 10 ml 依照 Somogi 法測定之(AOAC, 1965)。

④總糖(Total sugar)……取③所得除去酒精後的濾液 50 ml 加 5.5 ml 的 0.5 N—HCl 在溫水溶中水解 30 分鐘，以 0.1—N—NaCl 中和後再稀釋至 100 ml，取 10 ml 依照 Somogi 法測定之(AOAC, 1965)。

⑤粗纖維(Crude fiber)……取樣品 10 g 加 200 ml 1.25％H_2SO_4 在 Waring blender 高速打碎，煮沸 30 分鐘，冷却過濾。以蒸餾水洗至呈中性後加 200 ml NaOH(100 ml 蒸餾水加 13 g NaOH) 煮沸 30 分鐘，冷却後過濾，再以蒸餾水洗至呈中性。而後在乾燥箱中乾燥(100°C)稱重(A)，再在 650°C 之灰分爐燒 1.5 小時，稱重(B)，求(A—B)對於試料之百分比。

⑥丙種維他命(Ascorbic acid)……取上述試料 20 g 加適當量 1％meta 燐酸用 Waring blender 打碎抽出後稀釋至 150 ml 過濾後取濾液 1 ml 加 2.6—dichlorophenol indophenol 溶液 9 ml 用 Beckman Spectrophotometer 於 520 mμ 測定吸光度，依標準曲線計算之(Freed, 1966)。

⑦葉綠素(Chlorophyll)…… 取上述試料 100 g，加蒸餾水 100 g 用 Waring blender 打碎，取該混合物 20 g，加 Acetone 70 ml 再用 Waring blender 打碎 5 分鐘，並用 Acetone 稀釋至 100 ml 用 2000 rpm 離心機旋轉 10 分鐘分離上澄液，在 665 mμ 下以 Beckman Spectrophotometer 測定其透光度，對照標準曲線換算爲 ppm (Kramer et al., 1949 b)。

⑧Rutin ……取上述試料 20 g，加等量 acetone 在 Waring blender 打碎後過濾，殘渣加 70％ acetone 在 Waring blender 中再打碎抽取二次，用 Acetone solution 再用 ether 抽取二次後，減壓蒸餾却除 Acetone，就剩下之溶液定量 Rutin (Marsh and Chichester, 1957)。

⑨游離胺基酸態氮(Free amino nitrogen)……秤取試料 10 g 依照 Formaldehyde titration 測定之(A.O.A.C. 1965)。

⑩硝酸態氮(Nitrate nitrogen)……秤取試料 10 g 經以 MgO 及 Devaida's alloy 還原後在鹼性下以蒸氣蒸餾法定量之(Bremer and Keeney, 1965)。

⑪比重——用 5 英吋長筍芽依照比重瓶法測定之(Casimir et al., 1967)。

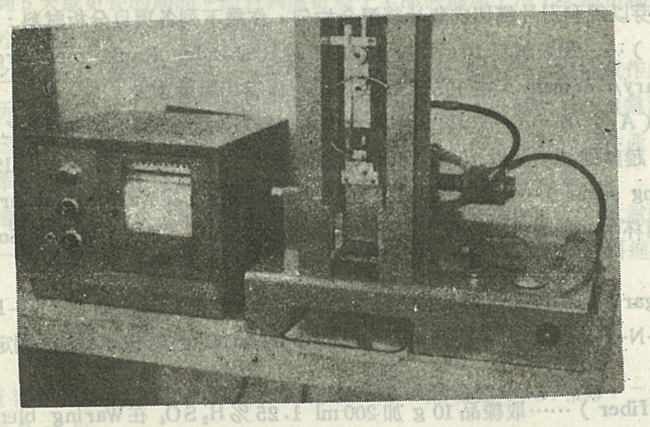
⑫截壓值(Shear-press value)—— 取大小相若之 5 英吋長綠蘆筍筍芽 5 支，秤重後平排於 Allo-Kramer Shear-prees (Model S-2HE) 之蘆筍截切用 Single blade shear cell 上(溝寬 0.325 mm)

以 0.305 mm 厚之蘆筍截切板（asparagas shear blade） 於離筍尖 4 英吋及 3 英吋處截切之。向下移動速度爲 30 秒/英吋，取最大截壓值（Maximum shear force）以 5 支筍芽重（以公克表示）除得之商，用 lb/g 表示之。截切情形如圖片 1 。

4．冷凍、裝罐及品評：

(1)將 5 英吋長綠蘆筍芽洗滌、殺青（97°C 蒸汽 2 分鐘），冷却後以吹風式冷凍機（Air blast freezer）以 40°C 冷風冷凍之。凍好綠蘆筍芽包裝於塑膠袋（0.06 mm 厚 Poly cello bag 每袋 10 盎司—OZ）再每 15 袋裝於一硬紙板箱貯藏於—20°C 下。

(2)將 5 英吋長綠蘆筍截切爲長 4 英吋筍芽後洗滌、殺青（87°C 熱水 3 分鐘，但筍尖⅓部份只1分鐘），冷却後裝罐（台灣 4 號罐，每罐裝 270 公克），加入 2.0％鹽水，脫氣至罐中心溫度達 85°C，封蓋，以臥式靜置高壓殺菌釜筍尖向下殺菌（248°F，15 分鐘），成品以冷水冷却後貯藏於 27°C 。



相片 1：截壓測定器

Photo 1：Allo-Kramer Shear Press. Model No. S-2HE

(3)品質品評——冷凍品於貯藏於－20°C，1 或 6 個月後以微波加熱爐解凍後，由本所研究人員以 hedonic scale 品評之。罐頭於貯藏 3 個月後開罐由本所研究人員 10 人同樣依照 hedonic scale 之方法品評之，10～9 分甲級（Fancy），8～7 分乙級（Extra standard），6～4 分丙級（Standard），3～1 分級外（substandard），每一樣品重複 4 次。

結果與討論

1．重量變化：

於不同時間採收後置於室溫下及經不同處理後置於冷藏庫內綠蘆筍芽之重量損失情形，與水分含量及比重之變化情形所得結果如表 1 所示：

由表 1 可知，除了少數例外（可能是取樣錯誤所致），依採收後貯藏時間之延長，無論何種處理或貯藏溫度，綠蘆筍芽之比重微有增加，水分減少，並且有較多的重量損失。此重量之損失、萎凋主要是由於蒸發作用（Transpiration），是一種表面現象（Surface phenomenon），依露出表面積大小，表面構造及內外水分壓差而異（Duckworth, 1965）。蘆筍芽不是葉菜，又筍莖表面有一蠟質被覆，故蒸發速度應不會太快，但在室溫下貯藏一天後就開始有萎凋現象。這可能是因呼吸作用較强，發熱較多所致。

水分損失之快慢當受溫濕度高低之影響。Scott 及 Kramer（1949） 曾經把蘆筍芽基部浸於水中，在各種不同貯藏溫度下測定重量之變化，結果貯藏於 50°F（10°C）以下者至第 4 天（則貯藏 3 天）均一直重量增加，但貯藏於 70°F（21°C）者，第 2 天重量雖有增加，但至第 4 天重量就減少。不把筍芽（切

表 1　不同處理、貯藏對於綠蘆筍芽比重，水分及重量損失之影響(1)

Table 1. Effect of harvesting time and post-harvest handling on specific gravity, moisture content and weight loss of green asparagus spears. (1)

處理 Treatments	比重 Specific gravity 採收後 Time elapsed after harvest (小時) (hr) 4	8	12	16	水分 Moisture (%) 採收後 Time elapsed after harvest (小時) (hr) 4	8	12	16	重量損失 Weight loss (%)(2) 採收後 Time elapsed after harvest (小時) (hr) 4	8	12	16
上午 6 點採收室溫貯藏 6R	0.9502	0.9517	0.9517	0.9538	92.05	92.6	91.6	92.1	0	1.63	2.59	3.12
上午 9 點採收室溫貯藏 9R	0.9368	0.9387*	0.9482	—	92.15	91.9*	92.75	—	0	1.48*	1.59	—
下午 3 點採收室溫貯藏 15R	0.9440	0.9524*	—	0.9507	91.15	92.0*	—	90.5	0	1.82*	—	2.13
下午 6 點採收室溫貯藏 18R	0.9517	—	—	0.9537	91.65	—	—	91.2	0	—	—	3.25
上午 9 點採收室溫貯藏 R	0.940	0.950	—	—	92.0	91.5	—	—	0	2.0	—	—
上午 9 點採收低溫貯藏 C_4	0.940	0.943	0.950	(24hr 0.953)	92.0	92.8	92.3	(24hr 92.5)	0	1.67	3.69	(24hr 7.43)
上午 9 點採收室溫貯藏 R′	0.947	—	—	(20hr 0.941)	92.7	—	—	(20hr 92.5)	0	—	—	—
	採收後 Time elapsed after harvest (小時) (hr) 16	24	48		採收後 Time elapsed after harvest (小時) (hr) 16	24	48		採收後 Time elapsed after harvest (小時) (hr) 16	24	48	
上午 9 點採收室溫貯藏 R′	—	0.947	—		—	92.5	—		—	12.0	—	
上午 9 點採收低溫貯藏 C'_4	—	0.944	0.954		—	92.6	92.4		—	9.23	10.13	
下午 3 點左右採收浸水 4 小時後冷藏 WNI_4	—	0.944	0.962		—	93.0	92.5		—	6.45	10.5	
下午三點左右採收箱上放冰塊 4 小時後冷藏 WWI_4	—	0.948	0.957		—	93.8	92.6		—	9.6	14.2	
下午 3 點左右採收浸冰水，4 小時後冷藏 INI_4	—	—	0.973		—	—	92.5		—	—	12.6	
下午 3 點左右採收放冰塊，4 小時後冷藏 IWI_4	—	0.962	0.973		—	93.7	92.0			6.2	13.3	
採收 8 小時後冷藏 C_8	0.9275	0.9452	0.9524		91.15	92.0	91.75					
採收 16 小時後冷藏 C_{16}	0.9416	0.9547	0.9502		91.95	91.7	91.5					
有海棉墊，採收 16 小時後冷藏 S_{16}	0.9470	0.9511	0.9524		92.7	92.0	91.65					
浸冰水，無冰運，採收 8 小時後冷藏 INI_8	0.9486	0.9547	0.9552		91.85	92.3	91.9					
浸冰水，冰運，採收 8 小時後冷藏 IWI_8	0.9719	0.9681	0.9565		92.15	92.25	92.8					
遲延浸冰水，無冰運採收 12 小時後冷藏 INI_{12}	0.9470	0.9570	0.9502		91.35	91.45	92.7					

