

三星蔥冰溫儲藏之研究

何昇鴻 李紘宥 吳柏青*

國立宜蘭大學生物機電工程學系

摘 要

青蔥為國內重要之辛香類蔬菜，然而夏季時颱風肆虐時造成青蔥災損供不應求，而價格飆漲。為因應市場需求，利用滾動式冷藏將青蔥進行儲藏，而於風災減產時釋出供應市場，以穩定青蔥價格。本研究針對冰溫庫及傳統冷藏庫進行內部風場、溫度變化及分佈情形進行量測，以深入瞭解其穩定性及溫度均勻度。此外，量測三星蔥利用冰溫儲藏技術在四週儲藏過程中之失重情形，並與傳統冷藏庫進行比較試驗。試驗材料採用宜蘭縣三星地區生產之小葱種及黑葉種青蔥，並比較清洗與否、放置位置對失重情形之影響。比較冰溫庫與傳統冷藏庫內部的溫度分佈進行量測，試驗結果顯示：無論是否放置青蔥，傳統冷藏庫的溫度分佈之均勻度皆優於冰溫庫。在青蔥儲存失重試驗方面，冰溫庫儲存所產生的青蔥失重現象大於傳統冷藏庫；相較黑葉種青蔥，小葱種青蔥失重現象較明顯；然而青蔥清洗與否對失重現象則無顯著影響。由於冷風流動型式之差異，青蔥放置位置明顯影響青蔥失重現象，傳統冷藏庫下層失重現象大於上層，而冰溫庫則是上層失重現象大於下層。

關鍵詞：青蔥、冰溫儲藏、冷藏、溫度分佈

Study on the Scallion Controlled Freezing Point Storage

Shung-Hung Ho Hung-Yu Lee Po-Ching Wu*

Department of Bio-Mechatronics Engineering, National Ilan University

Abstract

Scallion is a important spicy vegetable in Taiwan. However, in the summer time the typhoon will significantly affect the scallion production, and make the scallion cost increase. According to the demand of the market, rolling type cold storage was used for scallion. This will resolve the shortages problem of scallion supply in the market and avoid the scallion price increase. This study investigated the internal air flow pattern, temperature change and distribution for traditional cold room and controlled freezing point storage, in order to determine the stability and temperature uniformity of the systems. Besides, the weight loss of scallion was investigated during the four weeks period under controlled freezing point storage. The result was compared with the traditional cold room storage. Two varieties of scallion were used for this study. The effects of

washing condition and storage location on the weight loss were also investigated. Under the operating condition with or without scallion inside, the uniformity of temperature inside the traditional cold room was better than the controlled freezing point storage. Based on the result of weight loss experiment, the weight loss phenomena of controlled freezing point storage was more significant than the traditional cold room storage; compared with the BL variety scallion, the SW variety scallion lost more weight during storage; the effect of scallion washing before storage was not significant. Due to difference of the cold air flow pattern between traditional cold room and controlled freezing point storage, the location of scallion significantly affected the weight loss phenomena of scallion storage. In the traditional cold room storage, the scallion at lower level lost more weight than the upper level. But for the controlled freezing point storage, the scallion at upper level lost more weight than the lower level.

Keywords: Scallion, Controlled Freezing Point Storage, Cold Storage, Temperature Distribution

*corresponding author. E-mail: pcwu@niu.edu.tw

前 言

青蔥學名 *Allium fistulosum* L.，英名 Scallion、Welsh onion、Spring onion、Green onion 或 Bunching onion(Lanfang and Paul, 2009；楊，2006)。青蔥為華人最重要的香辛蔬菜，而著名的三星蔥產於宜蘭三星鄉。由於三星地區雨水充沛，且夜間溫度比其他地區低，加以蘭陽溪上游無污染的水源，使得所栽培出來的青蔥品質為全台之冠。然而，三星蔥之價格隨季節有很大的價差。在春季時青蔥大量採收，每公斤價格跌破一二十元；在夏秋季時因颱風災後價格飆漲，每公斤高達兩三百元(行政院農業委員會農糧署，2008)。

依據農業統計年報顯示：2010 年全國青蔥栽培面積為 4,972 公頃，以雲林縣最多，其次為彰化縣、宜蘭縣、高雄縣，其餘各縣分佈較為平均(行政院農業委員會農糧署，2011)。然而雖有較廣闊的栽培面積，但其產量受到颱風等因素限制，近幾年產量逐漸減少。

由於青蔥產期集中，為因應市場需求，利用滾輪式冷藏儲存方式，將採收的青蔥儲藏，於資源短缺情況下得以適時供應市場，穩定價格。為有效抑制颱風災後價格大幅波動的情形，研究冰溫儲藏技術，延長三星蔥儲藏時間。青蔥產期為全年，但要避免雨季時採收，由於雨季土壤含水量高，使得植株容易斷裂。在一般室溫(25-30°C)下，貯藏壽命僅 3 至 5 天。貯藏溫度在 5-10°C，貯藏期限為 20 天(楊，2000)。蔥適合儲存於低溫高濕之環境，溫度越低越好(0°C 左右)，並

在冰點以上，相對濕度最好為 98-100%RH(陳等，1993)。

山根昭美博士利用調氣儲藏法(Controlled Atmosphere Storage, CA 儲藏法)進行梨子試驗研究，由於操作失誤，導致原本設定的儲藏溫度 0°C 降為 -4°C。儲藏一段時間後，發現所有的梨子都變成凍梨，為恢復原來的儲藏溫度，將電源切斷。幾天後發現梨子並未凍傷，而是恢復到儲藏前的狀態，也恢復原來的色澤和風味，為冰溫之初次發現(張等，2006)。食品凍結點因體液成分不同而異，亦可人工控制之(山根，1997)。體液為膠質溶液之一種，水份是該溶液之溶媒，而食品中之蛋白質、碳水化合物、脂質及各種鹽類為其溶質。純水於 0°C 開始凍結，但水溶液之凍結點因溶媒之種類及溶質濃度之不同而異(鐘，1993)。在 0°C 以下，凍結點以上溫度，進行食品儲藏或加工的技術即為冰溫技術(山根，1974)。以冰溫技術進行食品貯藏、預冷、熟化、發酵、乾燥、濃縮、解凍、運輸等加工，所得製品稱為冰溫食品。蔬菜、水果、魚類、畜肉等食品應用冰溫儲藏(Controlled Freezing Point Storage, CF 儲藏法)，在質地上優於冷凍，而鮮度的保存期限遠長於冷藏，並且保持所具有的風味，在保存中亦無變質、微生物增殖的現象，製品品質十分良好(山根，1997)。

