

## 殺菁與乾燥對雪耳品質之影響

陳柏翰 顏威揚 何純誼 陳淑德\*

國立宜蘭大學 食品科學系

### 摘要

雪耳為一種的白色木耳菇蕈，其中的多醣成分具有許多的生理活性，例如：抗氧化、抗腫瘤、提高免疫力、降血糖等。由於新鮮雪耳之含水率及多酚氧化酵素含量高，儲藏期只有兩週，故需加工處理以延長儲藏期限。本研究之目的為(1)探討不同的前處理方法(沸水殺菁、微波殺菁、蒸氣殺菁、浸漬 1%亞硫酸氫鈉溶液)對雪耳的多酚氧化酶活性和品質的影響，(2)研究微波真空乾燥和熱風乾燥對雪耳乾燥速率和產品品質之影響。結果顯示，四種前處理皆能降低雪耳多酚氧化酵素之活性，但微波殺菁處理雪耳的外觀顏色不佳，亞硫酸氫鈉溶液浸泡處理雪耳的質地軟爛，而以蒸氣殺菁的雪耳和新鮮的雪耳顏色較相似。雪耳經微波真空乾燥可大幅縮短熱風乾燥的時間，且二者的顏色相似。乾燥雪耳之復水率達 11 以上。若考慮乾燥時間和復水雪耳之品質(復水率、剪切力、顏色)，建議使用蒸氣殺菁前處理 1 min 並配合微波真空乾燥 120 min 為乾燥雪耳之最佳製程。

**關鍵詞：**雪耳、多醣、殺菁、微波、乾燥

\*通訊作者。E-mail:sdchen@niu.edu.tw

## Effect of Blanching and Drying on Quality of Snow Ear Mushroom

Bo-Han Chen Wei-Yang Yen Chun-Yi Ho Su-Der Chen\*

Department of Food Science, National Ilan University, Taiwan

## Abstract

Snow ear mushroom is a white ear mushroom and the polysaccharides which are one kind of acidic polysaccharides. It has many physiological activities, such as anti-oxidation, anti-tumor, enhance immunity, lower blood sugar. Due to the high moisture and polyphenol oxidase content of the fresh fungus, the storage period is only two weeks; therefore, it needs to extend the shelf life by processing. The objectives of this study were (1) to investigate the effects of different pretreatment methods (boiling water blanching, microwave blanching, steam blanching, immersing 1% sodium bisulfite solution) on polyphenol oxidase activity and quality of snow ear mushroom, (2) to study of microwave vacuum drying and hot air drying of snow ear mushroom on drying rates and product quality. The results showed that the four pretreatments significantly decreased polyphenol oxidase activity of snow ear mushroom. However, the microwave blanched snow ear mushroom had poor color appearance, and the NaHSO<sub>3</sub> (aq) immersed snow ear mushroom had too soft texture. The steam blanched and fresh snow ear mushrooms had similar color. Microwave vacuum drying snow ear mushroom significantly reduced drying time and had similar color compared with hot air drying. The rehydration rate of dried snow ear mushroom was reached up to 11. Base on the drying time and qualities (rehydration ratio, shear force, color) of rehydrated snow ear mushroom, the recommended processing of snow ear mushroom was 1 min steam blanching pretreatment and then 2 hr microwave vacuum drying process.

**Keywords:** snow ear mushroom, polysaccharides, blanching, microwave, drying

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

## 前 言

雪耳為白色的木耳(趙, 2000), 是一種高級食用真菌。曹及陳(2009)提到木耳是藥食同源的典型代表, 食味鮮美, 不但含有豐富營養素, 而且具有極高的藥用價值。除此之外, 木耳也具有許多生理活性與多醣組成有密切的相關性, 韓等(2006)以木耳多醣餵食糖尿病小鼠, 發現木耳多醣具有降血糖且可以平緩其血糖值的作用。而 Zhang *et al.*(2011)以小鼠實驗發現木耳多醣具有抗氧化、清除自由基、修復氧化損傷並增強抗氧化酵素活性, 達到抗衰老的效果, 可作為營養滋補或藥用食材, Zeng *et al.*(2012)也提到木耳多醣具有抗氧化能力, 可作為抗氧化劑。Nguyen *et al.*(2012)透過細胞體外試驗發現經由硫酸處理過的木耳多醣具有增強淋巴細胞增殖及免疫抗體濃度進而提升免疫力的

效果，張等(2006)也同樣以小鼠實驗發現木耳多醣具有提升免疫並達到抗腫瘤之功效。而 Ma *et al.*(2010)以體外抗腫瘤細胞試驗也發現木耳多醣會促使腫瘤細胞凋亡而達到抗腫瘤之目的。樊等(2009)及盧等(2010)分別以白兔及大鼠實驗發現木耳多醣有延緩血栓形成且避免腦血管栓塞及心血管栓塞等疾病，對於心血管疾病治療方面是具有潛力的。