備註：(1)除了 * 外第二批原料均是二次重複試驗（Duplicate test）之平均值，但第一批原料均無重複。
Means average of 2 observations for the 2nd lot (codes under-lined) except* with single observation, and no replication for the 1st lot.

(2)重量損失以採收後 4 小時之重量爲基準計算之。
To the weight of the asparagus spears at the moment when 4 hrs have been passed from harvest.

口）基部浸入水中時，經試驗的結果，無論貯藏溫度之高低重量均減少。由表1知室溫比低溫貯藏重量之損失多（採收24小時後R′及C′各有12％及9.23％之重量損失），於產地預先浸漬於冷冰水降低品溫者比浸漬於井水者重量損失較少（24小時後IWI_4及WWI_4各有6.2％及9.6％之重量損失），但浸水與不浸水者間於24或48小時後沒有什麼差異。這可能一小時之井水浸漬品溫之降低不會太大，而由於浸水附着於筍芽表面之水分極易蒸發所致。

綠蘆筍之水分，依照Scott and Kramer（1949）之報告是90％左右，Winton & Winton（1949）之報告是94％左右，但美國農部發表之資料（Watt and Merrill，1963）是91.7％，與我們測定的結果相似。

2．顏色：

顏色爲蘆筍重要品質因素之一。美國USDA對於加工用綠蘆筍原料及冷凍綠蘆筍只規定至某長度應呈綠色，對罐頭成品也只規定應具固有的光亮顏色（bright typical color）而均缺少具體的測定法。綠蘆筍主要之綠色成分爲葉綠素。Kramer等（1949b）報告稱，在綠蘆筍罐頭，葉綠素含量75 ppm以下時，其含量多寡與肉眼評分間有很好的相關（$r=0.90$），而原料貯藏溫度及時間對於葉綠素之保存均有顯著的影響，但以該等原料所製成罐頭成品間且未能檢出有顏色之顯著差異。他們又示筍尖含有較多葉綠素，距筍尖愈遠愈少。

不同採收時間，不同處理，貯藏中葉綠素含量測定結果如表2，貯藏中葉綠素含量之變化情形如圖1。爲便於比較計，葉綠素含量示於圖1的均以換算爲對於採收後4小時之試料重之重量比表示之。由圖1可知葉綠素在貯藏初期似稍有增加而十幾個小時後才開始減少。但就6R批統計分析結果在那不同期間之貯藏無顯著差異存在（$F_0=1.41, P>0.05$），冷凍成品之顏色評分也都是一樣爲6分。（9R批也是一樣沒有變化。15R及18R只16小時後者比前者多一分而已）。

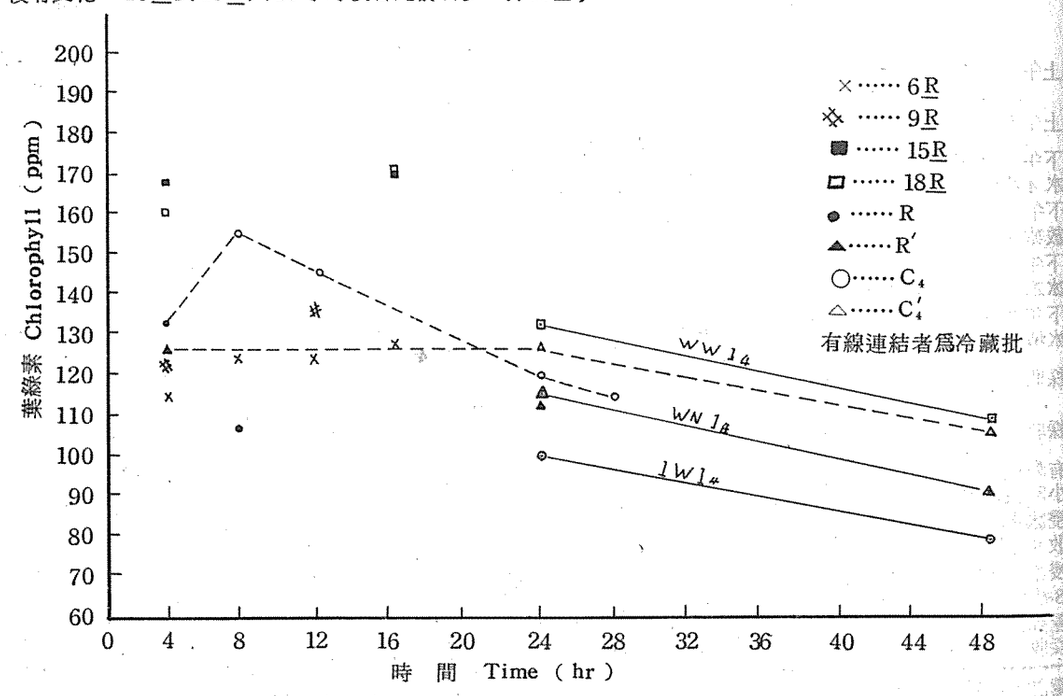


圖1 不同條件下綠蘆筍貯藏中之葉綠素變化情形

Fig 1 Changes in chlorophyll contents during storage of green asparagus under different conditions.

表2 不同處理、貯藏對於綠蘆筍葉綠素含量及可滴定酸度，pH之影響

Table 2. Effect of harvesting time and post-harvest handling on chlorophyll content, titratable acidity and pH of green asparagus spears.

處理 Treatments	葉綠素Chlorophyll(ppm) 採收後時間（小時）Time elapsed after harvest (hr) 4	8	12	16	可滴定酸度Titratable acidity(%) as citric acid 採收後時間（小時）Time elapsed after harvest (hr) 4	8	12	16	pH 採收後時間（小時）Time elapsed after harvest (hr) 4	8	12	16
上午6點採收室溫貯藏 6R	104	127.5	134	131.5	0.1435	0.1269	0.139	0.162	6.20	6.15	6.00	5.96
上午9點採收室溫貯藏 9R	123	148*	139	—	0.186	0.133*	0.161	—	6.14	6.07*	5.97	—
下午3點採收室溫貯藏15R	163.5	144*	—	170	0.1695	0.141	—	0.181	6.01	6.12*	—	6.075
下午6點採收室溫貯藏18R	156.5	—	—	173	0.1745	—	—	0.1865	6.08	—	—	6.01
上午9點採收室溫貯藏 R	134	111	—	—					5.92	5.96	—	—
上午9點採收室溫貯藏 C_4	134	153	147	($^{24hr}_{130}$)					5.92	5.98	5.85	($^{24hr}_{5.98}$)
上午9點採收室溫貯藏 R′	128	—	—	($^{20hr}_{115}$)					5.90	—	—	($^{20hr}_{5.91}$)

	採收後時間（小時）Time elapsed after harvest (hr) 16	24	48	採收後時間（小時）Time elapsed after harvest (hr) 16	24	48	採收後時間（小時）Time elapsed after harvest (hr) 16	24	48
上午9點採收室溫貯藏 R′	—	117	—				—	5.99	—
上午9點採收低溫貯藏 C'_4	—	140	121				—	5.90	5.92
以下皆爲下午3點左右採收									
浸水1小時，4小時後冷藏 WNI_4	—	125	102				—	5.92	5.97
浸水，冰塊運，4小時後冷藏 WWI_4	—	147	127				—	5.89	6.02
浸冰水1小時，4小時後冷藏 INI_4	—	—	82.5				—	—	5.94
浸冰水，冰塊運，4小時後冷藏 IWI_4	—	106.5	90.0				—	5.90	6.02
採收8小時後冷藏 C_8	163	162	165.5	0.149	0.1415	0.143	5.89	5.875	6.00
採收16小時後冷藏 C_{16}	146.5	155.5	156.5	0.151	0.149	0.152	6.03	5.845	5.93
箱底海棉墊，16小時後冷藏 S_{16}	148	141	145.5	0.164	0.138	0.160	5.87	5.84	5.965
浸冰水，無冰運，8小時後冷藏 INI_8	155	149.5	155	0.109	0.1225	0.130	6.22	5.86	5.985
浸冰水，冰運，8小時後冷藏 IWI_8	152.5	155.5	152	0.107	0.135	0.1101	6.18	5.92	6.13
遲延浸冰水，無冰運，12小時後冷藏 INI_{12}	160.5	163	146.5	0.138	0.152	0.1505	5.91	5.895	5.93

備註：除有* 者外，第二批原料（符號英文字下面有短線條者）均是二次重複試驗之平均值，但第一批原料均無重複試驗。

Means average of 2 observations for the 2nd lot (codes under-lined) except* with single observation, and no replicate for the 1st lot.