近年來冰溫技術在日本、美國和韓國等國家迅速發展，有學者稱冰溫技術是農產品貯藏、保鮮技術上的一次革命(尹等，2008)。而冰溫技術在食品保鮮中應

用範圍甚廣，如水果保鮮中的應用：西瓜於冰溫中包裝冰溫套袋貯藏可使西瓜的保質期得到很好的延長，而楊梅及葡萄在冰溫貯藏下可減少新陳代謝，有利於長期保藏(尹等，2008)。肉類保鮮也有新的發展，除冰溫技術外，搭配不同的氣調包裝及添加不同比例保鮮劑可使豬肉色澤維持一定感官水平，並且有效控制微生物生長，從而延長豬肉保質期(李和謝，2008)。目前日本國內冰溫技術已普遍成熟推廣，推廣領域包括：冰溫貯藏、冰溫成熟、冰溫發酵、冰溫乾燥、冰溫濃縮及冰溫流通等 6 個方面。但以蔬果及肉類研究居多，水產品研究方面較少。其關鍵技術如：冰溫蓄冷劑、冰點調節劑、高精度溫度控制及冰溫貯藏設備等方面成熟適用的很少(梁等，2010)。

本論文研究目的乃針對三星蔥進行冰溫儲藏之研究，比較冰溫庫與傳統冷藏庫內部溫度分佈情形及青蔥儲藏過程中的失重情形，以探討冰溫儲存技術應用於青蔥儲存之可行性。

試驗材料與方法

一、試驗材料

於九十八年三月由宜蘭縣三星鄉三星農會提供小葱種與黑葉種兩種青蔥品種進行試驗，試驗樣品採收後區分為清洗與未清洗，以塑膠籃子盛裝青蔥，每籃重量約 20 公斤，供冷藏與冰溫儲藏試驗用。

二、冰溫儲藏試驗

冰溫儲藏設施選擇於台灣冰溫生科有限公司(台北縣五股鄉)提供之冰溫庫，冰溫庫設置於密閉室內。圖 1 為冰溫庫平面及溫度測點配置圖，庫內長(2840mm) × 寬(2430mm) × 高(2100mm)，溫度範圍為 +15℃ ~ -5℃ (0.1℃ 單位)，溼度範圍為 65% ~ 90% (1% 單位)，電力消耗功率 2.0 kW。蒸發器(冷排風扇)位於冰溫庫上方中心位置，下層周圍設有回風口，利用循環方式使空氣再度回到上方中心位置(如圖 2 所示)。將青蔥放置於冰溫庫內分為上、下兩層，每層各有 8 籃青蔥，共 16 籃。青蔥之冰點為 -0.9℃(賴等，1998)，本試驗設定溫度為 -0.3℃，觀察介於冰溫帶之青蔥儲存情形。

三、冰溫庫風速量測

由於冰溫庫內風速之大小會影響溫度之流場分

佈，為瞭解蒸發器(冷排風扇)架設位置之風速是否為穩定均勻分佈，故於天花板出風口與牆壁回風口兩個位置進行風速測試。測量風速之儀器為熱線式風速計(TSI, VelociCalc 8345)，藉以測得冰溫庫內風速。

四、傳統冷藏試驗

傳統冷藏設施選擇於宜蘭縣三星鄉蔥農所提供傳統組合式冷藏庫，冷藏庫設置於開放鋼棚下方。圖 3 為冷藏庫平面及溫度測點配置圖，庫內長(3370 mm) × 寬(2580 mm) × 高(2370 mm)，採用東元冷氣機(型號 RJ-0211BAR)，冷凍能力為 3,000 kcal/hr。蒸發器(冷排風扇)位於冷藏庫內左面上方，風的流向以順時針方式於庫內流動(如圖 4 所示)。傳統冷藏庫的溫度控制採用指針旋鈕式控制器，因此無法準確設定溫度。青蔥擺放位置仿照冰溫儲藏試驗，而冷藏庫溫度設置在 1℃，觀察青蔥於冷藏下儲存情形，藉此比較冰溫庫與冷藏庫之差異。

後

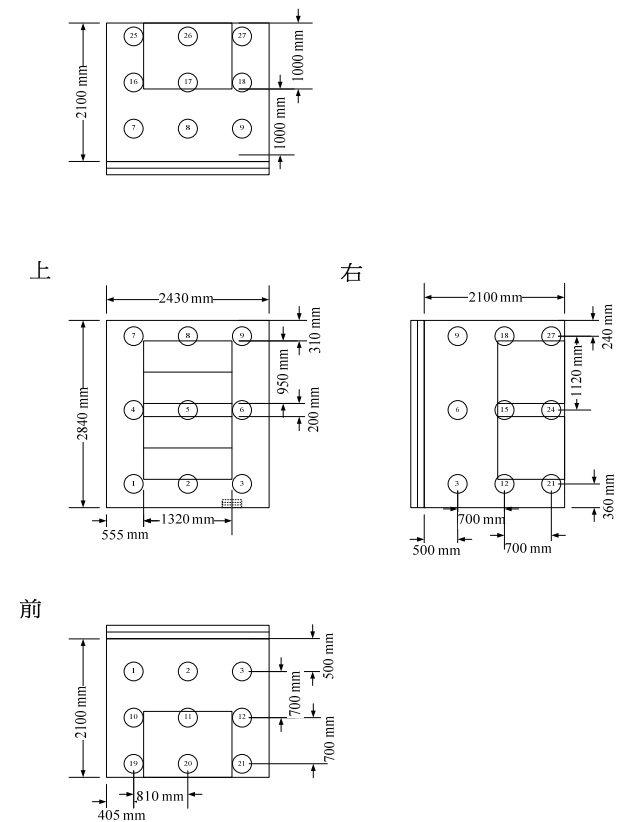


圖 1 冰溫庫內各溫度測點位置圖

Fig.1 The layout of temperature measurement inside the controlled freezing point storage room

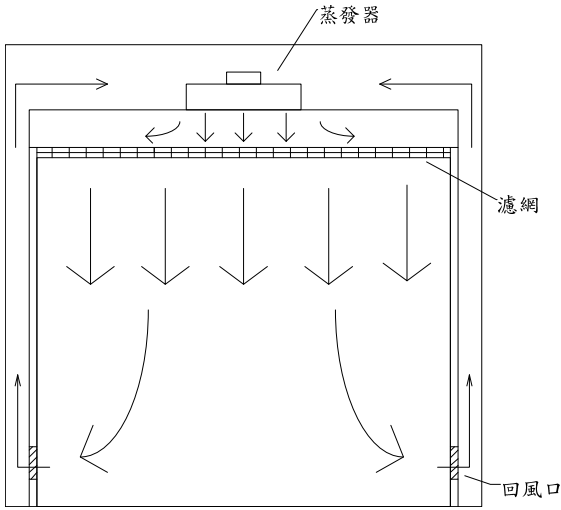


圖 2 冰溫庫空氣循環示意圖
Fig.2 The diagram for the path of air flow inside controlled freezing point storage room

