

青蔥低溫低濕乾燥之研究

林佳穎 李紘宥 吳柏青*

國立宜蘭大學生物機電工程學系

摘要

青蔥是國人料理中不可或缺的重要食材，然而其栽種易受天候災變影響，造成供貨不穩、價格波動不定。因此利用乾燥加工方式處理，以穩定供應並維持青蔥價格。由於冷凍乾燥作業成本較高，本實驗採用低溫低濕乾燥技術，分別以 25°C、35°C、45°C 低溫低濕空氣進行乾燥試驗。實驗採用宜蘭縣三星地區生產之小蔥種青蔥，針對低溫低濕乾燥青蔥樣品之含水率、顏色及復水性質進行檢測，並與熱風乾燥及冷凍乾燥青蔥樣品進行比較，以瞭解其產品品質。結果顯示 25°C 低溫低濕乾燥之時間最長，且不同的乾燥方法對蔥白之白度及蔥綠之 Hunter - a 值有顯著的影響。將不同乾燥法處理後之乾燥產品及復水後之青蔥與生鮮青蔥產品進行比較 a 值及白度，結果顯示以 35°C 低溫低濕乾燥為最接近生鮮青蔥品質之最佳條件。此外，低溫低濕乾燥機內部風場及溫度分佈不均勻，造成各層的含水率不均勻，建議針對機體內部風場及溫度分佈進一步改善。計算不同乾燥方式之乾燥成本 (元 / kg)，結果顯示冷凍乾燥、50°C 熱風乾燥、25°C 低溫低濕乾燥、35°C 低溫低濕乾燥及 45°C 低溫低濕乾燥之乾燥成本分別為 2675.66 元 / kg、55.14 元 / kg、141.20 元 / kg、164.10 元 / kg 及 113.54 元 / kg。冷凍乾燥雖然有最佳品質，但其成本過高，不符合經濟效益，而若欲達到兼顧品質 (顏色接近生鮮青蔥) 與成本 (低成本高效率) 之最佳狀態，則以 35°C 低溫低濕乾燥為乾燥條件最佳。

關鍵詞：青蔥、低溫低濕乾燥、復水

Study of Low Temperature Low Humidity Drying for Scallion

Chia-Ying Lin Hung-Yu Lee Po-Ching Wu*

Department of Bio-Mechatronics Engineering, National Ilan University

Abstract

The scallion is an important food material for people cooking in Taiwan, nevertheless the weather conditions will affect the scallion growing. This will cause the supply of scallion and the stability of prices. In order to stabilize the scallion supply and price, drying processes were used. This study was to study the low temperature low humidity drying technique, low temperature (25°C、35°C、45°C) low humidity air were used for drying experiments. The Xiao-Han variety scallion samples which grown in the Ilan county Sunshin area were used in the drying experiment. Comparing with the hot air and freeze dried samples, the moisture content, color and rehydration character of low

temperature low humidity dried scallion samples were determined to evaluate the quality of dried products. The experiment results indicated that 25°C - LTLR (low temperature low humidity drying) took the longest drying time. The drying methods significantly affect the whiteness index of white leaf portion and the Hunter-a value of green leaf portion. The whiteness index and Hunter - a value of rehydrated samples were compared with the fresh scallion sample. The experiment results indicated that the sample dried with 35°C - LTLR had the best quality comparing with the fresh scallion sample. Besides, the wind field and temperature distribution inside the LTLR dryer were quite uneven, and these would cause uneven moisture content at each layers. Therefore, the internal wind field and temperature distribution should be improved in the further study. The drying costs for various drying methods were evaluated. The drying cost for freeze drying, 50°C - hot air drying, 35°C - LTLR, 45°C - LTLR, and 25°C - LTLR were 1,376.4 NTD/kg, 55.1 NTD/kg, 35.2 NTD/kg, 33.5 NTD/kg, and 28.0 NTD/kg, respectively. Although the freeze dried samples had the best quality, its drying was too high to use. Considering both the drying quality and cost, 35°C - LTLR was the optimal condition to used.