低溫貯藏者保存較多葉綠素（例如R′與C′$_4$相比較24小時後各爲117與140ppm）。Kramer等（1949b）試驗結果，葉綠素之減少速度，由於貯藏溫度不同而有顯著差異，但在另外一個報告裏說，雖有此傾向但統計上並不顯著（Scott and Kramer，1949）。表2指出遲延移入冷藏庫貯藏者葉綠素含量較少（例如$\underline{C}_{16}$與$\underline{C}_8$相比較，16小時後之葉綠素含量各爲146.5與163 ppm）。Leberman等（1968）對於青花菜測定結果認爲葉綠素之貯藏中減少與呼吸速度無直接關係，但低溫顯然的減少葉綠素之損失，原料箱底加濕海綿墊或在產地以冰水預冷對於葉綠素保存似無什麼效果。

下午採收者葉綠素含量顯然的比上午採收者多（$F_0=8.95$，$P<0.05$）。依照Kramer等（1949b）及Scott and Kramer（1949）測定結果，美國產綠蘆筍芽原料之葉綠素含量約爲120 ppm左右，與我們上午採收者相似，但比我們下午採收者（150 ppm左右）少。大概是台灣氣溫較高，日照較烈之關係。

表3是原料葉綠素含量與由該批原料製成罐頭或冷凍品之評分結果之比較表。就第一批原料（C及R或R′）罐頭成品之顏色評分，依照Mahoney，等（1957）之方法統計結果，在室溫與低溫貯藏間有極顯著之差異。採收4小時後開始冷藏者間相比，貯藏20小時後者比貯藏前者有顯著的劣化，而24小時後有極顯著的差異。就第二批原料所得成品評分統計分析結果，在罐頭各種不同處理貯藏間均沒有顯著的顏色差異，但冷凍成品間，原料貯藏48小時者其顏色顯然較16小時的差。

由表3計算筍芽葉綠素含量與冷凍、罐頭成品評分之相關係數結果各爲0.46與0.77（樣品數是33）。後者如果把殺後4種處理（則WWI$_4$至WNI$_4$）除外不算的話達0.808（n=29）。比Kramer等(1949)就原料葉綠素含量與罐頭評分所得結果（0.69）高些。他們認爲倘相關係數未達0.9以上不夠以做爲推定成品顏色之指標，並說貯藏中葉綠素損失愈多，加工時葉綠素之損失愈少。

酸度，pH之高低對於殺菁（blanching）或殺菌處理之葉綠素損失將有甚大影響，故將該等測定值與葉綠素含量列於表2。在Flanzy與Benard（1970）之報告中，蘆筍生長中總酸度增加，而以Citrate，phosphate及malate爲主要酸類，佔總酸度之80%，依照Duckworth（1965），蘆筍中檸檬酸與malic acid略有同量。據試驗結果，不同處理、貯藏法間酸度與pH之變化不大。Leberman等（1970）在34°F及45°F貯藏青花菜16天的結果pH無變化，但可滴定酸度至第3天一直增加，以後維持不變而高溫比低溫增加的多。然而Eheart（1970）同樣以青花菜試驗結果且認爲貯藏2天pH減少但酸度無變化。他將這相反結果歸因爲所用品種不同所致。

3. 組織

筍芽之幼嫩與否爲蘆筍品質重要因素之一。一般以彎曲90°能折斷者爲幼嫩筍莖。關於更科學的客觀的蘆筍芽幼嫩度之測定法，美國Maryland大學曾作了不少試驗。最早被應用於嫩硬筍莖之測定的有果實硬度計（Fruit pressure tester，MacGillivary,1933）及嫩度計（tenderometer，Lee,1940）等。雖然Fibrometer（Wilder,1948）已廣泛被用於罐頭筍莖芽嫩度之測定，但該器不適合於原料蘆筍。Kramer等（1949 a,b）認爲粗纖維含量（Crude fiber content），尤其以他們創造的打碎機法(Blender method（Smith and Kramer，1947)所得數值與感官品評有極高的相關（r=−0.94），並設定最低品質標準，以0.50%（以Blender法測定時）爲可接受筍莖之最高粗纖維含量。但因其分析費時，並對於生原料及冷凍者需要先行煮熟操作，故粗硬筍莖之測定研究再恢復爲物理法。

Kramer（1950）改良果實硬度計，改以0.017吋厚刀片截切而稱爲Fiber-pressure其所得截壓值與感官評分之相關係數r=0.82，如果依筍莖大小分開計算，小的爲0.90，大的爲0.88，則與Fibrometer一樣受了筍莖大小之影響。利用Shear-press並以多支筍莖代替一支一支的切法（Kramer,1956；Wiley et al.，1956）可以減少筍莖大小之影響。他們所得結果與感官評分之相關係數高達0.90。Decker等（1957）連接自動記錄儀與該機，而Beckinger等（1957）測定該等曲線下面積，認爲對於表示平均值方面較只取最高截壓值爲佳（例如減除筍莖大小之影響）。又能以其曲線形態推知試料內筍莖芽幼嫩度之是否平均，但後來經詳細研究結果，該法仍未能用於推定樣品內粗硬筍莖芽之分配情形。Kramer（1960），把樣品分爲二批，一批各支以Shear-press截切計算其最高截壓值中超過相當於粗纖維含量0.5%者之比

表3　5英吋長綠蘆筍芽葉綠素含量與冷凍及罐頭成品評分關係表

Table 3. Relation of 5″ long green asparagus chlorophyll contents to organoleptic ratings of color in frozen and canned products.

處理與貯藏 Treatments & Storage	葉綠素 Chloro-phyll (ppm)	冷凍品評分 Organaleptic rations for frozen asparagus	罐頭評分 Organoleptic ratings for canned asparagus	處理與貯藏 Treatments & Storage	葉綠素 Chlorophyll (ppm)	冷凍品評分 Organo-leptic ratings for frozen asparagus	罐頭評分 Organo-leptic ratings for canned asparagus	處理與貯藏 Treatments & Storage	葉綠素 Chloro-phyll (ppm)	冷凍品評分 Organ-oleptic ratings for frozen asparagus	罐頭評分 Organo-leptic ratings for frozen asparagus
R-貯藏4小時	134	6	6.84	$\underline{C}_8$-冷藏16hr	163	8.5	7.2	$\underline{INI}_{12}$-冷藏24 hr	163	8	7.0
R-貯藏8小時	111	6	—	$\underline{C}_{16}$- 〃	146.5	7.5	7.8	$\underline{C}_8$-冷藏48hr	165.5	7	6.5
R′-貯藏20小時	115	6	4.88	$\underline{S}_{16}$- 〃	148	7.5	7.3	$\underline{C}_{16}$- 〃	156.5	6	7.4
R′-貯藏24小時	117	5	4.38	$\underline{INI}_8$- 〃	155	5	7.1	$\underline{S}_{16}$- 〃	145.5	6	6.8
C$_4$-冷藏8小時	153	6	7.53	$\underline{IWI}_8$- 〃	152.5	8	6.9	$\underline{INI}_8$- 〃	155	5	6.6
C$_4$-冷藏12小時	147	—	6.56	$\underline{INI}_{12}$- 〃	160.5	9	7.3	$\underline{IWI}_8$- 〃	152	7	6.9
C′$_4$-冷藏20小時	122	6	6.04	$\underline{C}_8$-冷藏24hr	162	7.5	7.3	$\underline{INI}_{12}$- 〃	146.5	7	8.1
C$_4$-冷藏28小時	127	6	5.63	$\underline{C}_{16}$- 〃	155.5	7	7.0	$\underline{WWI}_4$-冷藏24 hr	147	7	6.25
C′$_4$-冷藏32小時	124	6	5.63	$\underline{S}_{16}$- 〃	141	7	6.8	$\underline{WNI}_4$- 〃	125	7	5.25
C$_4$-冷藏36小時	159	5	5.69	$\underline{INI}_8$- 〃	149.5	5	7.2	$\underline{WWI}_4$- 〃	127	7	5.53
C′$_1$-冷藏48小時	121	5	4.69	$\underline{IWI}_8$- 〃	155.5	8	6.9	$\underline{WNI}_4$- 〃	102	6	5.08