白木耳的多酚氧化酵素含量高，在適宜的條件下也只能儲藏兩週，故需先於乾燥前進行殺菁如：熱(沸)水、蒸氣、微波、熱風和炒菁等方法(黃，2006)，以防止乾燥和儲藏時期的褐變反應(鄭等，2010)。熱風乾燥是以熱風為熱源，並可藉由熱風將由食品中蒸發的水蒸氣排除，但後段乾燥時間過長而影響營養成分損失，或造成組織收縮而影響復水率。若使用真空乾燥，食品中的水分沸點會下降，且可以加快水分擴散速度，有助蒸發水蒸氣的排除，但在低氣壓環境下，利用熱對流方式向被加熱物料傳遞外來熱量，相對比熱風乾燥困難，熱傳遞速度較慢。冷凍乾燥由於是低溫進行冰晶昇華，故冷凍乾燥食品的復水率、營養成分和顏色等都是所有乾燥方法中最佳的品質，然而冷凍乾燥的時間長，能量耗費高。邵等(2013)將 300 g 的銀耳先在恒率乾燥期利用熱風乾燥 15 hr，然後在減率乾燥期則改利用真空乾燥進行以促成其質傳，避免過度加熱而致使多醣分解。微波真空乾燥是結合微波和真空系統，利用微波直接對物體進行加熱，可使食品中的水分快速升溫，並且在真空下操作可降低食品的沸點，同時解決乾燥的熱量傳送和質量傳送障礙，大幅縮短乾燥時間，提高生產效率，並避免產品氧化(張等，2004)。

故本研究之目的分別有(一)探討不同的前處理方法(沸水殺菁、微波殺菁、蒸氣殺菁、浸漬 1%亞硫酸氫鈉溶液)對雪耳的多酚氧化酶活性的影響。(二)比較微波真空乾燥和熱風乾燥速率，並分析熱風乾燥及微波真空乾燥對復水後雪耳品質之影響。

## 材料與方法

### 一、材料

雪耳(*Auricularia fuscusuccinea* (Montagne) Farlow, whit strain)由宜蘭縣冬山鄉農會提供。氫氧化鈉(NaOH)、葡萄糖、酒精、酚試劑(phenol)購自日本和光純藥工業株式會社(大阪，日本)。濃硫酸(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)購自聯工公司(台北，台灣)。甲醇、無水酒精(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)、兒茶酚、檸檬酸、磷酸氫二鈉購自日本島久藥品株式會社。

### 二、設備

熱風乾燥機(CHANNEIDV-120)、色差儀(Hunter Lab, Color Flex)、分光光度計(Model U-2001, Hitachi Co., 東京，日本)、微波真空乾燥機，由本實驗室自行研發組裝，包括可

調控功率的微波爐(購自妍華生技公司, 新北市, 臺灣), 其內有一個容積為 2 L 的玻璃容器連接真空幫浦 (此真空系統的絕對壓力低於 0.2 mm-Hg)和冷凍冷凝系統可使冷凍溫度控制於-20°C以下)。

### 三、雪耳之殺菁

雪耳的前處理分別有四種, (1)沸水殺菁: 將新鮮雪耳於100°C沸水下殺菁1 min。(2)微波殺菁: 將新鮮雪耳以微波功率1000 W下微波1 min。(3)蒸氣殺菁: 將新鮮雪耳置於蒸盤上以蒸汽殺菁1 min。(4)亞硫酸氫鈉溶液浸漬: 將新鮮雪耳以濃度1%的亞硫酸氫鈉溶液浸漬1 hr。

### 四、雪耳之多酚氧化酵素(PPO)活性測定

參考張等(2010)的方法, 取5克殺菁處理過之雪耳與20 mL 0.05 M pH7之檸檬酸-磷酸氫二鈉緩衝溶液混合, 均質打碎後離心, 取上層澄清液為粗酵素溶液, 取2.6 mL 0.2 M 兒茶酚, 加入0.1 mL粗酵素液混合均勻, 在390 nm下每5秒測其吸光值並決定此反應之初速度後, 1單位PPO活性(unit)為上述測定條件下, 每分鐘增加0.001吸光度之酵素量。

### 五、雪耳乾燥之乾燥曲線

分別將50 g殺菁前處理雪耳樣品平鋪於戳洞之鋁箔紙上, 並置入50°C熱風乾燥機中, 每小時測量一次重量變化, 直至水分含量為10%左右即可, 並繪製熱風乾燥曲線。

另外亦將50 g殺菁前處理雪耳樣品放入夾鍊袋後置於微波真空乾燥機中, 控制微波功率為50 W進行乾燥, 每十分鐘測量一次重量變化至水分含量為10%左右即可, 並繪製微波真空乾燥曲線。