Key words : Scallion, Low temperature low humidity drying, Rehydration.

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

前言

青蔥是台灣重要的香辛蔬菜，也是許多烹飪中不可或缺的調味用材料，料理中的炒、煮、蒸、炸、燻、滷，樣樣少不了青蔥，可見其對國人的飲食非常重要（行政院農業發展委員會，2006）。

青蔥學名為 *Allium fistulosum* L.，英名 Scallion; Welsh onion; Spring onion; Green onion; Bunching onion（行政院農業委員會，2009），別名大蔥、葉蔥、青蔥、胡蔥、和事蔥、水晶蔥（楊，2005）。栽培面積以雲林縣最多，其次為彰化縣、宜蘭縣、高雄縣，其餘各縣分佈較為平均，顯示蔥之適應性較廣（行政院農業委員會農糧署，2008）。台灣栽培的蔥大致分為兩大品系：葉蔥及大蔥。品系之下再細分品種：北蔥、四季蔥及大蔥（楊，2005）。

在臺灣頗具盛名的青蔥為宜蘭三星蔥。分為以下品種：大蔥種、小蔥種、黑葉種，在宜蘭三星鄉雨水充沛，在溼度、氣候、環境三個條件下造就三星蔥的品質優良，其特徵是蔥白長、葉肉厚、纖維柔嫩，富含多種營養，較適合大眾口味（楊，2007），為宜蘭縣最重要也最具經濟價值的蔬菜作物，主要栽培地區在三星鄉、壯圍鄉、宜蘭市及員山鄉等鄉鎮。

惟因青蔥性喜冷涼氣候，夏季栽培不易，再加上近年來颱風、豪雨等天然災害頻繁，致使供貨量不穩定、價格波動不已，影響民生問題甚鉅，備受各界關注（行政院農業發展委員會，2006）。

為保障蔥農收益及維持青蔥價格穩定，利用乾燥方式保存青蔥的鮮美，可有效長期存放青蔥，因此在青蔥低價時收購並將青蔥加工乾燥保存起來，夏季青蔥價位高漲時可釋出提供加工業者使用。目

前已知的乾燥方式有冷凍乾燥、熱風乾燥。冷凍乾燥雖然可以保持青蔥的完整度，但是成本過於昂貴；熱風乾燥後的品質、香氣、顏色不佳。

因高溫乾燥容易造成樣品養分流失以及外觀不佳，而冷凍乾燥成本較高，故本實驗擬採用低溫低濕乾燥技術，其原理是利用加熱至固定溫度的空氣流經樣品，因空氣濕度較樣品濕度低，故樣品中水分吸收擴散至空氣中，濕度高的空氣再經由除濕器（冷凝器）除濕，除濕器吸熱帶走空氣中蒸發潛熱，使得空氣中水分於冷凝器凝結，此時，空氣中的濕度降低，再由壓縮機壓縮空氣使其壓力增加，動力產生，如此循環下來以達到青蔥乾燥功能。降低青蔥乾燥作業成本，而能維持青蔥乾燥產品品質，並以冷凍乾燥、熱風乾燥之青蔥作為比較。若能以低溫低濕乾燥技術將青蔥加工做為乾燥產品，使青蔥加工產品更具多樣性，降低青蔥價格波動，以增加蔥農之收益。

試驗材料與方法

一、試驗材料

於九十八年五月由宜蘭縣三星地區農會提供三批小蔥種青蔥各 130 公斤，含水率分別為 91.13%、91.40%、91.38%，以塑膠籃盛裝供試驗用。

試驗採用全株三星青蔥，清洗後去除蔥根，以切菜機（勝全食品機械，SC-207）將其切為蔥花，其長度約為 6-8 mm。

二、青蔥低溫低濕乾燥試驗

本試驗使用低溫低濕乾燥機（主典興業股份有限公司，YK-111-3）其內部結構具有加熱器、除濕器、壓縮機、風扇以及三部臺車，每車具 15 層，外

部可調節所需乾燥溫度及溼度，其構造詳見圖 1。低溫低濕乾燥的溫度設定分別為 25°C、35°C、45°C。

試驗以每層 3 公斤蔥花進行乾燥，在乾燥過程中，每隔三到六小時，在第 3、8、13 層中央位置取約 20g 青蔥測量各時段的青蔥含水率，並記錄下來，作為不同乾燥溫度下青蔥乾燥程度的比較。