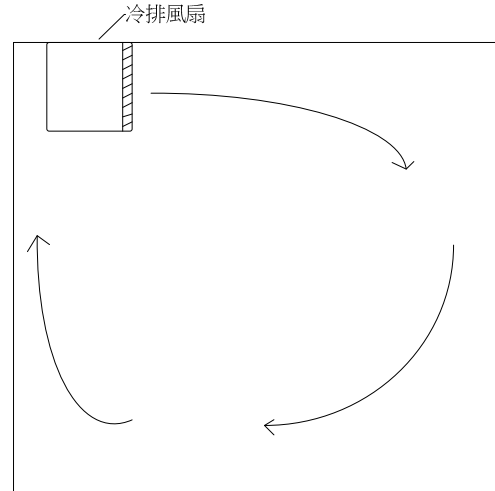
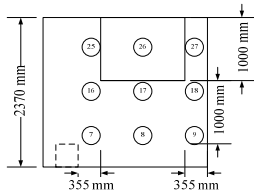
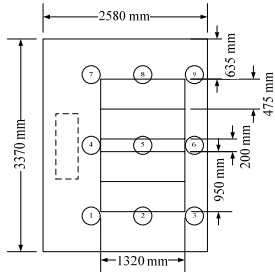


圖 4 冷藏庫空氣循環示意圖
Fig.4 The diagram for the path of air flow inside traditional cold storage room

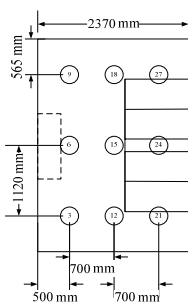
後



上



右



前

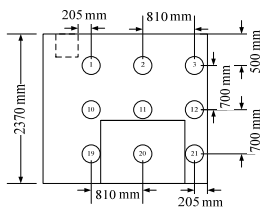


圖 3 傳統冷藏庫內各溫度測點位置圖
Fig.3 The layout of temperature measurement inside the traditional cold storage

五、溫度量測擷取系統

利用熱電偶線(JIS T-type，溫度範圍 $-160^{\circ}\text{C} \sim 400^{\circ}\text{C}$)的熱電效應得到一直流電壓，透過A/D轉換器轉換成數位訊號，並透過軟體演算轉變成實際溫度值。試驗採用資料擷取紀錄器(Graphtec GL800 midi Logger)，此紀錄器能讀溫度、濕度與電壓，並且大型格式化LCD能容易地設定和奪取數據以監測信號波形，本實驗用溫度來偵測冷藏庫的內部溫度。

為瞭解冰溫庫與傳統組合式冷藏庫的溫度設定與內部溫度的分佈程度，將熱電偶線以垂吊方式固定於庫內頂部，並將庫內平均分為九個位置，每一位置由上至下分為上(500 mm)、中(1200 mm)、下(1900 mm)三層，總共有27個溫度測點。溫度量測位置詳如圖1與圖3，將冷藏庫與冰溫庫內27點平均溫度及標準差做為判定均勻度之依據。溫度每隔一分鐘記錄一次，共計測量一週、一萬筆紀錄。針對庫內空機狀態與青蔥入庫進行試驗，並將一週以來紀錄的各點數據對冷藏庫與冰溫庫作時間對溫度的變化分析。試驗溫度在各點分散的均勻程度不同，比較冷藏庫與冰溫庫之差異。除比較冷藏庫與冰溫庫內部溫度均勻度之差異外，另外也探討冷藏庫與冰溫庫之運作時間是否會影響庫內溫度變化。故針對運作時間每6個小時觀察一次機組溫度變化，將時段分為凌晨2點、早上8點、下午2點以及晚上8點四個較有代表性時段，並於機組外增

加一溫度測點，比較機組庫內與庫外之溫度是否會互相影響。

六、青蔥失重測定

為瞭解青蔥於冰溫庫與傳統冷藏庫儲藏後的水份流失情形，進行青蔥之失重測定，以公式(1)計算其水份流失率。其中 W_i 為未儲存前青蔥與籃子之重量、 W_f 為儲存後青蔥與籃子之重量、 W_s 為青蔥之初重。青蔥儲藏時間進行約一個月，每週皆對16籃青蔥進行秤重，觀察水份流失情形，並將量測到之重量進行分析。

$$WLR(\text{Weight Loss Ratio}) = \frac{W_i - W_f}{W_s} \times 100\% \quad (1)$$

此外，將儲藏一個月之青蔥進行根部浸水試驗，觀察青蔥經過一段儲藏時間，其水份流失之後再度復水之變化，青蔥浸水採用傳統冷藏庫之青蔥為試驗對象，試驗時間為一天。將浸水處理後之青蔥依照一般清洗方式，去除黃葉、晾乾後秤重(楊，2000)，以瞭解青蔥儲存後具商品價值之重量。

七、青蔥根部浸水試驗

青蔥隨著儲藏時間的增加，水份不斷流失掉，影響儲藏期限。為測試青蔥在浸水情況下，是否能有效抑制水份流失情形，進而達到延長儲藏期限的效果。針對青蔥在未清洗下，於傳統冷藏庫進行浸水與未浸水之試驗。在放置青蔥之塑膠籃子內，置入裝滿水的鐵盤，再將青蔥放置在鐵盤之上。試驗時間為一個月，每週皆對青蔥進行秤重，比較浸水與未浸水之青蔥水份流失情形。

八、試驗數據分析

選取溫度記錄器一天所測得之數據，以6小時為間格，利用曲面繪圖軟體 Surfer(Surface Mapping System, Version 7.0)繪製空機狀態與青蔥儲存之上、中、下層溫度分佈圖，以標準差(Standard Deviation)作為溫度分佈均勻度之指標，標準差越小表示越均勻。

結果與討論

一、冰溫庫風速均勻度

由圖5得知冰溫庫最大之風速落在中間，周圍明顯偏低，最高與最低風速相差0.37 m/sec。由於蒸發器(冷排風扇)位於中心位置，因此中間風速會明顯偏高，而

導致風場不均勻現象。建議在蒸發器(冷排風扇)加裝導流裝置，或增加濾網厚度，以增加通風阻力及風壓，方能改善出風口風速均勻度問題。回風口於冰溫庫底部，由回風口之風速數據顯示，平均風速為0.22 m/sec，最高與最低風速相差0.19 m/sec。由出風口至回風口之風速明顯下降，並且回風口之均勻度比出風口之風速均勻。