### 六、乾燥雪耳的品質分析

#### (一) 乾燥雪耳之復水率

參考鄭等(2010)之方法, 取雪耳乾品 5 g( $W_0$ ), 放入恆溫水浴槽以 40°C 水浸泡 30 min 後撈起, 並以白瓷漏斗進行抽氣, 將復水後雪耳表面的水分抽乾後, 記錄復水後的重量 ( $W_1$ ), 並計算其復水率。公式為: 復水率=  $W_1/W_0$ 。

#### (二) 復水後雪耳之剪切力

將復水的各種不同殺菁處理雪耳以質地分析儀 (Model TA-XT2, Stable microsystems, UK) 進行測試, 此是將雪耳平鋪在測試平台上, 選用探頭為同廠10號1型刀, 測量其剪切力, 每個樣品測10次後取平均值。測定參數設定如下: Test Mode: Compression, Pre-Test Speed: 10.00 mm/sec, Test Speed: 10.00 mm/sec, Post Test Speed:

10.00 mm/sec, Target Mode : Strain, Strain : 100%及Trigger Force : 0.005 kg。

### (三) 雪耳之顏色檢測

使用色差儀測定不同處理方式的雪耳樣品之  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 值。每個樣品約測 6 次，取平均值，比較處理前後的顏色差異。其中  $L^*$ 代表亮度:黑色(0)~白色(100)， $a^*$ 值代表紅色(+)-綠色(-)， $b^*$ 值代表黃色(+)-藍色(-)。

### 七、統計分析

試驗結果三重複，並以平均值  $\pm$  標準偏差表示，所得之數據使用 Statistical Package for Social Science (SPSS, SPSS INC.) 14.0 版統計套裝軟體進行統計分析，以多元全距檢定分析 (Duncan's Multiple Range Test)，以顯著水準為  $\alpha = 0.05$ ，比較其差異之顯著性。

## 結果與討論

### 一、不同前處理對雪耳多酚氧化酵素活性及顏色之影響

由表 1 的不同殺菁方法對雪耳多酚氧化酵素活性及顏色之結果可以發現，新鮮雪耳的多酚氧化酵素含量高達 565.33 units，但經由不同前處理後之多酚氧化酵素含量皆顯著降低( $p < 0.05$ )，其中以微波殺菁 1 min 及浸泡 1%亞硫酸氫鈉 1 hr 之效果最佳，其酵素活性僅存約 60 units)，而使用沸水或蒸氣殺菁 1 min 也可使酵素活性降低約為 82 units，故表示多酚氧化酶屬於非耐熱酶，通常在 60°C-70°C 下處理一段時間即發生不可逆之失活，說明了適當的前處理可使多酚氧化酶活性降低或完全失活。黃與張(2010)使用微波

表 1 不同前處理對雪耳多酚氧化酵素活性及顏色之影響

Table 1 Effect of different pretreatments on polyphenol oxidase (PPO) activity and color of snow ear mushroom

Pretreatments	PPO activity (units)	$L^*$	$a^*$	$b^*$
(A) Fresh	565.33 $\pm$ 190.89 <sup>b</sup>	68.21 $\pm$ 4.18 <sup>bc</sup>	4.07 $\pm$ 0.75 <sup>b</sup>	18.23 $\pm$ 2.60 <sup>a</sup>
(B) Boiling water (1min)	82.67 $\pm$ 4.62 <sup>a</sup>	73.31 $\pm$ 0.17 <sup>d</sup>	1.87 $\pm$ 0.17 <sup>a</sup>	18.06 $\pm$ 0.88 <sup>a</sup>
(C) Microwave blanching (1min)	60.00 $\pm$ 4.00 <sup>a</sup>	51.75 $\pm$ 1.05 <sup>a</sup>	5.89 $\pm$ 0.78 <sup>c</sup>	17.23 $\pm$ 1.12 <sup>a</sup>
(D) 1.0% NaHSO <sub>3</sub> (1hr)	61.60 $\pm$ 4.99 <sup>a</sup>	72.01 $\pm$ 0.19 <sup>cd</sup>	2.37 $\pm$ 0.58 <sup>a</sup>	15.07 $\pm$ 1.10 <sup>a</sup>
(E) Steam blanching (1min)	82.67 $\pm$ 4.62 <sup>a</sup>	67.17 $\pm$ 3.19 <sup>b</sup>	3.68 $\pm$ 0.86 <sup>b</sup>	23.52 $\pm$ 2.81 <sup>b</sup>

\*Values means average  $\pm$  SD (n=3).

