

綠竹筍和茭白筍之預冷及其有關物性

Precooling of Green Bamboo and Water Bamboo and Their Related Physical Properties

國立臺灣大學農機系教授

陳 貽 倫

Yi-Luen Chen

摘 要

以烤箱法測得綠竹筍和茭白筍之含水率各為90.3% 和 89.4% w. b.。在冷水流速在 75 cm/min 條件下，單個去殼之綠竹筍和茭白筍之半冷期分別約為15及 6 分鐘；單個未去殼之綠竹筍和茭白筍之半冷期分別約為20及 9 分鐘。兩種產品之筍殼重均佔總重三分之一以上；在冷卻過程中，筍殼顯然有礙熱之傳遞。

ABSTRACT

The moisture contents of green bamboo and water bamboo were found, with oven method, to be 90.3 and 89.4% w. b. And, exposed to a flow of cooling water of about 75 cm/min velocity, the half-cooling times of single shelled green bamboo and water bamboo were measured to be 15 and 6 minutes; the half-cooling times of single unshelled green bamboo and water bamboo were 20 and 9 minutes, respectively. The shells of both products weigh over one third of the total, and they obviously presented as a hindrance to the heat transfer of the cooling process.

一、前 言

綠竹筍屬多年生常綠植物，地下莖萌生嫩芽，在其未凸出土面前採收，即為新鮮嫩竹筍。筍殼略呈金黃、微帶褐色、堅硬光滑無絨毛，每支重約 0.3~0.8 公斤。每年 5 月至 9 月盛產。產地集中五股、八里、觀音山、陽明山、三峽、大溪、竹東、芎林、關廟、屏東等地。臺北近郊之栽培面積三千多公頃。採收時，用採筍鋤頭扒開泥土、掘斷筍頭、擦淨泥土，將大中小之筍支分別以 20 公斤紙箱包裝。⁽¹⁾臺灣竹筍罐頭之輸出量，在外銷食品罐頭中佔重要地位，國內鮮食者為數也甚可觀。鮮食者以綠竹筍最受歡迎，現在試銷日本。

74 年全省茭白筍種植面積兩期共 2,667 公頃，每期每公頃產量約 11,700 公斤。5 月至 10 月期間，產地集中埔里、魚池、竹山、外埔；10 月 11 月產地集中於三芝、金山、石門、礁溪、三星等地。採收時，用鎌刀自筍下方基部割取、切除葉片及葉鞘，留外殼 32 公分長、殼片 4~5 片，以 PE 袋 30 公斤包裝，或剝除外殼，只留嫩殼一片，用透明塑膠袋 10 公斤裝。^{(1),(1B)}

一般果蔬在高溫大氣環境中，因隨伴呼吸、成熟、和老化過程而來之新陳代謝步調加速，造成其成分、組織、顏色、香味之損失和改變，降低其品質和鮮度⁽²⁾。竹筍採收後呼吸作用旺盛，繼續生長，合成表皮細胞、纖維質增加、組織老化、品質迅

速劣變。臺灣竹筍製罐工廠，在生產旺季，常將原料堆積於夏日高溫之下，導致嚴重之損失⁽⁸⁾。麻竹筍採收後在室溫存放兩天，其製罐率比在5°C 儲存者減少14°C，品質也顯著降低⁽⁷⁾。傳統之綠竹筍採收後處理是將筍泡在水中，經過數小時後，分配到市場販賣。部分零售商繼續將筍泡水，久而產生異味。有的就在常溫攤架上零售，容易褐化、纖維化，失去肉質細嫩鮮美之原味和品質。

竹筍採收後6小時，粗纖維之生成率顯著提高，如果切口能保持相當程度之潮濕，可減低其生成。水洗後之綠竹筍若密封於PE袋，雖可保持水分，使粗纖維生成量減低，但是因為高溫下竹筍呼吸率極高，易生異味，且切口褐變而失去商品價值。如果移至低溫冷藏，則無此等現象⁽⁶⁾。