以熱線式風速計 (VelociCalc, model 8345) 量測加熱器出風口、三臺車各層及除濕器入風口之風速。

將熱電偶線配置於低溫低濕乾燥箱內十四個量測點，溫度量測位置詳如圖 2，第 1-9 量測點使用熱電偶偵測低溫低濕乾燥箱內部溫度，第 10-13 量測點使用乾濕球溫度計了解空氣相對濕度變化，利用熱電偶線 (JIS T-type, 溫度範圍 -160°C to 400°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，採用資料記錄器 (Graphtec, Midi Logger, GL800)，此記錄器能讀溫度、濕度與電壓，並以大型格式化 LCD 顯示，能容易地設定和擷取數據以監測信號波形。

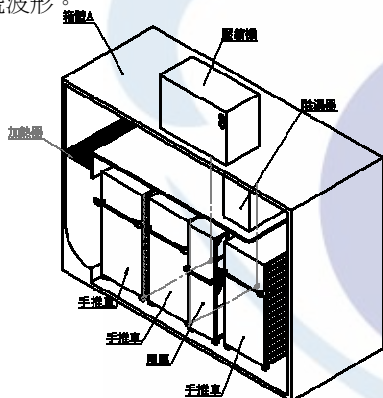


圖 1 低溫低濕乾燥機剖面結構

Fig. 1 Profile of low temperature low humidity dryer.

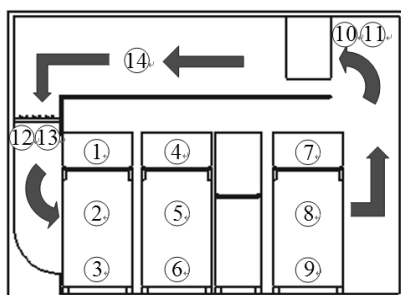


圖 2 低溫低濕乾燥機內部風向及電熱偶線配置圖

Fig. 2 Hot air flow and the positions of thermal couple inside the low temperature low humidity dryer.

三、青蔥熱風乾燥處理

使用熱風乾燥機 (介好牌, model 580) 將已切成蔥花的青蔥取 14.55 kg 作熱風乾燥處理，實驗材料放入熱風乾燥機內以 50°C 熱風持續烘乾 12 小時，即可取出 (吳, 2000)。

四、青蔥冷凍乾燥處理

使用冷凍乾燥機 (KINGMECH, FD-20L-6S) 把已切成蔥花的青蔥取 5 kg 作冷凍乾燥處理，將實驗材料放入以預冷至 -20°C 的冷凍乾燥機內冷凝 10 分鐘後抽真空，此時溫度達到 -60°C，當冷凍乾燥機內的大氣壓力處於 1 mmHg 以下時，冰即昇華，將冰在昇華時所需要的熱能供給給實驗材料，可促進昇華速度，進而得到乾燥實驗材料，而後持續加熱 16 小時以上，直到溫度達到 34°C - 36°C 左右便可取出乾燥成品 (吳, 2000)。

五、含水率測定 (李和賴, 1992)

在乾燥過程中，每隔三到六小時取樣，量測其含水率變化，青蔥樣品含水率 (濕基, Wet Basis) 之標準測定方法是取 5 g 之樣品，以真空烘箱 (70 ± 1°C、< 100 mmHg) 乾燥 24 小時至恆重。試驗為三重覆，取平均值為其含水率 (吳, 2000)。

六、顏色測定 (吳, 2000)