\*\* <sup>abcd</sup> Values followed by different letters are significantly different in the same column ( $p < 0.05$ )

與高溫瞬間蒸氣聯合殺菁指出微波加熱之特性為滅菌、滅酶和乾燥，表明微波也會使酵素失活；浸泡 1%亞硫酸氫鈉之結果與方等(1973)人使用焦性亞硫酸鈉溶液亦可顯著抑制多酚氧化酶活性之結果有相同趨勢。

由表 1 的結果得知，不同前處理後之雪耳的顏色，以沸水殺菁雪耳的明亮度最高， $L^*$ 為 73.31，浸泡 1 %亞硫酸氫鈉次之，此二者可能由於浸泡於水中，使得水分含量較新鮮雪耳為高，明亮度也顯著提高( $p < 0.05$ )。而微波殺菁雪耳之顏色最暗， $L^*$ 為 51.75，雖然此和微波加熱不以水分作為外在的介質，反而雪耳中的水分會因為蒸發而降低，且不同於其他前處理後對雪耳外表之影響，紅色度  $a^*$ 值達最高( $p < 0.05$ )，微波殺菁之雪耳有部分呈現焦黑色，推斷可能是微波功率過高，加熱時間過長，所導致的雪耳燒焦，故這部分尚需進一步探討適合的功率及殺菁時間。另外雪耳在黃色度  $b^*$ 值，除了蒸氣殺菁的  $b^*$ 顯著較高以外( $p < 0.05$ )，其他前處理過和新鮮雪耳的  $b^*$ 值並無顯著差異( $p > 0.05$ )。外觀之顏色方面，Embs and Markakis (1965)指出亞硫酸鹽可以防止黑色素的產生，進而抑制蘑菇的褐變現象。

## 二、熱風乾燥與微波真空乾燥雪耳之乾燥曲線

由於經過前處理過的雪耳需進一步乾燥以便儲藏，在此選擇 50°C 的熱風乾燥和微波真空乾燥作比較，因為王等(1995)分別以 50°C、60°C、和 70°C 熱風乾燥進行冬菇之乾燥，結果也是以 50°C 及 60°C 乾燥之洋菇品質較佳，故在考慮熱風溫度對雪耳品質之影響，亦將熱風乾燥溫度設定在 50°C。圖 1 為經前處理過雪耳熱風乾燥之乾燥曲線，可以看到平均約 3-5 小時才可達安全含水率，其中雪耳分別以 1 %亞硫酸氫鈉浸泡和沸水殺菁前處理過的初始的乾基水分含量明顯較新鮮雪耳提升，此也導致乾燥時間拉長至少需要 5 小時，然而新鮮和其他處理的雪耳由於水分含量顯著較低，故只需熱風乾燥 3 小時即可以完成乾燥。

圖 2 的 50 W 微波真空雪耳之乾燥曲線，則可看到達安全含水率所需之乾燥時間可縮短為 1-3 小時，其中的未經前處理和微波殺菁的雪耳之初始水分含量較低，甚至只需乾燥 1 小時，而原先雪耳因為浸泡於沸水或 1 %亞硫酸氫鈉，雖然初始水分大幅提升，但經微波真空乾燥亦能將乾燥時間較熱風乾燥縮短至少 2 小時，此說明微波真空乾燥可以顯著縮短乾燥所需時間。Cui *et al.*(2004)以不同條件之微波真空乾燥乾燥紅蘿蔔片，以乾基水分含量與乾燥時間作圖，發現其變化趨勢與本實驗的雪耳微波真空乾燥曲線相似，其初始水分含量散失較快速，隨時間增加而逐漸達到穩定狀態。

若以熱風乾燥效率考量，雪耳的乾燥前處理方法中，沸水殺菁組所需的乾燥時間較

長，此由於沸水殺菁 1 分鐘過程中，雪耳立即吸收大量水分的關係，而浸泡 1 %亞硫酸氫鈉組，則可能是破壞了雪耳組織造成吸水量增加，故此兩組的含水率高，無論是利用熱風乾燥或是微波真空乾燥所需的乾燥時間都比較長，故沸水殺菁和 1 %亞硫酸氫鈉浸泡均不適合作為雪耳的乾燥前處理方法。