苯丙氨酸脫氨酶(PAL)與過氧酶皆是參與竹筍纖維化之主要酵素，此二酵素活性皆受低溫控制，故低溫可有效抑制竹筍之老化⁽⁹⁾。

綠竹筍採收後，帶殼迅速以冰水冷却30分鐘，再以0.03mm厚度之塑膠袋包裝，貯於5°C±1°C之冷藏庫，可貯藏21天，仍能保持品質優良，且減低褐化及纖維化。茭白筍在採收，以冰水預冷20分鐘，也以0.03mm厚度之PE塑膠袋包裝，貯於5°C±1°C之冷藏庫，可貯藏約23天，保鮮效果好⁽⁶⁾。

採收後之果蔬立即儲放在冷藏庫是最佳之保存方法。惟果蔬靜置在冷藏庫時，其降溫速率甚緩，據臺大農機系調查：洋葱在14~10°C品溫時進倉，經過12天才降到設定溫度2°C；一箱16~18°C的馬鈴薯需三天才降到設定溫度⁽¹⁰⁾。因此，對於溫度敏感之果蔬，宜在低溫運銷前加以預冷，使果蔬產品之品溫在數小時甚至數分鐘之內，邊速達到設定之低溫，俾能儘量保有其原有之鮮度和品質。

近年來，在消費地推動零售階段現代化，發展超級市場，採用生鮮蔬果低溫陳列櫃。如配合產地預冷措施、低溫運輸工具，則一面可落實蔬果直銷政策，減少中間剝削，提高農民所得，一面可提升蔬果品質、嘉惠消費者⁽¹¹⁾。若干蔬果因預冷、冷藏、低溫運輸系統技術之建立，增加外銷之可行性，綠竹筍和茭白筍即是一例。

綠竹筍、茭白筍可以空氣冷却、水冷、碎冰冷却。但以水冷之速度較快。本文是以實驗測定其在水冷時之冷却曲線，以確定其冷却需時之久暫。產品含水率、形狀、和比重為熱傳計算時之必要資料，本文也一併予以測試，以供日後進一步研究時之

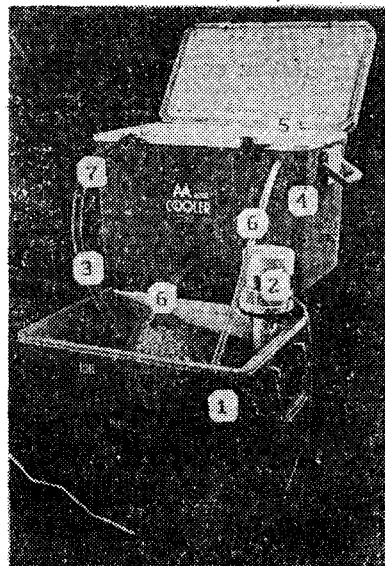
參考。(8),(4)

二、實驗裝置

為了配合冷却曲線測定實驗，需要設計一個實驗裝置，使得樣品能夠在衡溫的冷水狀況下，利用熱偶測溫針測定該樣品的冷却下降溫度，根據這些測定的溫度，繪出樣品的冷却曲線。

傳統採收後的預冷方式是將果蔬浸入冷水中數分鐘即完成，但是，時常由於水溫及浸泡時間的不足，使得預冷效果並非很好。為了減少過去水溫偏高或果蔬易和冰塊接觸的缺點，因此，設計了一小型的設備，包括有預冷槽、冷水槽、幫浦、進水管、排水管、隔板、熱偶測溫針和溫度記錄儀(Autodata)等裝置，其裝配關係如圖一，裝置說明如下：