乾燥後之青蔥以人工肉眼辨識蔥綠及蔥白分類，顏色不明則不採用，蔥綠蔥白各取十公克分別以高速粉粹機 (榮聰精密科技有限公司, RT-12) 處理一分鐘將其製成蔥粉，採用色差計 (NIPPON DENSHOKU, Color Meter Model ZE-2000) 進行青蔥 (蔥花及蔥粉) 顏色之測定，將樣品以樣品皿盛裝至八分滿，放置於偵側槽，以 C/2 之光源反射 (Reflectance) 量測 Hunter L、a、b 值，並以標準白板 (X = 92.18; Y = 94.14; Z = 110.52) 校正。L 值表示明亮度，a 值為正值時表示偏紅色，為負值時表示偏綠色；b 值為正值時表示偏黃色，為負值時表示偏藍色。此外，依據樣品之 Hunter L、a 及 b 值計算白度 (Whiteness, WI) (Hutchings, 1994)。試驗為六重覆，取 a 值及白度之平均值分別代表蔥綠及蔥白之顏色。

$$WI = 100 - \sqrt{(100 - L)^2 + a^2 + b^2} \quad (1)$$

七、青蔥復水試驗

將青蔥蔥花 2g 置入裝有 198g 水之錐形瓶中，密封瓶口，進行青蔥之復水試驗，採用振盪水浴槽 (FIRSTEK SCIENTIFIC, B603D) 以水溫 (常溫) 27°C，頻率 60 Hz 進行 15 分鐘振盪，計算青蔥樣品之復水比 (Rehydration Ratio, RR) 及回復係數

(Coefficient of Recovery, CR) (食品工業發展研究所, 1989), 並將振盪完之樣品進行色差計及含水率測定。

$$RR = \frac{W_f}{W_o} \quad (2)$$

W_f : 復水滴乾後重量 (g)

W_o : 乾燥樣品重量 (g)

$$CR = \frac{X + 1}{X_o + 1} \quad (3)$$

X : 復水樣品乾基含水率 (%)

X_o : 原料乾基含水率 (%)

八、統計方法

使用 Microsoft Excel 內統計程式—ANOVA 分析, 針對不同乾燥方式對於蔥綠之 a 值、蔥白之白度是否顯著影響。

九、成本計算

乾燥過程中, 紀錄儀器之功率及作業時間, 以式 3、式 4 計算耗電量及電費, 電費單價依一般費率 3.97 元 / 度計算。

$$\text{耗電量(度)} = \frac{\text{功率(kw)} \times \text{作業時間(hr)}}{1 \text{ (kw / hr)}} \quad (4)$$

$$\text{電費(元)} = \text{耗電量(度)} \times 3.97 \text{ (元 / 度)} \quad (5)$$

設備成本則以式 6、式 7 計算設備折舊費及維護費, 設備使用年限為 10 年, 年使用次數為 240 次。

$$\text{設備折舊費(元)} = \frac{\text{購置成本(元)} / \text{使用年限(年)}}{\text{年使用次數(次)}} \quad (6)$$

$$\text{維護費} 5\% = \frac{\text{購置成本} \times 0.05}{\text{年使用次數(次)}} \quad (7)$$

結果與討論

一、低溫低濕乾燥機內部風速分析

使用低溫低濕乾燥機, 其內部風速受到出風口位置以及臺車位置不同, 風速也有所差異, 圖 3 為三臺臺車十五層層板的風速分布情形, 圖 4 為臺車十五層層板以五層為單位, 分為上層(第一至五層)、中層(第六至十層)、下層(第十一至十五層)的平均風速分布情形。

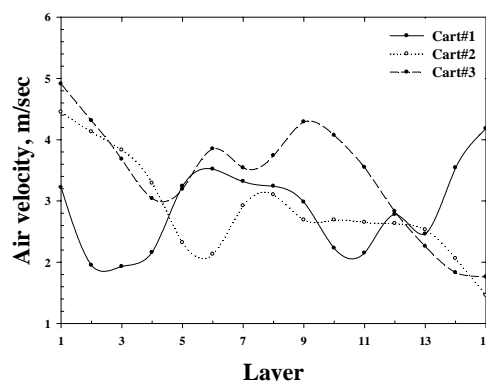


圖 3 三臺車各層風速比較。

Fig. 3 Comparison of air flow velocity at each layer for three carts.