代號英文字母下面有短線條者爲第二批原料。

率，另一批裝滿 Asparagus cell 同樣以 Shear-press 截切取其最高值而求得其相關係數 0.91，有直線關係，認爲有希望用來推知粗硬筍芽之分配情形。但 Werner 等（1693）曾加研究結果，糾正其直線關係而提供更爲適當的回歸曲線，加上抽樣法之合理化認爲可以應用於推定檢收原料之利用率。然而至今似尚未廣泛被實際應用。他們又做 Shear-press 之 Standard cell 與他們考案之 asparagus cell 之比較，認爲兩者都可以用，只不過是前者截壓值 1000 磅略等於後者之 80 磅。在從筍尖 6 英吋遠處筍莖截切所得平均值在這些數值以下時，他們認爲由該等原料所產製成品中粗硬筍莖之比率平均大概不會超過 10 %之容許度。

我們對於各種不同處理、貯藏中筍芽測定所得粗纖維含量及截壓值（Shear-press value）列如表 4，表中 R，R′及 C_4，C_4' 處理區之粗纖維是依照 Smith and Kramer（1947）之 Blender 法測定所得數值。因其與最高截壓值之相關不好（r＝−0.130）故我們以後之分析則採用一般所用之鹼分解法（alkai digestion method）。其與 Shear-press 之最高截壓值之相關係數 r＝0.557 有極爲顯著相關（t＝7.47，P＜0.01）。Shear-press 之使用，因樣品不多，故我們參考 Lebermen 等（1968）對於青花菜（broccoli）使用之方法，以樣品之長度一樣，大小相似以補救其受筍莖大小之影響。雖然所得結果與粗纖維之相關極佳，但尚不能用以推定產品粗硬筍莖之比率。因我們目的在於測定不同處理、貯藏間之變化而不是在於尋求用以推測產品粗硬筍莖情形故延用此法。雖然如此，我們所得結果與罐頭成品組織評分之相關係數達−0.598 與冷凍食品的較差只有−0.212。表 5 是罐頭冷凍成品之組織評分與粗纖維、AIS 含量及最高截壓值之比較表。蘆筍莖本身之嫩硬依年齡、營養分（例如缺少氮時較硬），水分之供給等而異（澤田 1962）。我們第一批及第二批試驗原料每次均各取自同一地域，同樣條件下栽培者而把這等影響控制於最低限度。

由表 4 可知，於不同時間採收的最高截壓值具有自早晨至傍晚有隨時間而增大之趨勢，下午 6 時採收的（18R）比其他較早採收者（6R，15R）統計上有顯著的硬度增高，與 9R間有極顯著的差異。採收後置於室溫下貯藏時，雖然依貯藏時間之延長，有最高截壓值隨而增加之趨勢，但至自採收經 16 小時統計上其增加並不顯著。但更長之貯藏可能會有顯著差異。Scott and Kramer（1949）說最高截壓值依貯藏時間之延長（他們的試驗是隔 1 天或以上的間隔）有顯著增加，而我們在低溫貯藏者例如 $\underline{C_8}$，$\underline{C_{16}}$，$\underline{S_{16}}$，$\underline{INI_8}$，$\underline{IWI_8}$ 及 $\underline{INI_{12}}$ 之收獲後 16、24、48 小時後的最高截壓值平均各爲 1.528，1.752 及 1.863 統計上 48 小時者與 16 小時間有顯著差異（L.S.D.＝0.261）。不同處理之截壓值間統計上無顯著差異，但遲延移入冷藏庫貯藏者均比較早移入者截壓值高，（例如 $\underline{C_8}$ 與 $\underline{C_{16}}$ 16、24、48 小時後各爲 1.446 與1.606，1.635 與 1.987，1.976 與 2.26）冷水或冰水浸漬（Hydrocooling）過的也一樣（例如 INI，與 $\underline{INI_8}$ 與 $\underline{INI_{12}}$ 及 $\underline{IWI_4}$ 與 $\underline{IWI_8}$ 等）於產地行浸水處理（Hydrocooling）降低品溫效有顯著的減少截壓值之影響。Wiley 等（1956）也得同樣結果。他們說把筍莖基部切口浸漬於水中比 Hydrocooling 有效，而乾貯藏與浸水貯藏間之粗纖維含量之變化，前者有 0.24 %之增加，但後者有 0.11 %之減少。在我們的試驗結果，箱底有濕海棉墊（$\underline{S_{16}}$）與無海棉的（$\underline{C_{16}}$）相比粗纖維含量及截壓值前者均較低。台灣北部綠竹筍慣於下午採收後於產地浸水，撈起，運到批發市場後再浸水，翌晨撈起批發給小販。浸水對於組織容易粗硬的筍類似有遲緩作用。運送中（約需 3 小時）在原料箱塑膠網蓋上面放小冰塊對於截壓值之增加無顯著的抑制效果。溫度低可以減低呼吸作用，（一般其 Q_{10} 約爲 2 ～ 4 島川 1965），低溫本身對於筍莖截壓值之影響不顯著，但與同時間室溫者相比均爲較低（例如 R 與 C_4 8 小時後之截壓值各爲 1.472 與 1.436，R′與 C_4' 各爲 1.536 與 1.449）。Scott and Kramer（1949）所得結果一樣，溫度對於蘆筍芽截壓值之影響不穩定，（三批中只有一批 32°F 與 80°F 間有差異，而另二批中一批得相反結果，一批不顯著）。雖筍尖愈遠愈老，我們在 3″處所測得出截壓值均比 4″處者低。

酒精不溶性固形物（AIS）含量測定結果列於表 4。Lee（1943）認爲 AIS 含量與冷凍綠蘆筍之嫩硬程度有密切關係，可作爲冷凍蘆筍芽幼嫩度判定之依據而規定 5 吋長筍芽之 AIS 含量在 4.35 % 以上爲甲等（Fancy）4.35 ～ 4.05 %爲乙級（Extra-standard），4.04 %以下爲等外（offgrade）但 Kramer 等

表 4　不同處理貯藏對於綠蘆筍最高截壓值粗纖維含量及酒精不溶性固形物含量之影響

Table 4. Effect of harvesting time and post-harvest handling on maximun shear-press value, crude fiber content and alcohol insoluble solids (AIS) content of green asparagus grown in Taiwan.

處理 Treatments	截壓值 Shear-press value at 4″ far from tip(lb/g)				截壓值 Shear-press value at 3″ far from tip(lb/g)				粗纖維 Crude fiber (%)				酒精不溶性固形物 AIS (%)			
	採收後時間（小時）Time elapsed after harvest (hr)				採收後時間（小時）Time elapsed after harvest (hr)				採收後時間（小時）Time elapsed after harvest (hr)				採收後時間（小時）Time elapsed after harvest(hr)			
	4	8	12	16	4	8	12	16	4	8	12	16	4	8	12	16
上午 6 點採，室溫， 6R	1.300	1.378	1.455	1.655	1.141	1.210	1.219	1.286	0.711	0.658	0.667	0.711	3.80	3.84	3.87	3.93
上午 9 點採，室溫， 9R	1.251	1.520*	1.613	—	1.149	1.261*	1.357	—	0.610	0.641*	0.777	—	3.86	4.13*	3.83	—
下午 3 點採，室溫，15R	1.374	2.467*	—	1.780	1.240	2.206*	—	1.396	0.738	0.679*	—	0.823	3.73	4.03*	—	4.09
下午 6 點採，室溫，18R	1.675	—	—	2.306	1.417	—	—	1.749	0.677	—	—	0.794	3.75	—	—	4.16
上午 9 點採，室溫， R	1.304	1.472	—	—	1.220	1.392	—	—	(2.58)	(3.62)	—	—	4.0	3.7	—	—
上午 9 點採，低溫， C	1.304	1.436	1.488	(24hr 1.948)	1.220	1.272	1.256	(24hr 1.560)	(2.58)	(2.48)	(2.62)	(24hr 2.34)	3.9	3.9	3.8	(24hr 3.8)
上午 9 點採，室溫，R′	1.348	—	—	(20hr 1.401)	1.250	—	—	(20hr 1.181)	(2.90)	—	—	(20hr 2.78)	3.6	—	—	(20hr 3.35)

續表四

	採收後時間（小時） Time elapsed after harvest (hr) 16	24	48	採收後時間（小時） Time elapsed after harvest (hr) 16	24	48	採收後時間（小時） Time elapsed after harvest (hr) 16	24	48	採收後時間(小時) Time elapsed after harvest(hr) 16	24	48
上午 9 點採，室溫， R′		1.536	—		1.306	—		(2.82)	—		3.31	—
上午 9 點採，室溫， C′		1.449	1.458		1.271	1.347		(2.85)	(2.76)		3.44	3.12
以下均是下午 3 點採收												
浸水，無冰運，WNI_4		1.340	1.548		1.180	1.312					4.0	3.64
浸水，冰運，WWI_4		1.256	1.272		1.120	1.108					4.32	4.24
浸冰水，無冰運，INI_4		—	1.336		—	1.336					—	3.92
浸冰水，冰運，IWI_4		1.356	1.572		1.356	1.252					4.04	3.92
無處理，冷藏，$\underline{C}_8$	1.446	1.630	1.976	1.168	1.341	1.418	0.736*	0.796*	0.866*	4.57	4.20	4.28
無處理，冷藏，$\underline{C}_{16}$	1.606	1.987	2.026	1.214	1.421	1.470	0.648*	0.761*	0.783*	3.87	3.73	3.82
濕海棉墊$\underline{S}_{16}$	1.473	1.867	1.837	1.139	1.146	1.319	0.643*	0.653*	0.766*	3.87	3.51	4.01
浸冰水，無冰運，$\underline{INI}_8$	1.436	1.609	1.537	1.204	1.217	1.368	0.647*	0.679*	0.663*	3.96	3.96	4.05
浸冰水，冰運，$\underline{IWI}_8$	1.551	1.637	1.691	1.191	1.283	1.237	0.624*	0.622*	0.640*	3.94	3.78	3.74
遲延浸冰水，$\underline{\underline{INI}}_{12}$	1.656	1.981	2.109	1.187	1.443	1.713	0.651*	0.803*	0.806*	4.32	4.30	4.47

備註：(1)除了有*者外，第二批原料（符號英文字下面有短線者）均是二次重複試驗（duplicate test）之平均值，但第一批原料均無重複試驗。

Means average of 2 observations for the 2nd lot (codes under-lined) except* with single observations, and no replication for the 1st lot.