- 1.冷水槽 將冰塊和冷水放入冷水槽中，使得冷水溫度能夠保持在0~1°C之間。
- 2.幫浦 選取一個汲水水量為166ℓ/min的幫浦，把冷水槽中的冷水打入高處的預冷槽裏。
- 3.進水管 接連在幫浦和預冷槽間之塑膠管，引導冷水進入預冷槽中。
- 4.預冷槽 是一個保溫箱，避免冷水與大氣接觸而升高溫度，是實驗樣品安置的地方。
- 5.隔板 由保麗龍所構成，當冷水進入預冷槽時，若無此隔板，水流方向無法測知，呈混流狀態(圖二(a))；若中間加入隔板，則水流在某一部位



- 1.冷水槽
- 2.幫浦
- 3.進水管
- 4.預冷槽
- 5.隔板
- 6.排水管
- 7.熱偶線

圖一、水冷裝置

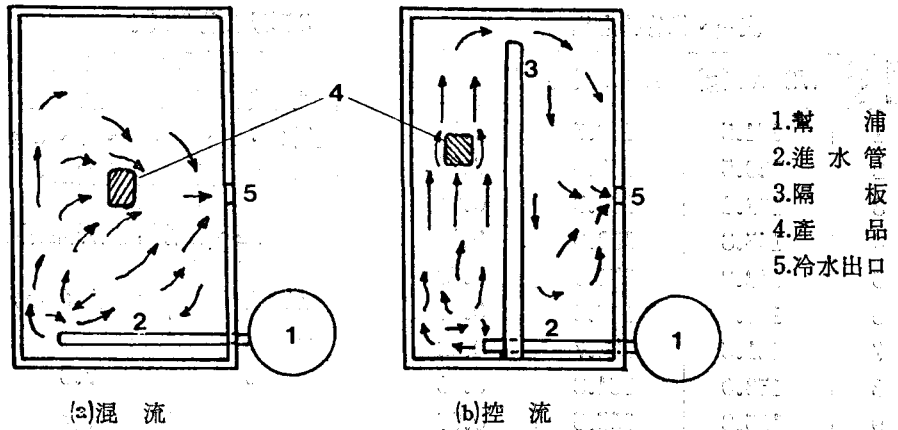


圖 二

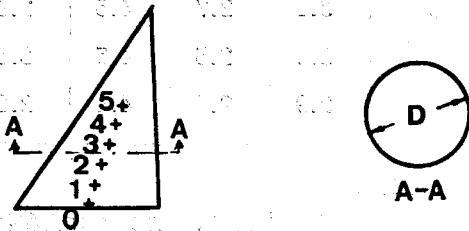
置可知其方向有一致性，即呈控流狀態，其流速經計算約為 75 cm/min。(圖二(b))

6.排水管 將預冷槽內的水排出到冷水槽中，再加以冷卻，以保持冷水溫度在 0~1°C 之間。

7.熱偶測溫針及溫度記錄儀 將五支 T 型熱偶測溫針接在溫度記錄儀上，用來記錄實驗的溫度數據。

三、材料與方法

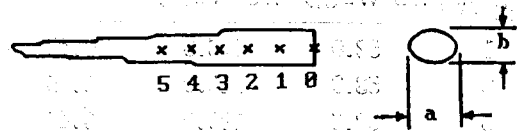
所測試的綠竹筍是在七月下旬採收的，實驗前保存於冷藏庫中。冷卻試驗之綠竹筍用 T 型熱偶測溫針五支，依照編號秩序，自竹筍底部以間隔 1cm 的距離分別插在中心線上，如圖三所示。隨後放入沒有隔板的冷卻裝置中，並測定這些地方每分鐘的溫度變化，所獲得的信號由 Autodata 溫度記錄儀記錄之，然後重覆上述步驟，放入設有隔板的冷卻裝置，記錄實驗溫度。