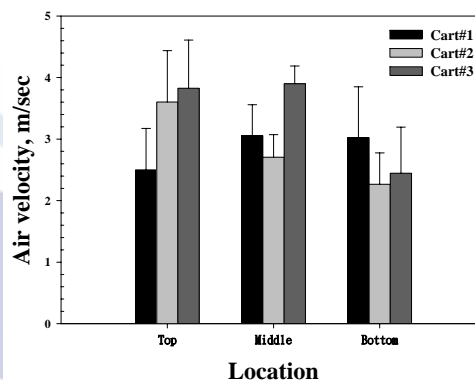


圖 4 三臺車各位置風速比較。

Fig. 4 Comparison of air flow velocity at various positions for three carts.

二、低溫低濕乾燥過程中含水率分析

在低溫低濕乾燥過程中, 每隔三到六小時取樣, 量測其含水率變化, 臺車一含水率減少的速率較臺車二及臺車三快。若以臺車層板而言, 如圖 5 所見, 臺車上層含水率減少的速率大於中層, 下層效率最差。

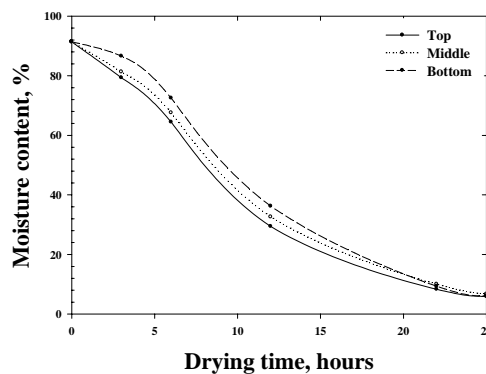


圖 5 上中下層的含水率比較。

Fig. 5 Change of moisture contents at various location (top, middle, bottom).

三、低溫低濕乾燥機內部風速與含水率關係分析

以統計方法計算風速與含水率之相關係數，結果顯示其相關性並不如預期的負相關，而是呈現低度相關，表示其風速並不影響含水率，而低溫低濕乾燥機內部的風場分布並不均勻，仍有待改進。

四、低溫低濕乾燥機內部溫度分析

低溫低濕乾燥機內部溫度主要以加熱器入風口、除濕器出風口的乾濕球溫度及除濕器與加熱器間的風管之溫度作為依據，如圖 6 所示。溫度會因感測器感測溫度，未達所需的溫度時，加熱器會啟動加熱系統，當達到所需溫度時，加熱器停止加熱，但實際上溫度卻無法立即停止上升，導致低溫低濕乾燥機內部溫度分布不均的情形。

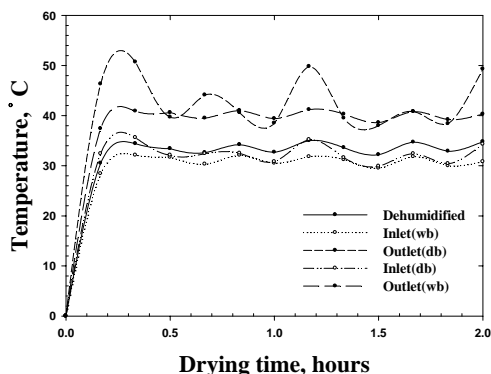


圖 6 低溫低濕乾燥機內部溫度分布圖 (乾球, db; 濕球, wb)

Fig. 6 The temperature distribution inside the low temperature low humidity dryer. (dry bulb, db; wet bulb, wb)