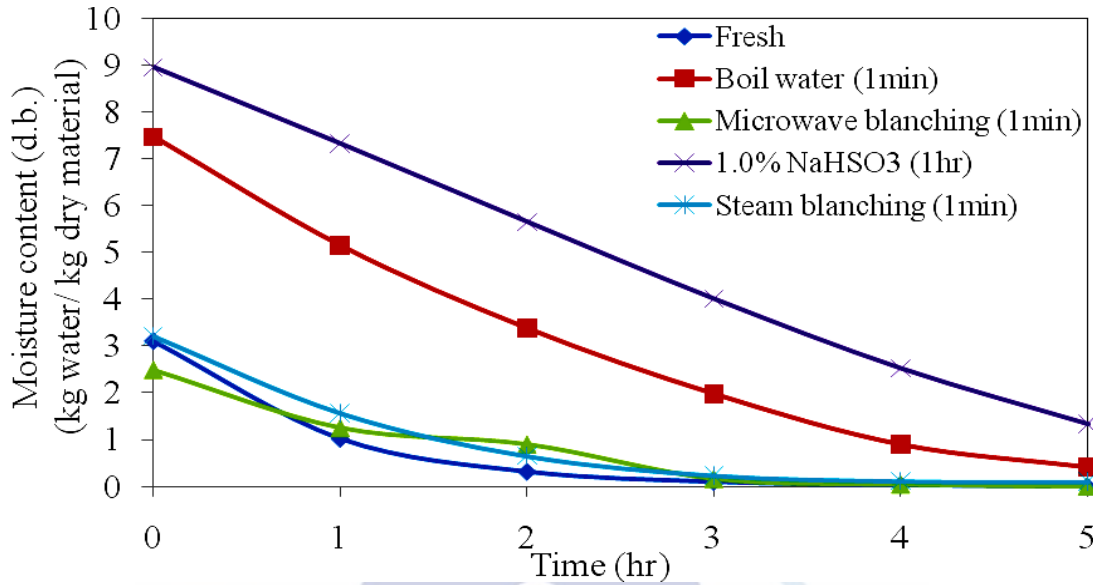


圖 1 不同前處理之雪耳熱風乾燥曲線(以乾基水分含量(d.b)表示)。

Fig. 1 Effect of different pretreatments on drying curves of snow ear mushroom by hot air drying.

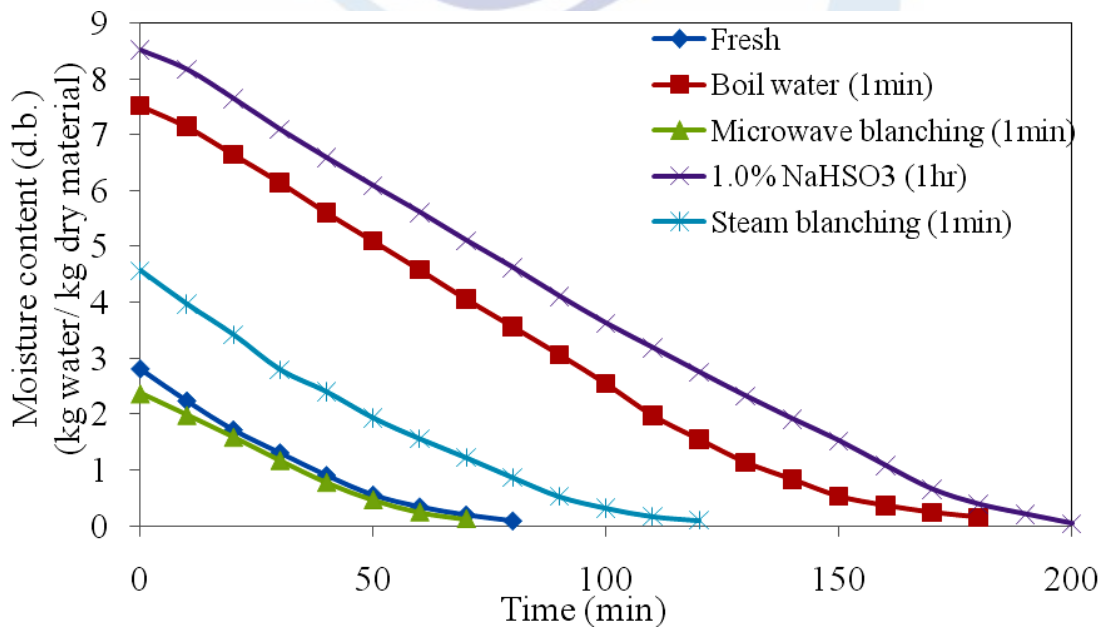


圖 2 不同前處理之雪耳微波真空乾燥曲線(以乾基水分含量(d.b)表示)。

Fig. 2 Effect of different pretreatments on drying curves of snow ear mushroom by microwave vacuum drying.

### 三、熱風乾燥與微波真空乾燥對雪耳顏色之影響

乾燥後雪耳的情形可由表 2 之熱風乾燥與微波真空乾燥對雪耳顏色之結果看出，乾燥後之雪耳明亮度(L\*值)都較表 1 的未乾燥前處理之雪耳下降，表示乾燥後之雪耳有明顯褐變情況，其中除微波殺菁組因燒焦而造成乾燥後更黑外，而沸水殺菁與蒸氣殺菁組的顏色與一般市面上乾燥雪耳較為相近，而未經處理的雪耳的 L\*值會由於其多酚氧化酶活性並未被破壞，而導致在乾燥的過程中加速褐變。

表 2 熱風乾燥與微波真空乾燥對不同前處理雪耳顏色之影響

Table 2 Effect of hot air drying and microwave vacuum drying on color of snow ear mushroom by different pretreatments