圖三、綠竹筍之形狀及測溫位置

試驗用的茭白筍採收於十月下旬，其冷卻試驗的方法除了對未去殼的樣品以 3cm 的間隔插熱偶測溫針，去殼樣品則為 2cm 之外，其餘的步驟皆

與測綠竹筍時相同，茭白筍插熱偶測溫針的方式如圖四所示。



圖四、茭白筍之形狀及測溫位置

含水率以烤箱法測定。測定時，將綠竹筍、茭白筍的外殼和筍肉分開以絞碎機打碎，然後把烤箱的溫度保持在 70°C 之下，連續烘烤 18 個小時，分別測定筍肉、外殼及整個竹筍的含水率。

比重以阿基米德法測定。由於綠竹筍和茭白筍皆較水輕，所以竹筍的比重可以使用下式求得之：

$$\text{產品比重 } S. G. = \frac{W_2 - W_1}{W_3 - W_1}$$

式中 W_1 = 水重 + 容器重

W_2 = 水重 + 容器重 + 產品重

W_3 = 水重 + 容器重 + 產品所排開同體積之水重

四、結果與討論

1. 比重——表一、表二分別為綠竹筍及茭白筍的比重測試結果。

2. 含水率

表三、表四分別為綠竹筍以及茭白筍各部分含水率之測定結果，測定前貯存於冷藏庫內。

表一、綠竹筍之比重

測試編號	W2-W1(g)	W3-W1(g)	比 重
1	154.5	163.6	0.94
2	130.5	138.0	0.94
3	173.4	185.2	0.94
4	145.8	158.0	0.92
5	143.3	154.9	0.93
6	130.1	136.8	0.95
7	121.6	132.7	0.92
8	158.0	164.8	0.96
9	185.8	195.5	0.95
10	144.5	150.2	0.96
平均比重			0.942±0.009

表二、茭白筍之比重

測試編號	W2-W1(g)	W3-W1(g)	比 重
1	52.0	115.6	0.45
2	53.9	120.0	0.45
3	92.6	189.9	0.44
4	73.7	164.9	0.45
5	77.4	175.2	0.44
6	65.1	119.5	0.54
7	73.1	166.8	0.44
8	65.4	137.7	0.47
9	101.4	179.4	0.57
平均比重			0.472±0.030

表三、綠竹筍各部分之含水率

	烘乾前重 (g)	重 量 百分比 (%)	烘乾 後重 (g)	乾 基 (%)	濕基 (%)
Total	166.65	100.0	16.20	928.7	90.3
筍 肉	100.19	60.1	6.38	1470.4	93.6
外 殼	66.46	39.9	9.82	576.8	85.2

表四、茭白筍各部分之含水率

	烘乾前重 (g)	重 量 百分比 (%)	烘乾 後重 (g)	乾 基 (%)	濕基 (%)
Total	83.40	100.0	7.97	946.4	89.4
筍 肉	53.70	64.4	4.10	1209.8	92.4
外 殼	29.70	35.6	3.87	667.4	87.0

3.形狀及特徵尺寸

綠竹筍之形狀呈斜錐狀，底面略成圓形。自底面往筍尖每隔1公分量其圓錐直徑，各部位編號依次為0、1、2、3、4、5，則去殼及未去殼綠竹筍之各直徑平均值如表五。

表五、綠竹筍之各部位特徵 (D) 尺寸

各部位編號	去殼筍 (cm)	不去殼筍 (cm)
0	7.8	7.9
1	7.4	7.8
2	6.8	7.6
3	6.1	7.2
4	5.3	6.7
5	4.4	6.0

茭白筍之截面略呈橢圓。設截面圓之長徑為a、短徑為b。自底面始，去殼筍每隔2公分，不去殼筍每隔3公分，測量其長短徑，其測量部位編號依次為0、1、2、3、4、5，則去殼筍和不去殼筍之各部位特徵尺寸平均值如表六：