五、不同乾燥方式對乾燥速率之影響

根據試驗結果顯示生鮮青蔥含水率約在 91~92% 之間，以期能達到含水率 10% 所需時間來比較 25°C 低溫低濕乾燥 > 35°C 低溫低濕乾燥 > 50°C 熱風乾燥 > 45°C 低溫低濕乾燥。如圖 7 所示。

六、不同乾燥方式對顏色變化之影響

不同乾燥方式對青蔥蔥白之白度 (Whiteness) 及蔥綠之 a 值的影響，使用 ANOVA 分析，顯示不同的乾燥方法對白蔥花與白蔥粉的白度有顯著的影響，對綠蔥花與綠蔥粉的 a 值亦有顯著的影響。圖 8、圖 9 顯示冷凍乾燥蔥白之白度與蔥綠之 a 值明顯接近生鮮青蔥蔥白之白度與蔥綠之 a 值，而在低溫低濕乾燥部分以 35°C 蔥白之白度與蔥綠之 a 值較接近生鮮青蔥蔥白之白度與蔥綠之 a 值，略勝熱風乾燥。而蔥粉均勻度較蔥花大。

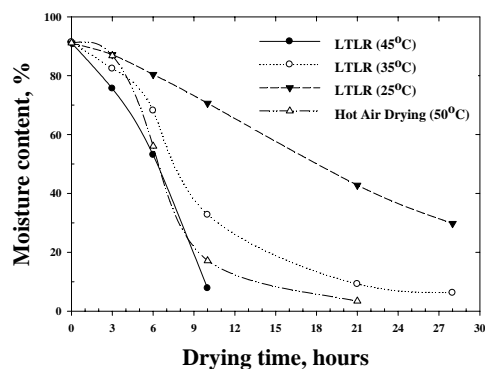


圖 7 不同乾燥方法對乾燥速率之影響

Fig. 7 The effect of drying methods on the drying rate.

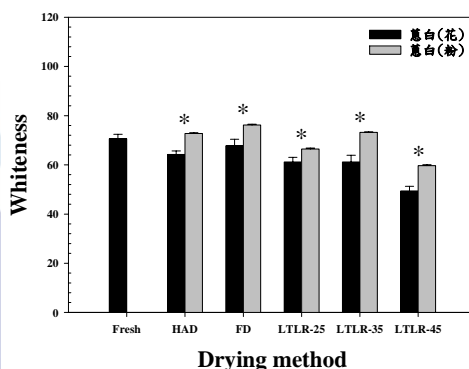


圖 8 不同乾燥方法蔥白之蔥花及蔥粉白度比較 (熱風乾燥, HAD; 冷凍乾燥, FD)

Fig. 8 Comparison of the whiteness for chopped scallion and scallion powder with various drying methods. (Hot air drying, HAD; freezing drying, FD) (Fresh, n=3; HAD, n=3; FD, n=3; LTLR-25, n=3; LTLR-35, n=3; LTLR-45, n=3; p<0.05, ANOVA)

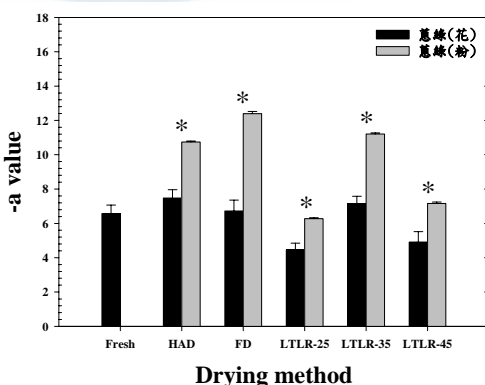


圖 9 不同乾燥方法蔥綠之蔥花及蔥粉 a 值比較

Fig. 9 Comparison of Hunter-a value for chopped scallion and scallion powder with various drying methods. (Fresh, n=3; HAD, n=3; FD, n=3; LTLR-25, n=3; LTLR-35, n=3; LTLR-45, n=3; p<0.05, ANOVA)