二、比較冰溫庫及傳統冷藏庫之溫度均勻度差異

冰溫庫空機運轉時，由於上層接近蒸發器(冷排風扇)的位置，使得上層中間溫度低於周圍溫度，高低溫相差0.9°C，並呈現溫度之不均勻分佈。而下層也呈現溫度不均勻分佈，接近入口位置之溫度高於內部溫度，高低溫相差1°C。由於入口之門縫未能完全封閉，因此接近入口之溫度受到冰溫庫外室溫之影響，使得溫度偏高。圖6為冰溫庫青蔥儲存之溫度分佈圖，由於風場受到青蔥擺放之影響，使得溫度升高並顯得分佈不均勻，由中層之等溫線圖可以明顯看出溫度不均勻分佈。實驗結果顯示：冰溫庫內部溫度分佈會受到青蔥擺放之影響，造成內部風場改變而影響溫度均勻度。

傳統冷藏庫空機運轉時，由於受到風向流動之影響，因此冷藏庫上層右面溫度低於左面溫度，高低溫相差0.5°C。而中層與下層仍受到風向之影響，右面溫度低於左面溫度，但其溫度均勻度較上層高。圖7為傳統冷藏庫青蔥儲存之溫度分佈圖，由於風場受到青蔥擺放之影響，使得溫度升高並顯得分佈不均勻。上層之高低溫相差0.9°C，中層之高低溫相差0.5°C，下層之高低溫相差0.8°C。

比較冰溫庫與傳統冷藏庫，由表1青蔥儲存前後之溫度分佈均勻度顯示：傳統冷藏庫溫度分佈均勻度皆比冰溫庫佳。依試驗數據顯示，此冰溫庫在風場分佈以及溫度分佈之均勻度未能有效控制，因此皆有待改善。而傳統冷藏庫溫度分佈均勻度優於冰溫庫之其中原因為物品擺放方向與氣流流向平行，使得傳統冷藏庫有良好之效果。

三、不同時段對傳統冷藏庫冷凍機組循環時間之影響

在傳統冷藏庫空機運轉與青蔥儲存時進行五天溫度量測，觀察循環時間對冷藏庫之溫度變化。試驗結果顯示：冷藏庫內每一時段之溫度皆有週期性循環變

化。表2為傳統冷藏庫空機運轉時庫內與庫外之不同時段平均溫度變化，隨著日間室外平均溫度升高，冷藏庫內部平均溫度則隨之降低。傍晚時室外平均溫度逐漸下降，而內部平均溫度則隨之上升。圖8為傳統冷藏庫青蔥儲存之四個時段的溫度循環變化，圖9為傳統冷藏庫青蔥儲存之室外四個時段的溫度循環變化，由表3傳統冷藏庫青蔥儲存之庫內與庫外平均溫度試驗顯示，隨著日間室外平均溫度升高，冷藏庫內部平均溫度則隨之降低。傍晚時室外平均溫度逐漸下降，而內部平均溫度則隨之上升。溫度變化頻率受到青蔥放置於冷藏庫影響，試驗顯示放置青蔥比未放置青蔥時變化慢。

依據循環時段對冷藏庫內與冷藏庫外溫度變化之試驗結果顯示：在空機運轉與青蔥儲存時循環時段皆會對溫度造成影響。其原因乃是冷藏庫溫度感測器置於入口附近壁面，使得冷藏庫庫內溫度受到庫外環境溫度影響。冷藏庫並不是穩定的冷藏機制，無法依使用者的調節維持冷藏庫內部溫度平衡。若產品對溫度變化之敏感度高，冷藏庫必需再做進一步的調整。

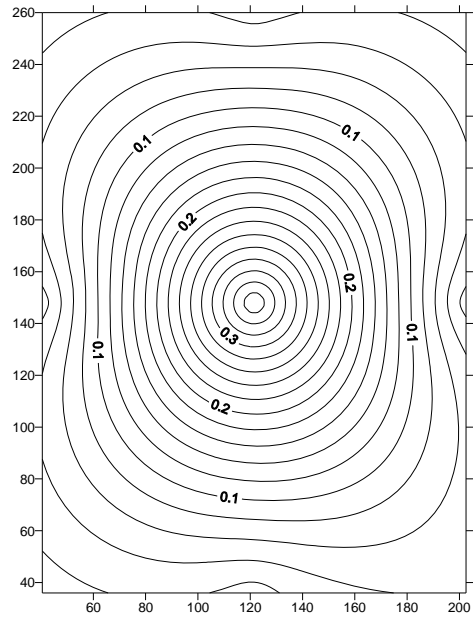


圖 5 冰溫庫出風口(243cm×284cm 天花板)風速分佈情形
Fig.5 The distribution of wind speed at the air outlet (ceiling) inside controlled freezing point storage room

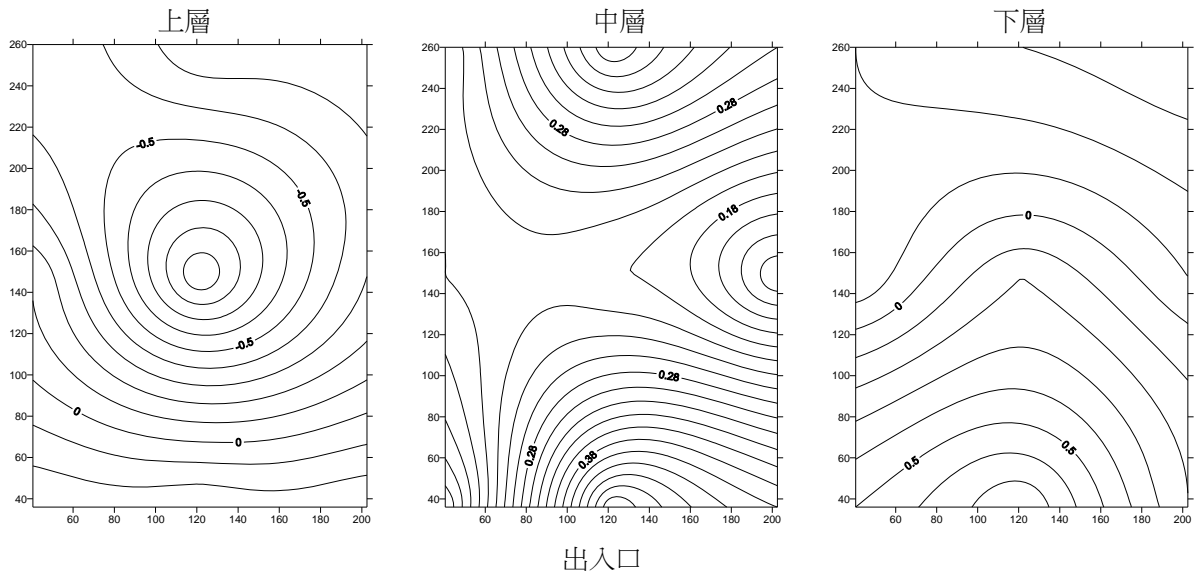


圖 6 冰溫庫青蔥儲存(243 cm×284 cm)之溫度分佈
Fig.6 The temperature distribution inside controlled freezing point storage room with scallion