Pretreatments	L*		a*		b*	
	Hot air drying	Microwave vacuum drying	Hot air drying	Microwave vacuum drying	Hot air drying	Microwave vacuum drying
(A) Fresh	41.13±0.82 <sup>b</sup>	41.54±0.13 <sup>b</sup>	4.42±0.22 <sup>b</sup>	8.17±0.33 <sup>c*</sup>	19.78±0.34 <sup>bc</sup>	24.78±0.29 <sup>c</sup>
(B) Boiling water (1min)	49.47±0.36 <sup>c</sup>	49.96±0.40 <sup>d</sup>	0.59±0.24 <sup>a</sup>	4.30±1.15 <sup>b*</sup>	15.39±0.75 <sup>a</sup>	21.47±2.70 <sup>b*</sup>
(C) Microwave blanching (1min)	39.54±0.67 <sup>a*</sup>	27.20±0.17 <sup>a</sup>	4.89±0.24 <sup>b</sup>	7.59±0.30 <sup>c*</sup>	16.23±1.62 <sup>ab</sup>	16.47±0.25 <sup>a</sup>
(D) 1% NaHSO <sub>3</sub> (1hr)	49.23±0.13 <sup>c</sup>	45.48±0.23 <sup>c</sup>	8.94±0.51 <sup>c</sup>	10.58±0.53 <sup>d*</sup>	23.03±2.63 <sup>c</sup>	20.85±1.41 <sup>b</sup>
(E) Steam blanching (1min)	50.76±0.54 <sup>d</sup>	50.35±0.01 <sup>d</sup>	3.83±1.23 <sup>b</sup>	2.65±0.02 <sup>a</sup>	23.05±3.04 <sup>c*</sup>	18.35±0.15 <sup>a</sup>

\*Values means average ± SD (n=3).

\*\*<sup>abcd</sup> Values followed by different letters are significantly different in the same column (p < 0.05).

在乾燥雪耳的明亮度方面(表 2)，以蒸氣殺菁組之 L\*值在熱風乾燥及微波真空乾燥處理後的雪耳為最高，L\*值分別為 50.76 及 50.35，且 L\*值顯著較其他組別為高(p<0.05)，另外沸水殺菁組與浸泡 1%亞硫酸氫鈉組的乾燥雪耳 L\*值次之。蒸氣殺菁組的黃色度的 b\*值則以微波真空乾燥雪耳較低於熱風乾燥雪耳。紅色度 a\*值中，以經過 1%亞硫酸氫鈉浸泡組別的乾燥雪耳最高，明顯和其他處理有差異 (p<0.05)，故不同前處理會顯著影響後續乾燥雪耳產品的顏色(p<0.05)。若考慮販售乾燥雪耳的樣品顏色，建議以蒸氣殺菁作為雪耳的前處理，則熱風乾燥和微波真空乾燥兩組的雪耳之明亮度無明顯差異，故只要考慮乾燥時間和能量損耗即可。

### 四、熱風乾燥與微波真空乾燥復水後對雪耳顏色之影響

表 3 為熱風乾燥與微波真空乾燥復水後雪耳的顏色，在熱風乾燥的復水雪耳的 L\*



值可達 65 以上者，依序為新鮮雪耳，熱水殺菁組與蒸氣殺菁組，而在微波真空乾燥的復水雪耳的 L\*值可達 65 以上者，依序為新鮮雪耳、1 %亞硫酸氫鈉浸泡組、蒸氣殺菁組和沸水殺菁組。在微波殺菁組的部分，兩種乾燥方法乾燥復水後之 L\*值都較其他前處理組別為低(p<0.05)，此因為微波殺菁處理時的功率過大，加熱時間雖只有 1 分鐘，仍造成的燒焦而導致後續處理的明亮度都最低。

表 3 復水後熱風乾燥與微波真空乾燥雪耳之顏色

Table 3 The color of hot air dried and microwave vacuum dried of snow ear mushroom after rehydration