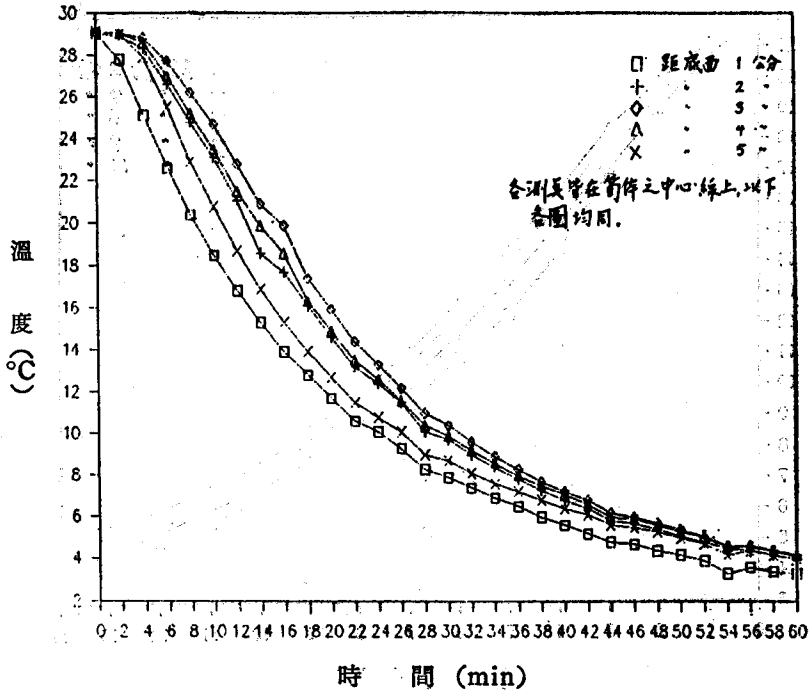
表六、茭白筍各部位特徵 (a、b) 尺寸

各 部 位 編 號	去 殼 筍 (cm)		不 去 殼 筍 (cm)	
	a	b	a	b
0	2.5	2.3	3.5	2.9
1	3.0	2.6	4.1	3.0
2	3.0	2.7	4.4	3.0
3	3.1	2.7	4.5	2.8
4	3.0	2.5	4.5	2.5
5	2.9	2.4	4.4	2.2