(2)（ ）爲以 Blender method 測定者。

( ) values obtained by blender method.

表 5 綠蘆筍芽截壓值粗纖維及酒精不溶性固形物含量與冷凍、罐頭成品組織評分之比較

Table. 5 Relation of raw green asparagus shear-press values at 4″ point from tips, crude fiber and AIS contents of 5″ spears to organoleptic ratings of fibrousness in frozen and canned products.

處理與貯藏 Treatment & Storage	截壓值 Shear-press value at 4″ point from tip (lb/g)	鹼分解粗纖維 alkali digestion crude fiber(%)	酒精不溶性固形物 AIS (%)	冷凍品組織之評分 Fibrousness ratings of frozen asparagus	罐頭組織評分 Fibrousness ratings for canned asparagus	處理與貯藏 Treatment & Storage	截壓值 Shear-press value at 4″ point from tip (lb/g)	打碎機法粗纖維 Crude fiber by blender method (%)	酒精不溶性固形物 AIS (%)	罐頭組織評分 Fibrousness ratings for canned asparagus	冷凍品組織評分 Fibrousness ratings for frozen-asparagus	處理與貯藏 Treatment & Storage	截壓值 Shear-press value at 4″ point from tip (lb/g)	鹼分解粗纖維 Alkali digestion crude fiber	酒精不溶性固形物 AIS (%)	冷凍品組織 Fibrousness ratings for frozen asparagus
$\underline{C}_8$-16hr.	1.390	0.736	4.62	6	7.8	R-4hr	1.304	2.58	4.0	6	7.75	6R-4hr	1.376	0.772	4.09	8
$\underline{C}_{16}$-16hr.	1.354	0.648	3.82	6	7.0	R-8hr	1.472	3.62	3.7	6	—	9R-4hr	1.278	0.634	4.14	8
$\underline{S}_{16}$-16hr.	1.428	0.643	3.86	6	7.4	R′-20hr	1.401	2.78	3.35	5	6.59	15R-4hr	1.385	0.777	3.85	8
$\underline{\underline{INI}}_8$-16hr	1.497	0.647	3.84	9	8.5	R′-24hr	1.536	2.82	3.31	4	6.22	18R-4hr	1.645	0.671	3.80	8
$\underline{IWI}_8$-16hr	1.424	0.624	3.92	9	8.7	C_4-8hr	1.436	2.48	3.9	6	8.66	6R-8hr	1.476	0.683	3.95	8
$\underline{\underline{INI}}_{12}$-16hr	1.625	0.651	4.36	6	8.5	C_4-12hr	1.488	2.62	3.8	—	7.91	9R-8hr	1.520	0.641	4.13	8
$\underline{C}_8$-24hr	1.763	0.796	4.20	6	5.8	C_4'-20hr	1.326	2.50	3.44	6	8.13	15R-8hr	2.467	0.679	4.03	8
$\underline{C}_{16}$-24hr	1.837	0.761	3.70	6	4.3	C_4-24hr	1.948	2.34	3.8	—	—	6R-12hr	1.667	0.698	4.00	8
$\underline{S}_{16}$-24hr	1.628	0.653	3.68	5	5.6	C_4'-24hr	1.449	2.85	3.44	6	8.00	9R-12hr	1.881	0.720	3.85	6
$\underline{INI}_8$-24hr	1.447	0.679	3.79	8	7.2	C_4-28hr	1.488	3.21	3.8	6	7.72	6R-16hr	1.980	0.768	4.02	6
$\underline{IWI}_8$-24hr	1.431	0.622	3.74	8	7.7	C_4'-32hr	1.531	2.34	3.24	6	7.38	15R-16hr	1.793	0.813	4.26	8
$\underline{\underline{INI}}_{12}$-24hr	1.947	0.803	4.41	5	6.4	C_4-36hr	1.644	3.06	3.6	5	7.44	18R-16hr	1.873	0.705	4.44	6
$\underline{C}_8$-48hr	1.393	0.866	4.15	4	4.8	C_4'-48hr	1.458	2.76	3.12	4	7.13	$\underline{IWI}_4$-48hr	1.356	—	4.04	5
$\underline{C}_{16}$-48hr	1.760	0.783	3.70	3	3.2	WWI_4-24hr	1.256	—	4.32	5	7.58	IWI_4-48hr	1.572	—	3.92	5
$\underline{S}_{16}$-48hr	1.809	0.766	3.71	4	4.3	WNI_4-24hr	1.340	—	4.0	5	6.75	INI_4-48hr	1.336	—	3.92	5
$\underline{INI}_8$-48hr	1.521	0.663	3.76	6	5.7	WWI_4-48hr	1.272	—	4.24	5′	6.25					
$\underline{IWI}_{16}$-48hr	1.420	0.640	3.73	7	6.3	WNI_4-48hr	1.548	—	3.64	5	5.23					
$\underline{\underline{INI}}_{12}$-48hr	1.900	0.806	4.35	4	5.6											

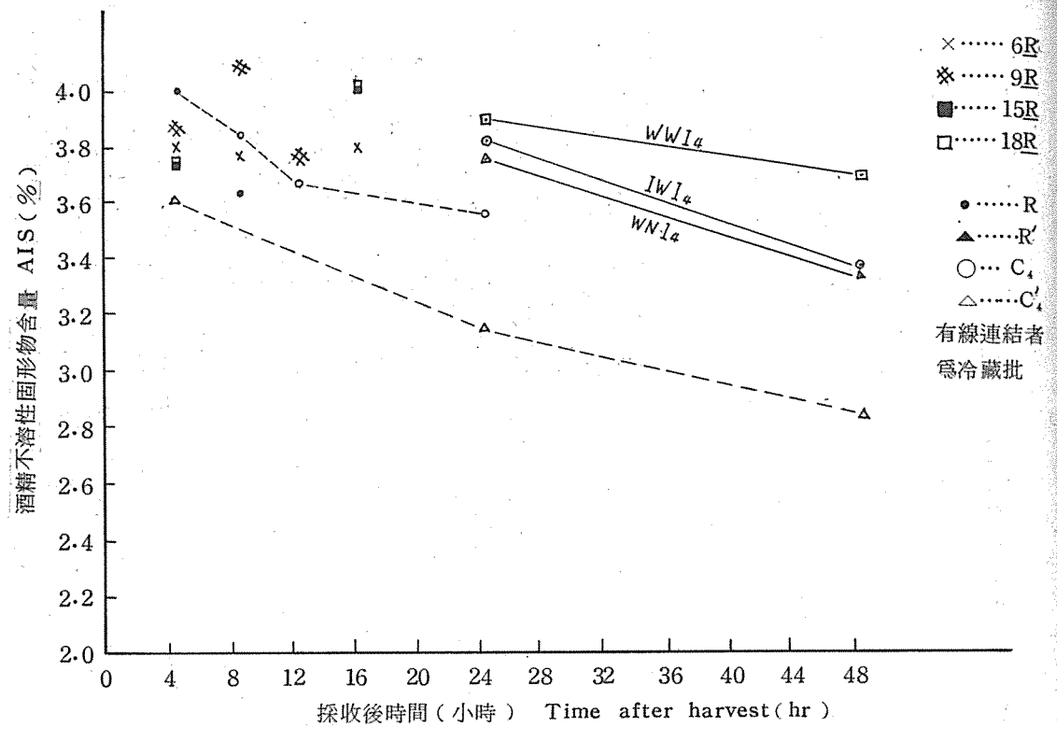


圖 2　不同條件下綠蘆筍芽不溶性固物形含量變化情形

Fig. 2　Changes in AIS contents during storage of green asparagus spears under different conditions.