Pretreatments	L*		a*		b*	
	Hot air drying	Microwave vacuum drying	Hot air drying	Microwave vacuum drying	Hot air drying	Microwave vacuum drying
(A) Fresh	72.26±0.44 <sup>e</sup>	72.26±0.44 <sup>d</sup>	0.05±0.39 <sup>a</sup>	0.05±0.39 <sup>a</sup>	11.77±1.35 <sup>a</sup>	11.77±1.35 <sup>ab</sup>
(B) Boiling water (1min)	69.67±0.09 <sup>d</sup>	65.88±1.33 <sup>b</sup>	-0.70±0.56 <sup>a</sup>	-0.43±1.32 <sup>a</sup>	10.12±1.36 <sup>a</sup>	10.56±0.32 <sup>a</sup>
(C) Microwave blanching (1min)	54.78±0.60 <sup>a</sup>	53.28±0.09 <sup>a</sup>	3.63±0.76 <sup>b</sup>	3.33±0.26 <sup>b</sup>	14.59±0.95 <sup>b</sup>	16.81±0.51 <sup>d</sup>
(D) 1% NaHSO <sub>3</sub> (1hr)	63.31±0.33 <sup>b</sup>	69.11±0.13 <sup>c</sup>	0.25±0.42 <sup>a</sup>	0.50±0.24 <sup>a</sup>	15.03±1.06 <sup>b</sup>	14.98±0.22 <sup>c</sup>
(E) Steam blanching (1min)	67.64±0.02 <sup>c</sup>	66.52±0.80 <sup>b</sup>	0.14±0.47 <sup>a</sup>	-0.51±0.43 <sup>a*</sup>	12.04±0.12 <sup>a</sup>	12.26±0.77 <sup>b</sup>

\*Values means average ± SD (n=3).

\*\*<sup>abcd</sup> Values followed by different letters are significantly different in the same column (p < 0.05).

以表 3 復水後雪耳的顏色相較於表 2 的熱風乾燥與微波真空乾燥雪耳的顏色，由於雪耳於 40°C 水浸泡 30 分鐘吸水後，導致明亮度都大幅增加，甚至未經前處理組的明亮度還較其新鮮時高(表 1)，而蒸氣處理組的明亮度也和前處理時相近(表 1)。此外，復水後的雪耳的紅色度 a\* 值和黃色度 b\* 值(表 3)大都明顯較前處理的雪耳(表 1)和熱風乾燥與微波真空乾燥的雪耳(表 2)降低，此可能因為 40°C 水浸泡 30 分鐘吸水的過程亦將一些色素溶於其中，而使得 a\* 和 b\* 降低。

### 五、熱風乾燥與微波真空乾燥復水後雪耳之復水率及剪切力

復水率是衡量乾製品品質的重要指標，一般常用乾製品吸水增重的程度來衡量，從表 4 得知復水熱風乾燥與微波真空乾燥的雪耳之復水率皆高達 11 以上，這也代表雪耳具有很高的吸水能力。由於本實驗的雪耳有經過不同的前處理，此亦會影響熱風乾燥與微波真空乾燥雪耳之復水率，不過除了微波殺菁組外，其他前處理組都以熱風乾燥較微

波真空乾燥的復水率高(表 4)。邢與劉(2010)對於不同乾燥方法之杏鮑菇進行復水測試發現，冷凍真空乾燥之杏鮑菇復水速度快，而熱風乾燥與微波真空乾燥之杏鮑菇復水速度趨勢相近，由於杏鮑菇呈現厚實組織，而且一般乾燥杏鮑菇不致於使復水的杏鮑菇重量超過原先未乾燥的重量。然而於雪耳呈現柔軟片狀組織，它的膠狀成分又可大量吸水，使得乾燥的雪耳在復水過程中可以吸水的重量已超過新鮮雪耳的重量，有別於其他的乾燥菇蕈類產品是屬於較特別的組織。

表 4 復水後熱風乾燥與微波真空乾燥雪耳的復水率及剪切力

Table 4 The rehydration ratio and shearing force of hot air dried and microwave vacuum dried snow ear mushroom after rehydration

Pretreatments	Rehydration ratio (%)		Shearing force (kg)	
	Hot air drying	Microwave vacuum drying	Hot air drying	Microwave vacuum drying
(A) Fresh	14.33	12.34	0.9662±0.17 <sup>b</sup>	1.1288±0.18 <sup>c</sup>
(B) Boiling water (1min)	18.19	17.82	0.9011±0.17 <sup>b</sup>	0.8563±0.18 <sup>b</sup>
(C) Microwave blanching (1min)	11.76	14.86	0.9868±0.19 <sup>b</sup>	0.9534±0.15 <sup>b</sup>
(D) 1% NaHSO <sub>3</sub> (1hr)	15.24	11.20	0.4374±0.11 <sup>a</sup>	0.5593±0.07 <sup>a*</sup>
(E) Steam blanching (1min)	16.14	13.67	1.0216±0.15 <sup>b</sup>	1.0182±0.13 <sup>bc</sup>

\*Values means average ± SD (n=10).

\*\*<sup>abc</sup> Values followed by different letters are significantly different in the same column ( $p < 0.05$ ).