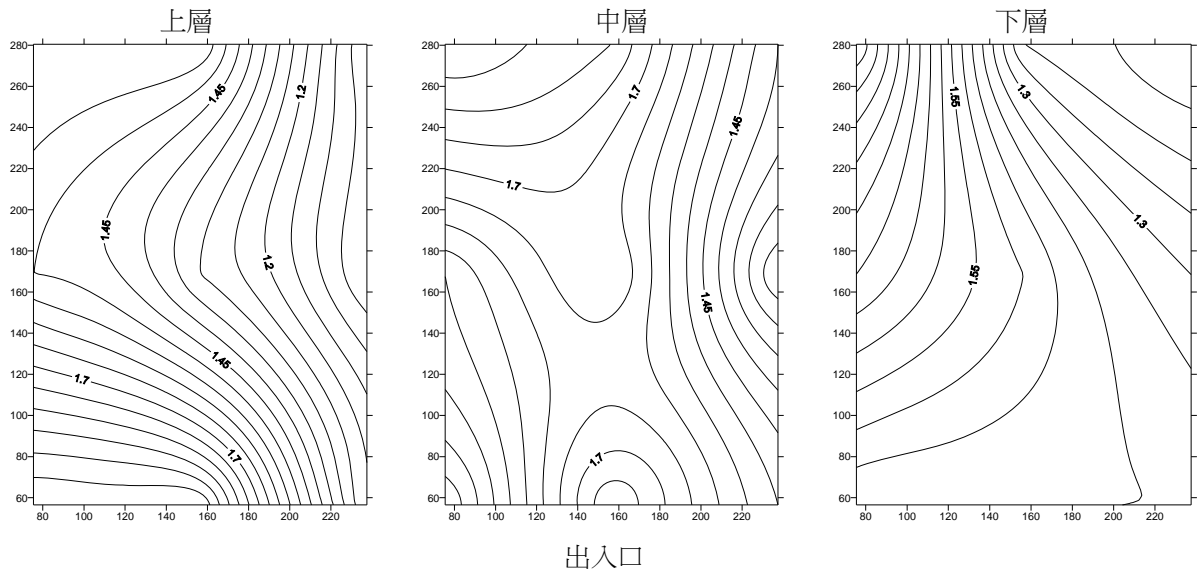


圖 7 傳統冷藏庫青蔥儲存(258cm×337cm)之溫度分佈

Fig.7 The temperature distribution inside traditional cold storage room with scallion

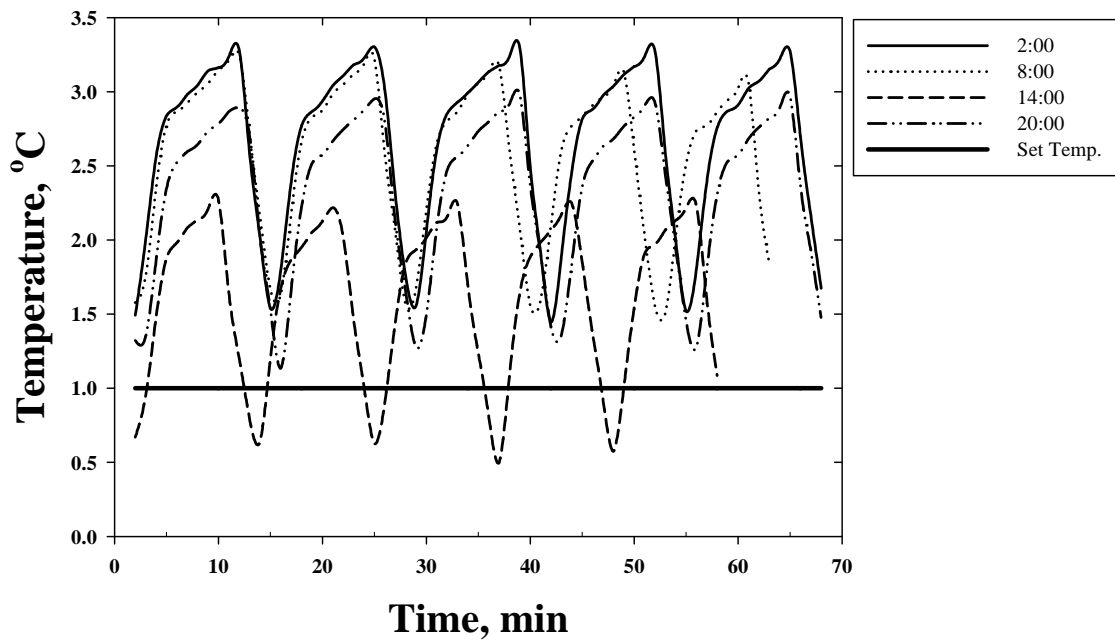


圖 8 傳統冷藏庫內青蔥儲存之不同時段平均溫度變化圖

Fig.8 The change of average temperature at various times inside traditional cold storage room with scallion