（1949 b）認爲不太合適，因爲固然筍尖含有較多AIS而中部少，但基部由於纖維較多，以致AIS 值又再增加。我們測得AIS含量與截壓值，粗纖維含量，冷凍及罐頭成品評分之關係如表 5 。原料AIS含量與截壓值之相關係數很低，爲＋0.193（n＝50），但與粗纖維含量之相關係數較高，爲＋0.340（n＝30）。其與冷凍、罐頭成品評分之相關係數各爲＋0.117 及＋0.045均極低，不能做爲嫩度判定依據。綠蘆筍芽在室溫及低溫貯藏中AIS含量，經換算爲對於採收 4 小時後原料重之變化情形，如圖 2 ，依貯藏時間之延長，隨而有逐漸減少傾向，經Hydrocooling者AIS 含量較高，而低溫貯藏比室溫者高。

4．糖類、丙種維他命及游離胺基酸態氮含量之變化：

採收後綠蘆筍芽總糖、還元糖、可溶性固形物、丙種維他命及胺基酸態氮含量之變化情形列如表 6 。由該表可知總糖與還元糖之含量差異很少，蓋蘆筍芽中糖分之大部份是還元糖。呼吸作用會消費糖類，故貯藏中如果繼續有呼吸作用理應有糖分之減少，但收穫後蘆筍芽如表 6 所示沒有太大糖類含量之變化。這可能是有多糖類之分解補充所致。這一點蘆筍與豌豆、玉米及四季豆等不同，它們收穫後除呼吸作用消費所含糖類外還會消費糖類繼續合成澱粉。由圖 2 可知AIS在貯藏中逐漸減少，雖然AIS中也包括有粗纖維成分，但粗纖維含量由表 4 可知幾無減少，故顯然在蘆筍貯藏中有多糖類之分解，供爲呼吸作用之消耗，結果沒有太大的糖類含量之變化發生。就第二批原料不同處理者統計分析結果，貯藏 16、24、48 小時間總糖、還元糖均無顯著差異。

可溶性固形物含量示於表 6 的是測定屈光率換算爲相當於蔗糖之百分比表示者，與同表內之總糖含量相比，可知高出很多，這可能含有不少酸等能影響屈光率物質所致。蘆筍芽在貯藏中可溶性固形物含量最初減少但後來反而增加，可能是水分損失太多所引起之現象。因此以可溶性固形物量作爲新鮮度判斷之依據

表 6　不同處理、貯藏對於糖分、可溶性固形物、丙種維他命及游離胺基酸態氮含量之影響

Table 6. Effect of harvesting time and post-harvest handling on the sugars, soluble solids, ascorbic acid and free amino acid nitrogen contents in raw green asparagus spears.

處理 Treatments	可溶性固形物 Soluble solids(%)				總糖 Total Sugar(%)				還元糖 Reducing sugar(%)				丙種維他命 Ascorbic acid (mg/100g)				游離胺基酸態氮 Free amino-N (mg/100g)			
	採收後時間（小時）Time elapsed after harvest(hr)				採收後時間（小時）Time elapsed after harvest(hr)				採收後時間（小時）Time elapsed after harvest(hr)				採收後時間（小時）Time elapsed after harvest(hr)				採收後時間（小時）Time elapsed after harvest(hr)			
	4	8	12	16	4	8	12	16	4	8	12	16	4	8	12	16	4	8	12	16
6R	6.2	5.1	4.8	4.8	1.10	1.19	1.16	1.40	1.06	1.17	1.13	1.32	29.98	25.51	23.22	22.54	38.03*	42.56*	50.80*	73.27*
9R	5.7	5.4*	5.1	—	1.19	1.00*	1.47	—	1.14	0.98*	1.44	—	27.1	28.7*	23.45	—	40.97*	—	68.89*	—
15R	6.3	4.3*	—	5.9	1.15	0.94*	—	1.40	1.13	0.93*	—	1.33	38.06	30.5*	—	30.01	52.95*	—	—	73.22*
18R	6.2	—	—	5.8	1.19	—	—	1.49	1.12	—	—	1.45	33.29	—	—	30.41	51.24*	—	—	69.00*
R	5.1	5.2	—	—	1.83	2.06	—	—	1.23	1.49	—	—	30.0	17.3	—	—				
C_4	5.1	4.9	5.0(24hr 5.0)		1.83	1.97	2.03(24hr 2.12)		1.23	1.44	1.35(24hr 1.45)		30.0	24.4	23.0(24hr 26.9)					
R^1	5.2	—	—(20hr 6.2)		1.64	—	—(20hr 1.59)		1.48	—	—(20hr 1.42)		21.5	—	—(20hr 10.5)					
	採收後時間（小時）Time elapsed after harvest(hr)				採收後時間（小時）Time elapsed after harvest(hr)				採收後時間（小時）Time elapsed after harvest(hr)				採收後時間（小時）Time elapsed after harvest(hr)				採收後時間（小時）Time elapsed after harvest(hr)			
	16	24		48	16	24		48	16	24		48	16	24		48	16	24		48
R^1		4.8		—		1.43		—		1.37		—		7.4		—				
R^1		4.6		6.0		1.43		1.59		1.36		1.34		18.8		14.1				
C^1		5.5		6.1		1.96		2.04		1.75		1.60		25.4		19.5				
WNI_4		5.1		5.8		2.07		2.00		1.73		1.66		29.0		25.9				
INI_4		—		5.0		—		1.86		—		1.75		—		16.1				
IWI_4		5.0		5.8		1.82		1.89		1.64		1.71		30.8		21.5				
C_8	6.6	6.3		7.2	1.24	1.11		1.01	1.24	1.09		0.99	31.2	29.6		29.05	50.625	55.865		54.715
C_{16}	6.0	6.5		7.6	0.72	0.78		0.73	0.70	0.77		0.73	24.1	23.35		22.85	51.955	50.95		54.99
S_{16}	5.7	6.4		6.2	0.75	0.93		0.84	0.74	0.92		0.82	26.65	25.35		24.55	59.255	60.235		59.415
INI_8	5.3	6.7		6.3	1.17	0.97		1.03	1.16	0.96		1.01	27.4	26.1		25.15	50.785	60.245		57.465
IWI_8	5.7	6.2		6.2	1.19	1.14		1.16	1.18	1.12		1.14	27.8	26.2		24.05	51.915	54.235		55.875
INI_{12}	6.4	5.6		6.7	1.07	1.07		1.03	1.06	1.05		1.01	31.6	30.65		27.80	55.965	53.665		57.02

備註：除了有 * 者外，第二批原料（符號英文字下面有短線者）均是二次重複（duplicate test）之平均值，但第一批原料均無重複試驗

Means average of 2 observations for the 2nd lot(codes under-lined)except*with single observation, and no replication for the 1st lot.

實不可靠。一方面丙種維他命含量幾無例外的貯藏中漸漸減少。Scott 等（1949）報告筍芽丙種維他命含量隨貯藏時間之延長及溫度之昇高而減少，故可能作爲新鮮度判斷之較佳依據。然而Kramer 等（1949）曾與香味品評結果互相對照，未能發現二者間有任何相關。我們測得的筍芽丙種維他命含量如表 6 表示，其變化情形略與 Scott and Kramer（1949）之結果相似。表 6 中第二批不同處理及貯藏期間中丙種維他命含量均有極顯著之差異，無 Interaction。但他們所測得的丙種維他命含量除了他們的第 4 批外，其他三批均有 50 mg/100 g，比我們的高。他們把第 4 批含量較少歸因於採用 7 英吋長試料（其他與我們一樣是 5 英吋長）。但美國 USDA（1963）發表之成份表上所列之綠蘆筍芽之丙種維他命含量爲 33 mg/100 g，與我們的結果很接近。

Snap beans，採收後仍有豆莢中蛋白質之水解，把水解物之胺基酸運到豆內再合成爲蛋白質（Duckworth,1965）。胺基酸又爲重要呈味成分之一，則就一部份試料測定其含量示於表 6 內。由該表可知在貯藏中最初 10 多小時胺基酸態氮含量激增，以後似無什麼大變化。下午採收者比上午採收者含量多。各種不同處理對於其含量似無影響。胺基酸含量之多寡，如此程度尚不致於影響到罐頭或冷凍成品之香味。

5. 硝酸態氮及 Rutin 含量：

蔬果罐頭內硝酸鹽含量之多少，在許多例子中對於脫錫有很大影響，因此就不同時間採收貯藏 16 小時後之筍芽中硝酸鹽含量予以測定而將其結果列表如表 7。由該表可知下午採收者比上午採收者含有較多硝酸態氮，但貯藏中之變化不顯著。下午採收者含有較多硝酸態氮，可能是爲配合同化作用，氮肥之吸收增加所致，雖然一般認爲硝酸鹽與脫錫有密切關係，但Mori 等（1967）認爲在蘆筍罐頭其影響不大（推測可能原因物質爲含硫化合物），諒是因蘆筍罐頭 pH 較高之關係。

Rutin 對於脫錫亦可能有影響。但本所以前的研究結果，其對於脫錫之影響不大（張，1970）。Rutin 在筍芽中之分佈是筍尖多於基部 3～4 倍，愈成熟愈多。蘆筍母株 Rutin 含量之多，可作爲 Rutin 提煉之經濟原料（Stevenson，1950）。

Rutin 亦爲綠蘆筍開罐後變色之原因物質。Daris 等（1961）提出由 Rutin 所引起的筍罐變色防止法。雖然 0.05％檸檬酸之添加有防止作用，但他們說應增加採收數次，浸漬筍芽（不得超過 24 小時）之容器及水質應避用鐵質或鐵含量多者。不同時間採收及短時間室溫貯藏中 Rutin 含量之變化情形示於表 7，似沒有什麼變化。

表 7　不同時間採收及貯藏中綠蘆筍筍芽硝酸態氮及 Rutin 含量之變化

Table 7　Changes in nitrate-N and rutin contents of green asparages spears harvested at different times, and stored at room temperature up to 16 hours.