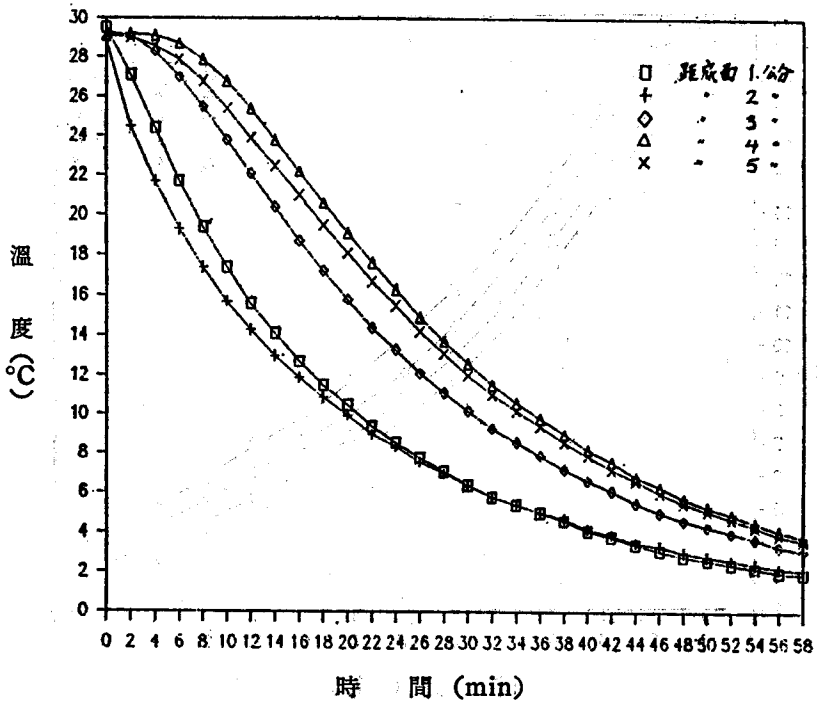
4.冷卻曲線

圖五至圖十各為去殼和不去殼之綠竹筍和茭白筍在控流或混流狀況下之冷卻曲線。每次試驗均有5個測點安插在產品中心線之各部位，如圖三、四所示。

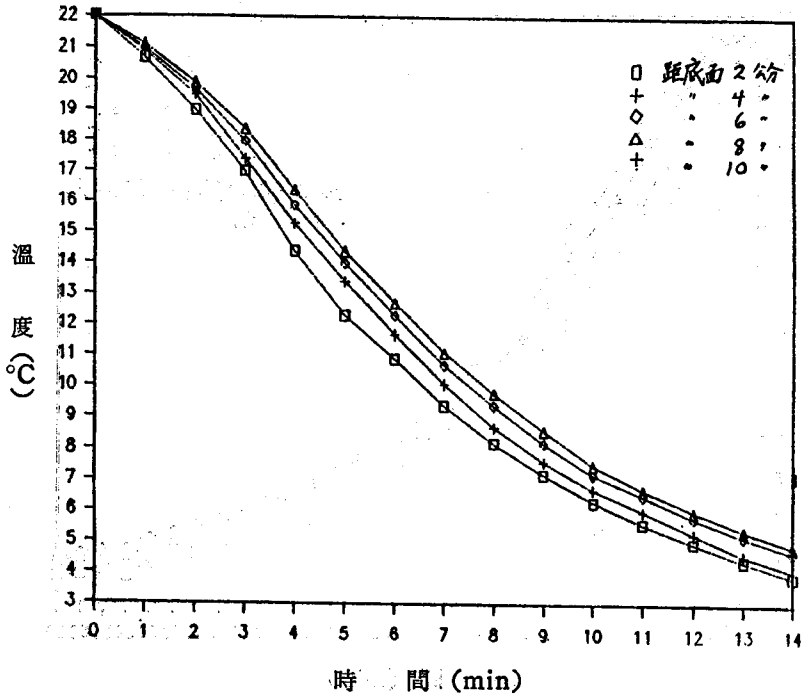
綠竹筍和茭白筍之比重在本次實驗中測定結果分別為0.94和0.47。但是，其數值會因品種、栽