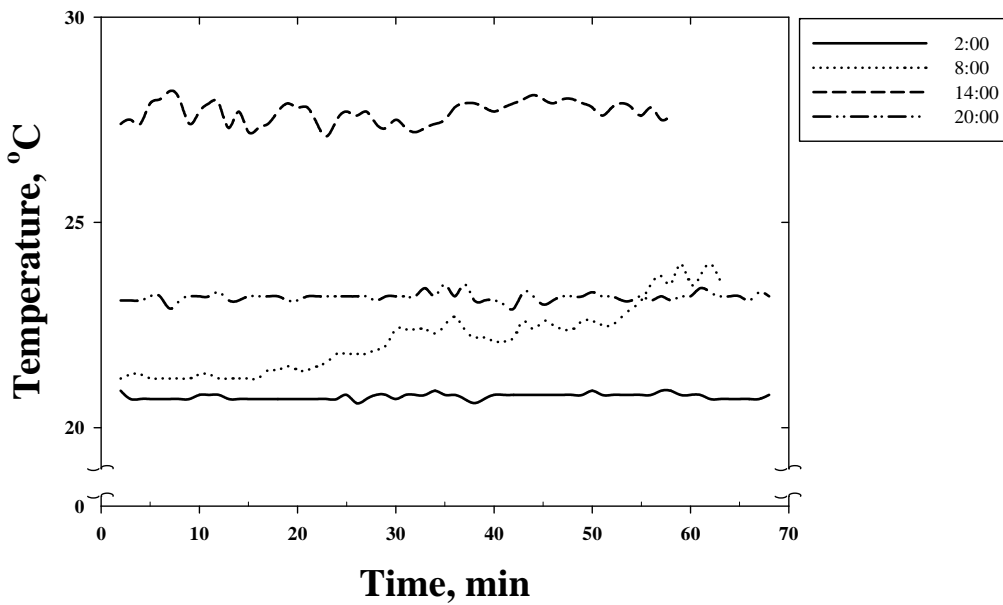


圖 9 傳統冷藏庫青蔥儲存之不同時段室外平均溫度變化圖

Fig.9 The outside temperature at various times for traditional cold storage room with

表 1 冰溫庫及傳統冷藏庫內部溫度分佈均勻度(標準差)之比較

Table 1 Comparison of the temperature distribution uniformity (standard deviation) between controlled freezing point storage and traditional cold storage rooms

位置	冰溫庫		傳統冷藏庫	
	空機運轉	青蔥儲存	空機運轉	青蔥儲存
上層	0.21°C	0.43°C	0.15 °C	0.21 °C
中層	0.15°C	0.14°C	0.10°C	0.12 °C
下層	0.29°C	0.39°C	0.12°C	0.16 °C
整體	0.24°C	0.37°C	0.15°C	0.17°C

表 2 傳統冷藏庫空機運轉在不同時段之平均溫度變化

Table 2 The change of average temperature at various times inside traditional cold storage room without scallion

時段	時間	外部平均溫度(°C)	內部平均溫度(°C)	頻率 (min ⁻¹)
一	2 : 00	19.90	2.31±0.71	0.11
二	8 : 00	21.60	2.20±0.69	0.12
三	14 : 00	28.56	1.21±0.64	0.13
四	20 : 00	23.97	1.91±0.67	0.12

表 3 傳統冷藏庫青蔥儲存在不同時段之平均溫度變化

Table 3 The change of average temperature at various times inside traditional cold storage room with scallion

時段	時間	外部平均溫度(°C)	內部平均溫度(°C)	頻率 (min ⁻¹)
一	2 : 00	20.76	2.67±0.56	0.07
二	8 : 00	22.15	2.56±0.55	0.08
三	14 : 00	27.67	1.62±0.54	0.09
四	20 : 00	23.18	2.34±0.55	0.07

四、不同時段對冰溫庫冷凍機組循環時間之影響

在冰溫庫空機運轉與青蔥儲存時進行溫度量測，觀察循環時間對冷藏庫之溫度變化。試驗結果顯示：冰溫庫內每一時段之溫度皆有週期性循環變化。表4為冰溫庫空機運轉時庫內與庫外之不同時段平均溫度變化，由於冰溫庫設置於室內，試驗顯示冰溫庫內部與外部平均溫度沒有太大變化，因此冰溫庫內與冰溫庫外溫度沒有因不同時段有所變化。

圖 10 為冰溫庫青蔥儲存之四個時段的溫度循環變化，由表 5 冰溫庫青蔥儲存之庫內與庫外平均溫度試驗顯示，冰溫庫外部平均溫度沒有因不同時段受到變化，而內部平均溫度因受到放置青蔥影響有所變化。

根據循環時段對冰溫庫內與冰溫庫外溫度變化之試驗結果顯示：循環時段對溫度沒有規律變化，故推算冰溫庫並非理想設計。

五、儲存過程中失重情形

失重即是水份流失情形，由圖 11 結果顯示冰溫庫的失重率比傳統冷藏庫高，儲存一個月後之冰溫庫失重率比冷藏庫多 4%。由於冰溫庫處於 0°C 以下狀態，水份流失速度會大幅提昇，而冰溫庫設計上之缺失，致使失重率提升。傳統冷藏庫儲存過程中，下層失重率比上層高 1.5% (如圖 12 所示)。因風向關係，氣流在上層無物品阻礙下順勢下沉，使得下層溫度低於上層，失重率也相對提升。冰溫庫儲存過程中，上層失重率比下層高 0.7% (如圖 13 所示)。因風向正對上層，在有阻礙物的情況下氣流難以流向向下層，使得上層溫度低於下層，失重率提升。

將傳統冷藏庫與冰溫庫儲藏一個月後之青蔥取出清洗，計算其仍具有商品化價值之比率(詳如表 6)。傳統冷藏庫上層商品率約 73.5%，比下層高約 2.2%。冰

溫庫下層商品率約 73.3%，比上層高約 2%。試驗結果顯示：青蔥有價值比率與風向所影響的失重結果一致，表示傳統冷藏庫與冰溫庫在風場流向設計上會影響青蔥價值比率。

六、浸水試驗失重情形

於傳統冷藏庫進行浸水試驗，將黑葉種與小旺種青蔥在未清洗情況下進行冷藏。黑葉種青蔥在沒有浸水試驗下，失重率比有浸水的青蔥高 10% (如圖 14 所示)。同樣的，小旺種青蔥在沒有浸水情況下，失重率比有浸水的青蔥高 2% (如圖 15 所示)。由實驗結果得知，青蔥進行冷藏試驗配合根部浸水的方式下，可有效抑制失重現象。

表 7 為傳統冷藏庫青蔥浸水與不浸水儲存一個月後仍具商品價值比率，可以得知黑葉種青蔥再有浸水的情況下有 73% 的商品價值率，比未浸水之黑葉種青蔥高 7%。而小旺種青蔥浸水與否皆沒有影響，其商品價值率為 72%。

表 4 冰溫庫空機運轉在不同時段之平均溫度變化

Table 4 The change of average temperature at various times inside controlled freezing point storage room without scallion

時段	時間	庫外平均溫度(°C)	庫內平均溫度(°C)	頻率 (min ⁻¹)
一	2:00	20.43	-0.26±0.25	0.13
二	8:00	20.33	-0.26±0.26	0.12
三	14:00	20.33	-0.48±0.47	0.08
四	20:00	20.28	-0.25±0.25	0.13

表 5 冰溫庫青蔥儲存在不同時段之平均溫度變化

Table 5 The change of average temperature at various times inside controlled freezing point storage room with scallion

時段	時間	外部平均溫度(°C)	內部平均溫度(°C)	頻率 (min ⁻¹)
一	2:00	19.87	0.19±0.12	0.15
二	8:00	19.76	-0.04±0.33	0.07
三	14:00	19.83	0.05±0.13	0.16
四	20:00	19.73	0.00±0.31	0.08

表 6 傳統冷藏庫及冰溫庫青蔥儲存一個月後仍具商品價值比率

Table 6 After one month storage, the ratio of scallion with product value for traditional cold storage and controlled freezing point storage rooms

品種	傳統冷藏庫		冰溫庫	
	上層	下層	上層	下層
黑葉種清洗	74%	72%	73%	79%
黑葉種未清洗	73%	71%	72%	72%
小旺種清洗	75%	73%	69%	71%
小旺種未清洗	72%	69%	71%	71%

表 7 傳統冷藏庫青蔥浸水與不浸水儲存一個月後仍具商品價值比率

Table 7 The ratio of scallion with product value for samples with/without soaking inside traditional cold storage room after one month storage.