採收時間 Time harvested	硝酸態氮 NO_3—N（mg/100 g） 採收後經過時間（小時） Time elapsed after harvesting(hr)				Rutin（％） 採收後經過時間（小時 Time elapsed after harvesting(hr)			
	4	8	12	16	4	8	12	16
上午 6 時採，室溫 6R	2.25	2.34	2.46	2.21	0.037	0.040	0.035	0.028
上午 9 時採，室溫 9R	2.39	2.80	2.40	—	0.039	0.033	0.033	—
下午 3 時採，室溫 15R	3.05	2.70	—	2.86	0.034	0.028	—	0.028
下午 6 時採，室溫 18R	3.76	—	—	3.51	0.024	—	—	0.033

6. 地域性之影響及塑膠袋包裝。

表 8　台灣北、中、南部產綠蘆筍化學成分及某些物理性質之比較

Table 8. Comparison of chemical constituents and some physical properties of green asparagus grown in northern, middle and southern part of Taiwan.

項目 Item	比重 Specific gravity	水分 Moisture (%)	pH	酸度 Acidity (%)	可溶性固形物 Soluble solids (Bx)	總糖 Total Sugar (%)	還元糖 Reducing Sugar(%)	酒精不溶性 AIS%	粗纖維 Crude fiber (%)
北部 Northern part	0.9569	91.8	5.74	0.211	5.7	1.28	1.25	3.75	0.866
中部 Middle part	0.9400	91.1	6.15	0.151	5.4	1.23	1.11	3.93	0.813
南部 Southern part	0.9434	92.4	6.07	0.196	7.1	1.10	1.05	4.24	0.896

項目 Item	葉綠素 Chlorophyll (ppm)	丙種維他命 Ascorbic acid (mg/100g)	Rutin (%)	游離胺基酸氮 Free amino-N (mg/100g)	硝酸態氮 NO_3-N (mg/100g)	截壓值Shear-press value (lb/g) 由筍尖 4" from tip	由筍尖 3" from tip
北部 Northern part	147	41.0	0.023	65.87	4.90	1.2171	1.1842
中部 Middle part	—	17.3	0.030	—	—	—	—
南部 Southern part	157	49.2	0.027	59.69	4.48	1.2829	1.1447

爲看中南北部所生長蘆筍有無成分品質上之差異，曾經由台中、台南及台北農業改良場搜集原料分析，結果如表 8。原料約於下午 2 點左右採收，而於採收後放在室溫下經 6 個小時後分析。由於原料數量少未能做製罐或冷凍比較其品質，但外觀上台北改良場產的似較爲結實，並較有光澤。由表 8 中可知其比重也比中南部高一點。北部產者酸度較高 pH 較低。成份上雖然有些差異但因其差異不很大，似不致於影響到成品品質（除了冷凍品外觀以外）。確定的答案需有較多原料供試始行。

塑膠袋包裝：Bission 等（1926）認爲採收後蘆筍芽截壓值之逐漸增加可能是維管束、導管等之木質化所致，但 Scott 及 Kramer（1949 a）認爲此木質化（lignification）雖然引起纖維硬化但無粗纖維之比例增加，但我們測定結果，由表 5 可知粗纖維與冷凍罐頭成品評分之相關係數高於截壓值的，各爲 −0.624 及 −0.665，木質素（lignin）之形成已被認爲是 Shikimic acid pathway 之產品。呼吸作用中間產物 Tyrosine 及 phenylalanine 在木質素之生合成（biosynthesis）非常重要而 shikimic acid, ferulic acid, p-coumaric acid 及 phenylalanine 在植物組織內容易變成 lignine（Salisbury & Ross, 1969）。因此除低溫外，抑制呼吸作用，例如減少氧之供給調節環境氣體組成對於木質化之阻止也可能有效。Platenius（1943）曾經測定各種蔬菜之氧氣分壓與呼吸關係，而認爲蘆筍之嫌氣的呼吸障害在氧 2.5 %以下（緒方及邨田，1968）。也就是說氧氣濃度低於 2.5 %以下時將有醱酵發生。一般綠色蔬菜在二氧化碳較多時其葉綠素之分解被阻止，對於綠色之保持有效。長谷川（1970）報告綠蘆筍適合於Mali-pack。他們以有孔的薄P.E配合吸濕紙板之包裝可以成功的由北海道空運到東京鮮售（可保存 2 天）。用吸濕材料是爲調節濕度防止發黴，更短時間之貯藏可能無此必要。於此我們做了一點塑膠袋裝室溫貯藏與經冰水浸漬後低溫貯藏，兩者間成分之比較試驗結果如表 9。

表 9　塑膠袋包裝與低溫貯藏綠蘆筍成分變化之比較

Table 9. Comparison of chemical constituents and some physical properties of green asparagus spears packed in PE bags and stored in low temperature

處理 Treatment	浸冰水、冰運、低溫貯藏 Hydrocooled, conveyed with ice & stored in low temp.		塑膠袋包裝、室溫貯藏 Packed in PE bages and put in room temp.	
採收後時間（Time elapsed after harvest）	10 小時 (hr)	24 小時 (hr)	10 小時 (hr)	24 小時 (hr)
重量損失 Weight loss (%)	4.12	6.62	5.22	6.71
比重 Specific gravity	0.966	0.955	0.967	0.958
pH	6.27	0.38	6.23	6.31
可滴定酸度 Titratable acidity (%) as citric	0.154	0.160	0.152	0.175
粗纖維 Crude fiber (%)	0.567	0.865	0.833	0.878
丙種維他命 Ascorbic acid (mg / 100 g.)	23.63	20.49	21.85	17.18
截壓值 Shear-prees values (4″ from tip)	0.97	1.40	1.03	1.17
截壓值 Shear-prees values (3″ from tip)	0.87	1.08	0.93	1.08

塑膠袋裝者採收 24 小時後之截壓值，粗纖維含量以及重量損失等均與浸冰水低溫貯藏者相似，似有良好鮮度保存效果，但在較短時間（例如採收後 10 小時者），顯然的比浸冰水低溫貯藏者差，也就是說塑膠袋裝室溫貯藏者最初品質劣化比浸冰水低溫貯藏者快的多，但後來反而慢，以致 24 小時後兩者品質相似，凡是塑膠袋包裝是靠植物體本身呼吸時二氧化碳之排泄及氧氣之消耗來調節袋內氣體組成，在短時間內，未達到理想之組成前當未能有鮮度保存效果。塑膠袋包裝者丙種維他命損失較多。這可能是其貯藏溫度較高所致。

結　論

1. 台灣產綠蘆筍芽化學成分與美國產者無太大差異，惟葉綠素含量較高，尤其在下午採收者更多。
2. 熱帶產綠蘆筍芽一般組織較硬，爲熱帶被視爲不適合於種植蘆筍原因之一，但台灣產綠蘆筍若採收後予以適當處理，雖不剝皮 36 小時後仍適合於冷凍製罐用。
3. 採收筍芽低溫貯藏對於營養分損失及組織硬化之阻止有效，但至採收後 16 小時，其影響不顯著。低溫貯藏者葉綠素之損失較少，香味評分較高。
4. Hydro-cooling 本身對於筍莖截壓值增大之阻止作用不大，但其冷凍、罐頭成品之組織及罐頭成品風味之評分均較高。
5. 原料箱底加有濕海綿墊與否相比，在截壓值方面統計上雖無顯著差異但有者比沒有者好些。其罐頭成品之風味、組織評分高一點，但顏色評分差一點。
6. 搬運時間不太長時，例如 3 小時以內，無在原料箱上放置冰塊之必要。也就是說無使用冷氣車之必要。
7. 下午採收者比上午採收者含有較多葉綠素。其冷凍品之顏色評分也較高。雖然愈晚採收筍莖之截壓值有愈增高之趨勢，但在統計上不顯著，其冷凍品之評分也略同。
8. 塑膠袋包裝室溫貯藏 24 小時後與低溫貯藏者品質相似，但短時間（例如 10 小時）內比低溫貯藏者差。
9. 綠蘆筍芽所含糖類似還元糖爲主。各種不同處理、貯藏對糖類含量之影響不大。其含量高低對於成品品質似無影響。貯藏中酒精不溶性固形物含量減少，則有多糖類之分解補償總糖、還原糖由於呼吸作用之損失。Bx 不適合於作爲鮮度判別之依據。
10. 丙種維他命依貯藏溫度之昇高，時間之延長而減少。似可做爲鮮度推定之指標，但其多寡對於成品品質似無影響。
11. 硝酸態氮含量在下午採收者較多，貯藏中無變化。Rutin 含量不受採收時間、貯藏之影響。游離胺基態氮含量在下午採收者多而貯藏初期有顯著的增加（10 多小時以內），但對於成品香味似無影響。
12. 依照我們的方法測得的截壓值與粗纖維含量之相關係數爲 +0.557 但與冷凍罐頭成品評分的各爲 −0.212 及 −0.598。粗纖維含量與冷凍罐頭成品評分之相關係數各爲 −0.624 與 −0.665。以上大部份均極爲顯著，但尚不夠高到可以做爲品質判定指標（依照 Kramer 要高達 0.90 以上始可）。但品質尚佳者依照我們方法測定的截壓值均在 1.5 lb/g 以下。原料 AIS 含量不能做爲成品品質判定之指標。