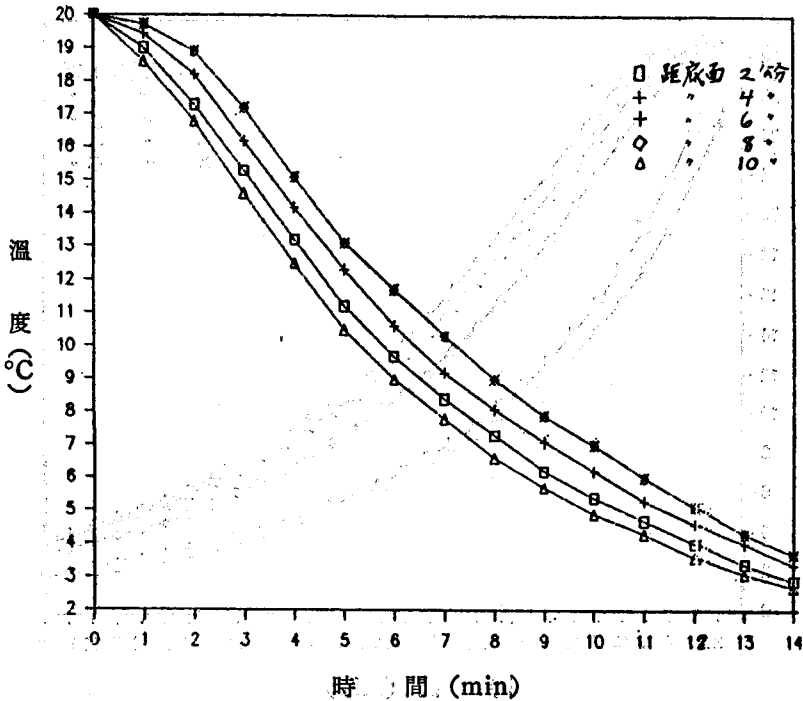
圖五、去殼綠竹筍之冷却曲線



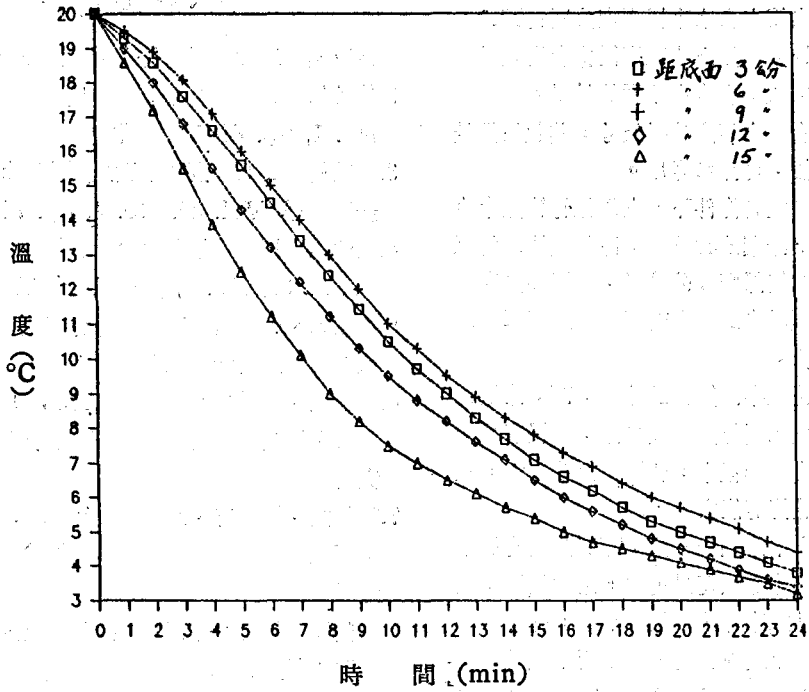
圖六、未去殼綠竹筍之冷却曲線



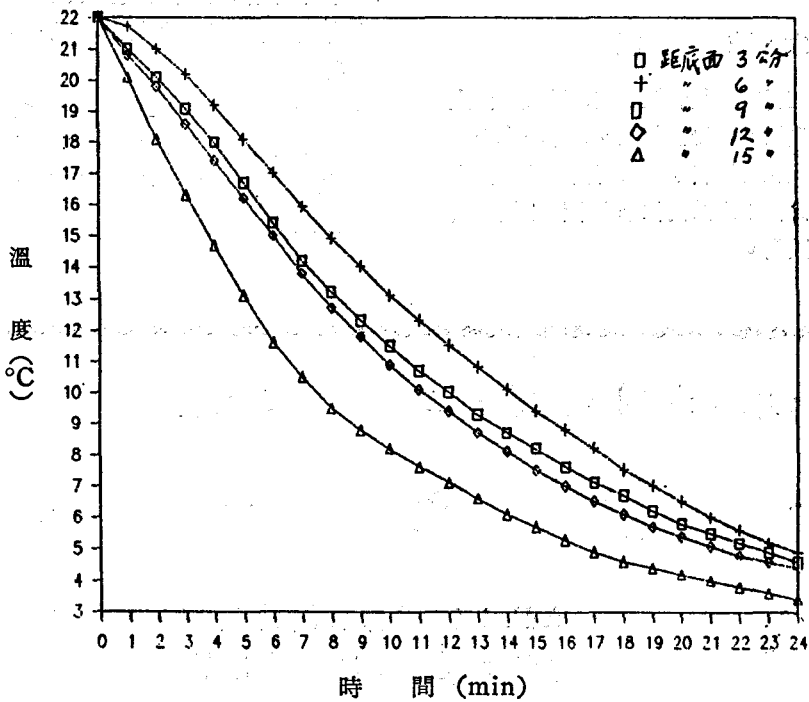
圖七、控流、去殼茭白筍之冷卻曲線



圖八、混流、去殼茭白筍之冷卻曲線



圖九、控流、未去殼菱白筍之冷却曲線



圖十、混流、未去殼菱白筍之冷却曲線

培、土壤、氣候、採收後處理等因素而異。

綠竹筍和茭白筍之含水率經測定分別為90.3%和89.4% (w. b.)，除上述因素同樣影響其數值外，不同的測定方法，也會有不同的結果。

有關綠竹筍和茭白筍之特徵尺寸，其數值僅是少數樣本之平均值，可作參考用。

在本實驗裝置之各條件下，去殼綠竹筍之半冷期約15分鐘，7/8 冷期約42分鐘，冷卻最快者為離底1公分處，其次為離底5公分處，最慢為離底3公分處，此現象顯示去殼後之筍底和筍錐面對熱之傳導有均等之機會。

未去殼綠竹筍之半冷期約20分鐘，7/8 冷期約50分鐘。冷卻最快者為靠近底面二點，最慢者為離底4公分處。在冷卻過程中，各測點溫差較大，顯示筍殼具較低之熱傳導能力。

去殼茭白筍之半冷期約6分，7/8 冷期約14分。離底面4~8公分處因筍體稍粗，冷卻較慢。惟一般說來，各測點之冷卻速率相差不多，此與其細長之形狀有關。控流或混流處理之差別不顯著。

未去殼茭白筍之半冷期約9分，7/8 冷期約24分。冷卻速率顯然較去殼者為慢。冷卻過程中，各測點間溫差較大，顯示筍殼之絕熱作用。控流或混流處理無顯著差異。

六、誌 謝