品種	未浸水	浸水
黑葉種未清洗	66%	73%
小旺種未清洗	72%	72%

scallion

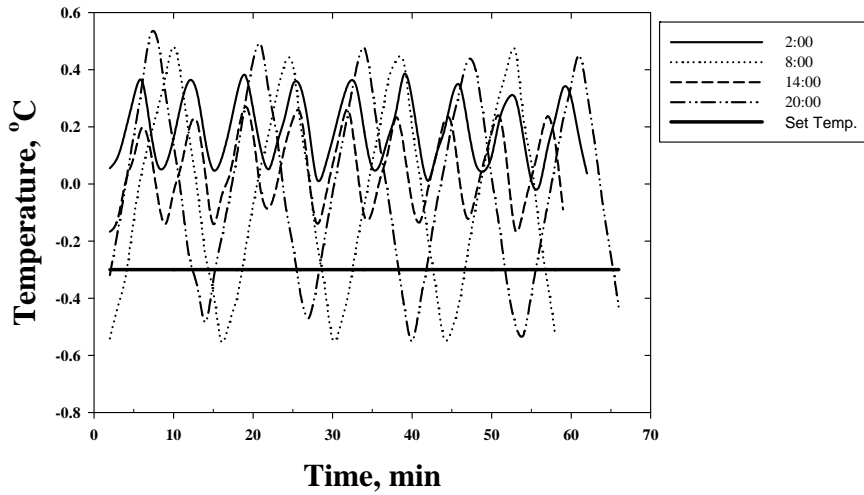


圖 10 冰溫庫內青蔥儲存之不同時段平均溫度變化圖

Fig.10 The change of average temperature at various times inside controlled freezing point traditional cold storage room with scallion

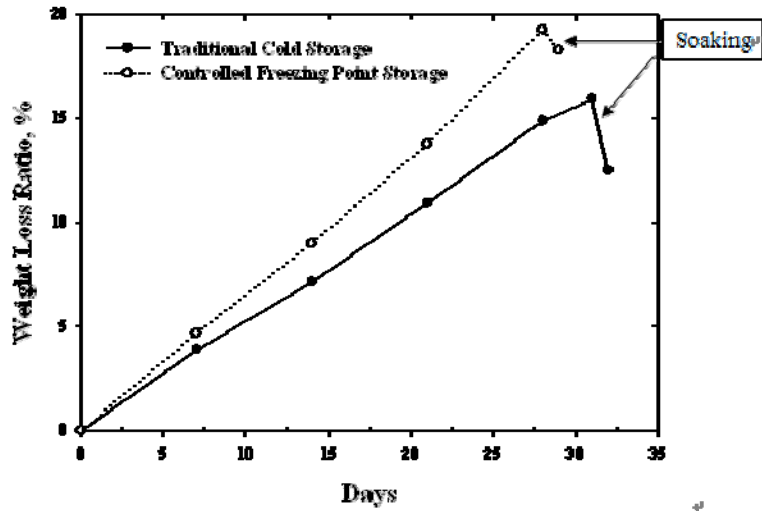


圖 11 傳統冷藏庫與冰溫庫青蔥儲存過程中失重情形比較

Fig.11 The weight loss of scallion between traditional cold storage and controlled freezing point storage

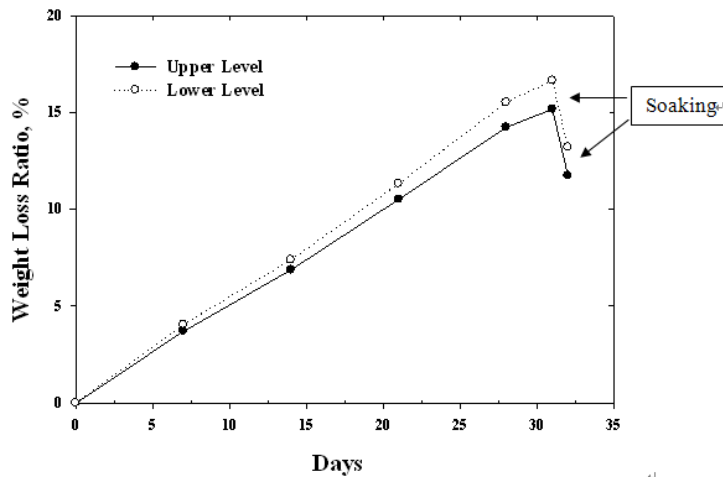


圖 12 傳統冷藏庫青蔥儲存過程中上下層失重比較

Fig.12 The weight loss of scallion at various levels inside the traditional cold storage room

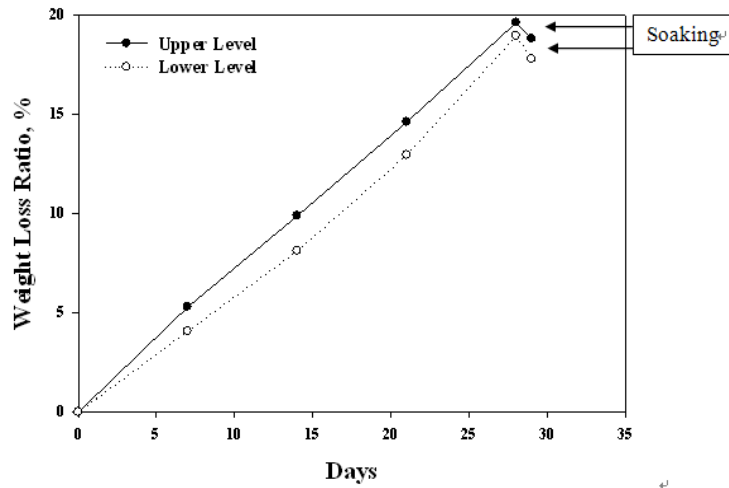


圖 13 冰溫庫青蔥儲存過程中上下層失重比較

Fig.13 The weight loss of scallion at various levels inside the controlled freezing point storage room