七、不同乾燥方式對復水性質之影響

顯示結果如表 1，蔥綠部分之復水比以及回復係數以冷凍乾燥為最佳，依 50℃ 熱風乾燥、35℃ 低溫低濕乾燥、45℃ 低溫低濕乾燥、25℃ 低溫低濕乾燥遞減；蔥白部分之復水比以及回復係數以冷凍乾燥為最佳，依 45℃ 低溫低濕乾燥、50℃ 熱風乾燥、35℃ 低溫低濕乾燥、25℃ 低溫低濕乾燥遞減。不同乾燥方式復水後對青蔥蔥白之白度及蔥綠之 a 值的影響，使用 ANOVA 分析，顯示不同的乾燥方法復水後對白蔥花與白蔥粉的白度有顯著的影響，對蔥綠花與蔥綠粉的 a 值亦有顯著的影響。圖 10 及圖 11 顯示復水後以 35℃ 低溫低濕乾燥蔥白之白度與蔥綠之 a 值為最佳。

表 1 不同乾燥方式對青蔥蔥綠與蔥白之復水比回復係數之比較

Table 1 Comparison of the rehydration ratio and coefficient of recovery for scallion samples with various drying method

Sample	green		white	
	RR	CR	RR	CR
Hot Air Drying	9.96	0.87	6.22	0.51
Freeze Drying	13.20	1.19	8.89	0.77
LTLR(25℃)	6.79	0.57	3.80	0.27
LTLR(35℃)	8.75	0.73	5.06	0.38
LTLR(45℃)	8.57	0.74	7.79	0.66

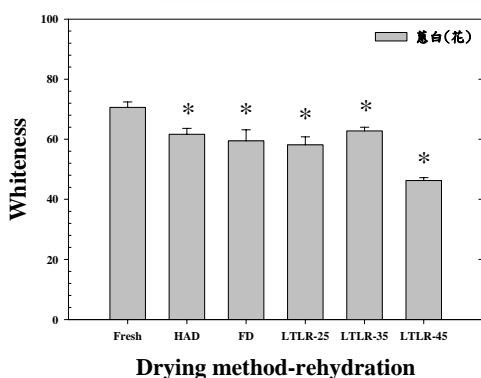


圖 10 不同乾燥方法復水後對蔥白之蔥花白度比較

Fig. 10 Comparison of whiteness for rehydrated chopped scallion samples with various drying methods. (Fresh, n=3; HAD, n=3; FD, n=3; LTLR-25, n=3; LTLR-35, n=3; LTLR-45, n=3; p<0.05, ANOVA)

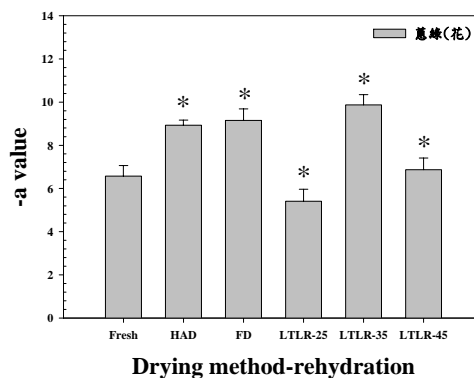


圖 11 不同乾燥方法復水後對蔥綠之蔥花 a 值比較。

Fig. 11 Comparison of Hunter-a value of rehydrated chopped scallion samples with various drying methods. (Fresh, n=3; HAD, n=3; FD, n=3; LTLR-25, n=3; LTLR-35, n=3; LTLR-45, n=3; p<0.05, ANOVA)

表 2 不同乾燥方式之青蔥乾燥成本之比較

Table 2 Comparison of the drying cost for scallion samples with various drying method