本文為行政院農業委員會經費支助計畫工作之一部分。桃園區農業改良場張榮如、廖芳心女士提供其未發表之研究報告資料；張宗昕同學協助完成實驗、整理數據圖表；本系同仁李允中博士提供寶貴意見，謹一併致謝。

五、參考文獻

- 1.吳昭其 1987 臺灣的蔬菜 渡假出版社 臺北
- 2.陳貽倫 1984 蔬菜預冷 農工學報 Vol. 30, No. 1, pp. 41-53 臺北
- 3.陳貽倫 1984 荔枝果實之預冷與其有關物性 農工學報 Vol. 30, No. 4, pp. 74-84 臺北
- 4.陳貽倫 1987 果蔬水冷及其能源分析 農工學報 Vol. 33, No. 3, pp. 11-16, 10 臺北
- 5.張榮如、廖芳心 1988 綠竹筍及茭白筍採收後處理保鮮之研究 未發表
- 6.陳如茵、張長泉、錢明賽 1986 收穫後綠竹筍品質之控制 研究報告第423號 食品工業發展研究所
- 7.陳如茵、楊瑞森、錢明賽 1983 收穫後竹筍之處理與儲存 研究報告第294號 食品工業發展研究所
- 8.黃榮燦 1970 竹筍罐頭之品質腐敗問題 食品工業 2(4):16-20。
- 9.錢明賽、陳如茵、曾士洵 1984 收穫後竹筍老化及苦味質產生之抑制 研究報告第348號 食品工業發展研究所
- 10.蕭介宗、盧福明、雷鵬魁 1984 臺灣主要蔬菜冷藏方式之研究和改善工程分析 臺大農機系研究報告
- 11.行政院農業委員會 1988 「農產品收穫後處理及低溫運銷系統之改進」背景資料
- 12.臺灣省政府農林廳 1986 民國七十五年版臺灣農業年報

專營土木、水利、建築等工程，施工機械出租

贊 皇 實 業 社

地址：宜蘭縣礁溪鄉瑪璘路127號

電話：(039) 3 3 4 3 7 6