參考文獻

(1) 王進生（1964）. 蘆筍，p.2，台灣省農業推廣書刊。

(2) 林鴻淇（1971）. 氮素營養與植物品質之關係，專題討論，1 月 13 日在食品工業發展研究所。

(3) 中馬豐（1968）. ブレクーリングにおける問題點（上）エアクークング，食品工業（日本）11（20），66−87。

(4) 加藤泰丸（1969）. 青果物の品質保存と低溫流通技術。科學技術廳コールドチエーンの實驗成果から（その 1）。食品工業（日本）12（22），113−120（その 2）12（23），121−127。

(5) 澤田英吉（1962）. アスパラガス，p.65−68 及 p. 321−322，誠文堂新光社。

(6) 島川順二（1965）. 凍結用蔬菜果實原料の冷却處理，食品工業（日本），8（8）。

(7)樽谷隆之（1969）．生本食品（下）青果物の特性，食品工業（日本），12（16），65－72。
(8)森光國、鈴木健、河原申江（1969）．罐詰食品の腐食に關する化學的研究，ホワイトアスパラガス罐詰の內面腐食の性狀，罐詰時報，48（9），66－71。
(9)長谷川久（1970 a）　マリバツクの果菜類鮮度保持への利用Ⅰ，食品工業（日本）13（12），73－79。
(10)長谷川久（1970 b）　グリンアスパラガスの長距離輸送へのマリバツクの利用，食品工業（日本）13（20），91－92。
(11)台灣區罐頭食品工業同業公會罐頭出口統計。
(12)Anon,（1970）. Another asparagus year ends Feb. 28. Pacific Fruit News.148（4256）, 1.（Food Science and Technol. Abst., 2（6）, 6D-434）.
(13)A. O. A.C.(1965). Official methods of analysis of the AOAC. 10 th Ed.
(14)Backinger, G. T., Kramer, A., Decker, R. W. and Sidwell. A. P.（1957）. Application of work measurement to the determination of fibrousness in asparagus. Food Technol., 11（11）, 583 - 585.
(15)Bisson, C. S., Jones, H. A. and Robbins, W. W.（1926）. Factors influencing the quality of fresh asparagus after it is harvested. Calif. Agr. Exp. Sta. Bull. 4106.
(16)Bremer, J. M. and Keeney, D. R.（1965）. Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate and nitrite. Anol. Chim. Acta. 32, 485 - 495.
(17)Casimir, D. J., Mitchel, R. S. & Moyer, J. C.（1967 . A simple method for determining the specific gravity of foods. Food Technol., 21 7）, 1042.
(18)Davis, R. S., Guyer, R. B., Daly, J. J. and Johnson, H. T.（1961）. Control of rutin discoloration in canned asparagus. Food Technol., 15（4）. 212.
(19)Duckworth, R. B.（1965）"Fruit and Vegetables" p. 63 - 66. Pergamon Press, Sydnay.
(20)Eheart, M. S.（1970）. Effect of storage and other variables in composition of frozen broccoli. Food Technol., 24（9）, 1009 - 1011.
(21)Flanzy, C. and Benard, P.（1970）. Variations in composition, cations and non ketonic acids of asparagus tips（Asparagus officinalis L.）according to their degree of ripeness. Annales de Technologie Agricole 19（1）, 53-58（Food Sci. and Technol. Abst. 2（10）, 10 J 1118）
(22)Freed, M.（1966）. "Method of vitamin assey". p. 304 Interscience Publishes, N. Y., London.
(23)Judge, E. E.（1969）. The almanac of the canning, freezing, preserving industries. Edward E. Judge & Sons, Maryland.
(24)Kramer, A., Haut, I. C., Scott, L. E. and Ide, L. E.（1949 a）. Quick recorders of fibrousness in asparagus. Food Industries 21, 1075-1180.
(25)Kramer, A., Haut, I. C. and Scott, L. E.（1949 b）. Objective methods for measuring quality factors of raw, canned and frozen asparagus. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 53, 411 - 429.
(26)Kramer, A.（1954）. Mandatory standard program on quality factors for frozen asparagus and peas—An industry approach. 3 Evaluation of results. Food Technol., 8（10）, 468-470.
(27)Kramer, A., Wiley, R. C. and Twigg, B. A.（1960）. The measurement of fibrousness of asparagus. Am. Soc. Hort. Sci., 76, 382 - 388.
(28)Leberman. K. W., Nelson, A. I. and Steinbery, M. P.（1968）. Post harvest changes of broccoli stored in modified atmospheres. 2. Acidity and its influence on texture and chlorophyll retention of the stalks. Food Technol., 22, 490.
(29)Lee, F. A.（1943）. Determination of frozen asparagus（Asparagus officinalis）. Food Res., 8. 249-253.
(30)Mahoney, C. H., Stier, H. L. and Crosly E. A.（1957）. Evaluating flavor differences in canned foods. II. Fundamentals of simple field procedure. Food Technol., 11, 37-43 of Symposium following page 472.
(31)Marsh, G. L. and Chichester, C. O.（1957）. Studies of processed all-press asparagus. I. Quantitative analysis of soluble compounds with respect to strain and harvest variables and their distribution within asparagus spear. Food Research, 22, 658-672.
(32)Morse, F. W.（1917）. Experiments in keeping asparagus after cutting. Mass. Agr. Exp. Sta. Bull. 172, 297-307.
(33)Salisbury, F. B. and Ross, C.（1957）. "Plant Physiology." p. 394-395 The Wadsworth Botany Series.
(34)Scott, L. E. and Kramer, A.（1949）. Physiological changes in asparagus after harvest. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 54, 357-366.
(35)Scott, L. E. and Kramer, A.（1954）. Yield and quality of asparagus as affected by height of spear above ground at harvest. Food Packer, Apr. Sci. paper No. A 451. Contribution No. 2515 of the Maryland Agr. Exp. Sta.
(36)Smith, H. R. and Kramer, A.（1947）. The fiber content of canned green asparagus. The Canner, 104（18）, 14-16.
(37)Stevenson, A. E.（1950）. Rutin content of asparagus. Food Research, 15, 1.
(38)Tewfik, S. and Scott, L. E.（1954）. Vegetable storage, Respiration of vegetables as affected by post harvest treatment. J. Agr. Food Chem. 2, 415-417.
(39)Watt, B. K. and Merrill, A. L.（1963）. "Composition of foods." Agr. Res. Service, U. S. D. A., Agricultural Handbook, No. 8. p. 7.
(40)Werner, G. Meschter, E. E., Lacey, H. and Kramer, A.（1963）. Use of shearpress in determining of raw and canned green asparagus. Food Technol., 17（1）, 81-86.
(41)Wiley, R. C., Elehwany, N., Kramer, A. and Hager, F. J.（1956）. The shear-press —An. instrument for measuring the quality of foods IV. Application to asparagus. Food Technol., 10（9）, 439 - 443.
(42)Winton, A. L. and Winton, K. B.（1949）. "The structure and composition of foods." Vol. II. p. 189.（罐詰講義（日文）I. p. 184（1960）日本罐詰協會）

Summary

Changes in Chemical constituents and some physical properties of green asparagus stalks grown in the tropics for 1 or 2 years were studied after they are harvested. Harvested stalks were kept in room temperature or stored in a cold room of 2-4°, 85-90％R.H. Before storage, some were hydrocooled in a cold water or a chilled

water (about 2°C) and packed in a lug box with or without ice on it. Putting a sheet of wet sponge in the bottom of the lug box, detards the stalks somewhat to get tougher during storage, but no advantage in keeping freshness had been shown in PE pack within 10 hours from harvest. The quality of the stalks can be kept good as long as 36 hours from harvest if the harvested stalks are hydrocooled and stored at a lower temperature (2-4°C). Shear-press values were taken as the maximum lb-force/g of 5″ long asparagus stalks of nearly equal size cut at 4″ and 3″ points far from tips with an asparagus shear cell (blade thickness : 0.345 mm), and they were found satisfactory for comparison of toughness of asparagus stalks. Generally, asparagus stalks with shear-press value of less than 1,5 lb/g gave good texture in their products. Chlorophyll content was higher in the stalks harvested in the afternoon, but it is not necessary to do so, because the stalks harvested in the morning contained as much Chlorophyll as those grown in the U. S. A. The AIS content of the stalks decreased during storage as hydrolysis of polysaccharides proceeded at the test temperature range (2-27°C). More nitrate-N was found in the stalks harvested in the afternoon than those harvested in the morning, and rapid increase of free amino-N content was noticed during the early stage of the storage while little change could be seen in rutin content between those harvested at different times in the same day and held at room temperature for less than 16 hours.