	LTLR-25	LTLR-35	LTLR-45	HD	FD
平均乾製物重量(kg)	15.08	11.85	12.25	1.34	0.44
功率(kw)	15.50	15.50	15.50	1.00	7.00
作業時間(hr)	28.00	25.00	16.00	12.00	21.00
耗電量(度)	434.00	387.50	248.00	12.00	147.00
費用(元)	1722.98	1538.38	984.56	47.64	583.59
設備折舊費(元)	270.83	270.83	270.83	17.50	395.80
維護 5%(元)	135.42	135.42	135.42	8.75	197.90
總和(元)	2129.23	1944.63	1390.81	73.89	1177.29
每公斤乾燥成本(元)	141.20	164.10	113.54	55.14	2675.66
每公克成本(元)	0.141	0.164	0.114	0.055	2.676

八、不同乾燥方式乾燥成本比較

以不同乾燥方式其功率、作業時間、耗電量、設備折舊費及維護費計算不同乾燥方式每公斤之乾燥成本(元)，結果顯示冷凍乾燥、50℃ 熱風乾燥、25℃ 低溫低濕乾燥、35℃ 低溫低濕乾燥及 45℃ 低溫低濕乾燥之乾燥成本分別為 2675.66 元/kg、55.14 元/kg、141.20 元/kg、164.10 元/kg 及 113.54 元/kg。冷凍乾燥雖然有最佳品質，但其成本過高，不符合經濟效益，而若欲達到品質與成本最佳狀態，則以 35℃ 低溫低濕乾燥為乾燥條件最佳。

結 論

使用 25℃、35℃、45℃ 之低溫低濕乾燥技術進行青蔥乾燥，以降低作業成本，並針對乾燥青蔥樣

品之含水率、顏色及復水性質進行檢測，並與熱風乾燥及冷凍乾燥青蔥樣品進行比較，以了解其穩定性。

99年 4月26日投稿
99年12月 5日接受

比較達到含水率 10%所需時間 (即乾燥速率)，結果顯示 25℃ 低溫低濕乾燥所需時間最長，並以 35℃ 低溫低濕乾燥、50℃ 熱風乾燥、45℃ 低溫低濕乾燥依序遞減；且不同的乾燥方法之乾燥樣品與復水後樣品對蔥白之白度及蔥綠之 Hunter-a 值皆有顯著的影響，進而比較生鮮青蔥與不同乾燥法處理後及復水後之青蔥 a 值、白度；並計算不同乾燥方式每公斤之乾燥成本 (元)，綜合以上結果顯示雖然 35℃ 低溫低濕乾燥樣品品質略低於冷凍乾燥樣品，但優於傳統熱風乾燥法，且其成本與熱風乾燥差異不大，因此就品質、成本各方面考量，以 35℃ 低溫低濕乾燥為最佳乾燥條件。而低溫低濕乾燥機內部風場及溫度分佈不均勻，造成各層的含水率不均勻，仍有待進一步改善。

致 謝

本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)；宜蘭縣三星鄉三星地區農會提供低溫低濕乾燥機及小葱種青蔥材料，特此致謝。

參考文獻

- 行政院農業發展委員會。2006。青蔥產業發展研討會專刊。花蓮區農業改良場。
- 行政院農業委員會。2009。青蔥主題網。
<http://kminter.coa.gov.tw/subject/mp.asp?mp=273>
- 行政院農業委員會農糧署。2008。農情報告資源網。
http://agr.afa.gov.tw/afa/afa_frame.jsp
- 李秀、賴滋漢。1992。食品分析與檢驗。P.157。精華出版社，台中。
- 吳柏青。2000。復水金針加工條件對產品品質之影響。農業機械學刊，第 9 卷第 1 期：45-58。
- 食品工業發展研究所。1989。GMP 食品工廠認證制度規章彙編。P.78。經濟部食品 GMP 推行會報。
- 楊宏瑛。2005。蔥。台灣農家要覽，農作篇二，PP.345-348。行政院農業委員會。台北。
- 楊素絲。2007。宜蘭縣三星鄉農業經營專區推廣手冊-青蔥專業栽培管理作業。P.1。三星地區農會，宜蘭。
- Hutching, J.B., 1994. Food Colour and Appearance. P.270. Chapman & Hall Inc. New York, USA.