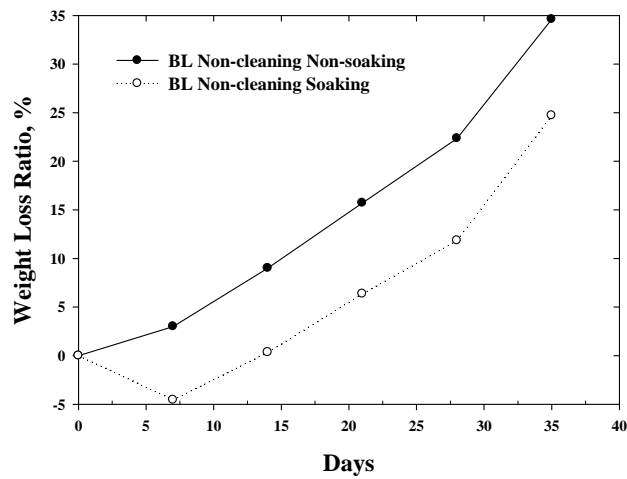


圖 14 未清洗黑葉種青蔥浸水與未浸水對失重之影響

Fig.14 The weight loss of non-cleaning BL scallion with/without soaking inside the traditional cold storage room

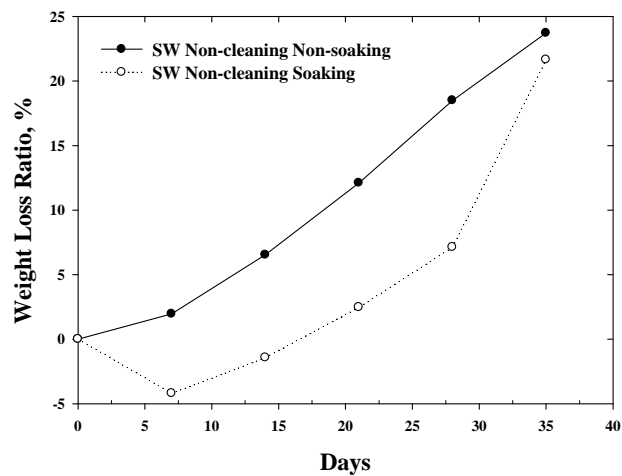


圖 15 未清洗小旺種青蔥浸水與未浸水對失重之影響

Fig.15 The weight loss of non-cleaning SW scallion with/without soaking inside the traditional cold storage room

結 論

使用冰溫庫之冰溫技術進行青蔥儲存，以延長青蔥儲藏時間，並與傳統冷藏庫進行庫內平均溫度分佈與儲藏過程中失重情形試驗比較，以探討冰溫儲存技術應用於青蔥儲存之可行性。冰溫庫出風口設計不良，導致冰溫庫內部風場不均勻，建議於出風口增加導流裝置及增加濾網厚度，以增加通風阻力及風壓達到風速均勻效果；而傳統冷藏庫之溫度平均分佈比冰溫庫佳，且水份散失程度低。傳統冷藏庫配合根部浸水方式進行冷藏，可有效延長青蔥儲藏時間，並減緩失重現象，且其商品化價值較高。

比較冰溫庫及傳統冷藏庫之溫度分佈均勻度、青蔥失重、青蔥浸水與否、青蔥上下層擺放位置與青蔥品種試驗比較，結果顯示：空機運轉下傳統冷藏庫的溫度分佈之均勻度優於冰溫庫。青蔥儲存後風場流向明顯改變，傳統冷藏庫的溫度分佈均勻度仍優於冰溫庫。在失重方面：冰溫庫大於傳統冷藏庫，傳統冷藏庫黑葉種大於小旺種，冰溫庫則是小旺種大於黑葉種；傳統冷藏庫下層大於上層，冰溫庫則是上層大於下層，清洗與否無顯著影響。傳統冷藏庫浸水試驗方面：未清洗之黑葉種及小旺種青蔥在沒有浸水情況下，失重率比有浸水的青蔥高。

致 謝

本次研究承蒙行政院農委會農糧署之研究經費支持(計畫名稱：提升運銷加工技術人才計畫、三星蔥儲運技術及加工產品開發)；宜蘭縣三星鄉黃聖文先生提供傳統組合式冷藏庫；新北市五股區台灣冰溫生科有限公司提供冰溫庫；花蓮區農業改良場楊素絲小姐提供三星蔥相關資訊；感謝林佳穎助理協助試驗研究，謹此致謝。

參考文獻

- 山根昭美。1974。果實の低溫貯藏食品。食品工業 20：46-51。
- 山根昭美。1997。冰溫貯藏の科學。東京社団法人農山漁村文化協會。東京。
- 尹淑濤，薛文通，張惠。2008。冰溫技術及其在食品保鮮中的應用。農產品加工學刊(7)：138-140。

- 行政院農業委員會農糧署。2008。農情報告資源網。
<http://www.coa.gov.tw/view.php?catid=207>。
- 行政院農業委員會農糧署。2008。農產品交易行情。
<http://amis.afa.gov.tw/v-asp/top-v.asp>。
- 行政院農業委員會農糧署。2008。農產品價格查詢系統。
- 李建雄，謝晶。2008。冰溫結合氣調及保鮮劑術在肉製品保鮮中的應用。湖北農業科學 47(10)：1212-1215。
- 張輝玲，劉明津，張昭其。2006。果蔬採後冰溫貯藏技術研究進展。熱帶作物學報 27(1)：101-105。
- 梁琮，萬金慶，成軒，謝晶。2010。日本水產品冰溫技術研究概況。水產科技情報 37(5)：246-253。
- 陳如茵，錢明賽。1993。台灣蔬菜的儲存。P.53。食品工業發展研究所出版。新竹。
- 楊宏瑛。2000。青蔥採收後保鮮技術。花蓮區農業專訊 31:6-8。
- 楊宏瑛。2006。蔥。台灣農家要覽：農作篇(二)，貳。蔬菜，肆。蔥類(蔥)，黃美華主編。增修訂三版。345-348。行政院農業委員會。台北。
- 鐘忠勇。1993。冷凍食品之原理與加工。P.74。食品工業發展研究所。新竹。
- Lanfang H, Levine and Paul W. Pare. 2009. Antioxidant capacity reduced in scallions grown under elevated CO2 independent of assayed light intensity. Advances in Space Research 44 (2009) 887 - 894.
<http://apis.afa.gov.tw:8000/agrPR-net/main.jsp?Status=2>

101年 3月 5日投稿

101年 7月 7日接受