剪切力的部分是探討雪耳組織之質地，由表 4 的結果顯示熱風乾燥與微波真空乾燥復水後的剪切力以浸泡 1 % 亞硫酸氫鈉組為最低，推斷可能是硫酸氫鈉破壞雪耳組織，造成其質地變得軟爛，使得剪切力降低，其餘組別之復水後質地良好，尤其以蒸氣殺菁組為最佳，熱風乾燥與微波真空乾燥復水後之剪切力都大於 1 kg。

## 結 論

殺菁是重要的乾燥前處理步驟，可以破壞多酚氧化酵素，降低褐變以維持乾燥產品良好顏色，雪耳在微波殺菁及 NaHSO<sub>3(aq)</sub> 浸漬處理能有效降低酵素活性，但前者外觀顏色不佳，後者質地軟爛。微波乾燥可大幅縮短熱風乾燥的時間，故綜合乾燥時間和復水雪耳之品質(復水率、剪切力、顏色)，可使用蒸氣殺菁前處理並配合微波真空乾燥作為

乾燥雪耳之最佳製程。

### 參考文獻

- 王宏智、陳俊明、尤瓊琦、王豐政。1995。香菇乾燥基本特性之研究。農業機械學刊 4:1-13。
- 方祖達、區少梅、李免蓮。1973。洋菇中多酚氧化酵素與過氧化酵素之活性及其抑制效果之調查。中國園藝 19: 131-142。
- 邢淑婕、劉開華。2010。不同乾製方法對杏鮑菇品質的影響。食用菌學報 17:83-85。
- 邵平、薛力、陳曉曉、孫培龍。2013。熱風真空聯合乾燥對銀耳品質及其微觀結構影響。核農學報 27 (6):805-810。
- 張國琛、徐振方、潘瀾瀾。2004。微波真空乾燥技術在食品工業中的應用與展望。大連水產學院學報 19(4):292-296。
- 張茂鴻、柯立祥、戴順發。2010。圓筒絲瓜果實多酚氧化酵素、過氧化酵素活性及總酚類化合物含量之研究。台灣農學會報 11(2):131-149。
- 張秀娟、耿丹、于慧茹、季宇彬。2006。黑木耳多醣對荷瘤小鼠紅細胞免疫功能的影響。中草藥 37:94-96。
- 黃美枝。2006。不同前處理及乾燥方法對台灣金線連水粗萃物和酒精粗萃物抗氧化性的影響。國立中興大學食品暨應用生物技術學系碩士論文。台中。
- 黃俊麗、張愨。2010。雙孢白蘑菇乾燥前微波與高溫瞬時蒸氣聯合漂燙預處理對酶活和品質影響的研究。乾燥技術與設備 8:150-157。
- 曹雷、陳紅君。2009。黑木耳多醣的研究進展。長春師範學院學報(自然科學版) 28:57-60。
- 趙桂蓉。2000。木耳類之抗氧化性質及其多醣理化分析。國立中興大學食品科學系碩士論文。台中。
- 韓春然、馬永強、唐娟。2006。黑木耳多醣的提取及降血糖作用。食品與生物技術學報 25:111-114。
- 鄭雅風、林鴛緣、黃艷、鄭寶東。2010。微波真空乾燥對銀耳主要品質影響的研究。莆田學院學報 17(5):32-36。
- 樊一喬、武謙虎、盛健惠。2009。黑木耳多醣抗血栓作用的研究。中國生化藥物雜誌 30:410-412。

- 盧舜飛、孫麗娜、沈佳、蘇方、王會平、葉治國、葉挺梅、夏強。2010。黑木耳多醣對抗大鼠慢性缺血性腦損傷。中國病理生理雜誌 26:721-724。
- Cui, Z. W., S. Y. Xu, and D. W. Sun. 2004. Microwave–vacuum drying kinetics of carrot slices. *Journal of Food Engineering* 65:157-164.
- Embs, R. J. and P. Markakis. 1965. The Mechanism of sulfite inhibition of browning caused by polyphenol oxidase. *Journal of Food Science* 30:753-758.
- Ma, Z. C., J. G. Wang, L. N. Zhang, Y. F. Zhang, and K. Ding. 2010. Evaluation of water soluble b-D-glucan from *Auricularia auricular-judae* as potential anti-tumor agent. *Carbohydrate Polymers* 80:977-983.
- Nguyen, L., D. Wang, Y. L. Hu, Y. P. Fan, J. M. Wang, S. Abula, L. W. Gao, J. Zhang, K. K. Shem, and B. K. Dang. 2012. Immuno-enhancing activity of sulfated *Auricularia auricula* polysaccharides. *Carbohydrate Polymers* 89:1117-1122.
- Zeng, W. C., Z. Zhang, H. Gao, L. R. Jia, and W. Y. Chen. 2012. Characterization of antioxidant polysaccharides from *Auricularia auricular* using microwave-assisted extraction. *Carbohydrate Polymers* 89:694–700.
- Zhang, H., Z. Y. Wang, Z. Zhang, and X. Wang. 2011. Purified *Auricularia auricular-judae* polysaccharide (AAP I-a) prevents oxidative stress in an ageing mouse model. *Carbohydrate Polymers* 84:638-648.

103 年 2 月 10 日投稿  
103 年 8 月 30 日接受