

品種、產地、加工方式及二氧化硫殘留量對 金針乾製品品質之影響

劉騏嘉¹ 段有慧² 吳柏青^{1*}

1.國立宜蘭大學生物機電工程學系

2.中華穀類食品工業技術研究所

摘 要

爲改善金針乾製品之色澤與口感，在製作過程中會添加較高之二氧化硫以延長金針乾製品的儲存時間，但高二氧化硫之食品會對人體產生傷害。因此本試驗研究探討金針乾製品在加工過程中二氧化硫型態及殘留量之變化，並探討金針品種(高山種、台東六號)、產地(富里、玉里、太麻里)、加工方式(浸泡法、青燻法)、二氧化硫殘留量對金針乾製品品質(含水率、顏色、脆度、復水性)之影響。採用青燻法或浸泡法加工製成之金針乾製品在加工過程中，金針總二氧化硫殘留量皆逐漸減少，但結合態二氧化硫所佔比例逐漸增加。採用青燻法加工之金針乾製品，其二氧化硫殘留約 90%以上爲結合態，但以浸泡法加工之金針乾製品僅有 80%爲結合態，因此建議金針乾製品之加工方式採用青燻法，可產製 4 g/kg 以下較佳之產品，且金針乾製品之二氧化硫殘留量亦較易控制。此外，青燻法金針在燻硫後二氧化硫殘留量分布較不均勻，但製成乾製品後其二氧化硫殘留量之變異係數降至 10%以下，顯示以青燻法製作金針乾製品二氧化硫殘留量之均勻度較浸泡法佳。統計分析結果顯示影響金針乾製品品質最主要之因子爲品種，其次要影響因子依序爲：二氧化硫殘留量、加工方法及產地。金針乾製品顏色與品種及加工方式有顯著相關。脆度受品種影響最爲顯著，平地金針乾製品脆度有較高之趨勢，與金針鮮蕾脆度測定結果相符。復水性受加工方式影響較爲顯著，使用浸泡方式製程之金針乾製品復水性較佳。雖然游離態及結合態二氧化硫皆對顏色及脆度有顯著相關，但結合態二氧化硫與顏色之相關性較高，因此推測結合態二氧化硫較具有保色作用。

關鍵詞：金針、游離態二氧化硫、結合態二氧化硫、加工製程

*通訊作者。E-mail: pcwu@niu.edu.tw

Effects of Varieties, Place of production, Processing Methods and Sulfur Dioxide Residues on the Quality of Dried Daylily Products

Liu Chi-chia¹ Yu-hui Tuan² Po-ching Wu^{1*}

1.Department of Biomechatronic Engineering, National Ilan University

2.China Grain Products Research and Development Institute

Abstract

Sulfur dioxide was used in the process of dried daylily production, in order to improve the product color and texture and to extend the shelf life of dried daylily product. This study was to investigate the status of sulfur dioxide residue in the process of dried daylily production which using various daylily samples with different varieties, origins, processing methods and sulfur dioxide residue. In the processing of daylily using fumigation or soaking methods, the total sulfur dioxide residue decreased, but the ratio of bond type sulfur dioxide increased gradually. The dried daylily product made by fumigation method contained 90% of bond type sulfur dioxide residue, but for product made by soaking method contained only 80% of bond type sulfur dioxide residue. Therefore this study recommended the processing methods of dried daylily production is fumigation method, which can produce better quality dried daylily products, and the sulfur dioxide residue can be easily controlled under 4g/kg. After fumigation the distribution of sulfur dioxide residue was not uniform using fumigation method. However, the coefficient of variation for sulfur dioxide residue reduced below 10% after drying. This indicated the uniformity of sulfur dioxide residue was better when fumigation method was used for dried daylily production. The variety and processing method significantly affected the color of dried daylily products. However, the most important factor to the quality of dried daylily product was variety, the other factors would be sulfur dioxide residue, processing methods and origin. The texture was significantly affected by the daylily variety. The texture of plain variety was harder than the high mountain variety for both fresh flower bud and dried product. The re-hydration ability was significantly affected by the processing method. The daylily product made by soaking method had better re-hydration ability. Although both free type and bond type sulfur dioxide significantly affected the color and texture properties, it seemed that the bound sulfur dioxide

had higher correlation with the color and texture properties. This can infer that bound sulfur dioxide had more color retention effect.

Keywords: Daylily, Free-SO₂, Bounded-SO₂, Processing

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

前 言

金針花為多年生宿根草本植物，屬百合綱百合目百合科，學名 *Hemerocallis fulva* L.，英文名為 Daylily，俗稱萱草或忘憂花，適合生長的环境為海拔 400-1000 公尺的山坡上。我國主要產區為東部花蓮的赤科山、六十石山以及台東太麻里一帶，為最適合生長的环境。在 1990 年由台東區農業改良場培育出可在平地山地種植的金針花稱為「台東六號」，其花為黃褐色，此品種可在平地正常開花，花型較大花期為每年的五、六月，正好可與高山針錯開使整個金針菜產期延長(吳，1999)。平地針外觀上較矮胖，顏色上較偏黃綠色，而高山針採收期為八、九月，鮮蕾較細長顏色較偏紅綠色。

目前金針的加工方式分為三種：直接乾燥之無硫金針、使用硫磺燻製之青燻金針以及使用亞硫酸鹽浸泡之浸泡金針。

1. 無硫金針：將金針鮮蕾直接放入熱風乾燥機中進行乾燥，其乾燥溫度約為 50°C~70°C，乾燥時間依天氣而異，約為 30 小時。因為無硫金針未添加亞硫酸鹽，所以必須將產品乾燥至較低含水率大約 5%以利於長期保存。近年來消費者食安意識提高，因此有部份針農採用此方法進行加工。但因產品未經殺菁處理，故乾燥時間較長，而增加乾燥成本，且會降低乾燥設備產能。
2. 青燻法(流程如圖 1)：將 8~9 公斤之金針鮮蕾置於塑膠籃(600 mm × 415 mm × 245 mm)中，堆置成中空之四方形，在籃堆中空處放置硫磺，硫磺與金針的重量比例約為 1：1000，在中間點燃硫磺後用塑膠帆布覆蓋，燻硫 2~3 小時後掀開塑膠帆布。將燻硫後之金針放入乾燥屋中進行熱風乾燥，其乾燥溫度約為 50°C~70°C，乾燥時間依天氣而異，約為 24 小時，直至含水率約為 10%即可包裝販售。青燻法逐漸成為針農慣用之金針加工方法，此方法可有效降低加工作業人力，且不需經過日曬過程，可簡化加工流程。
3. 浸泡法(流程如圖 2)：浸泡法為針農慣行之金針加工方法，因為以此方法產製的金針乾製品顏色較紅，所以稱為「紅針」。此種方法是將金針鮮蕾以布袋裝，每袋約為 20 公斤，堆疊至已添加 1.5%~2.0%偏重亞硫酸鈉浸泡液之 1,200 公升浸泡桶中，並用水泥

磚壓住，在常溫下浸泡約 12 個小時後日曬 8~10 小時，依當時的天氣情況而定，其乾燥溫度約為 50°C~70°C，乾燥時間約為 24 小時，再放入乾燥屋中乾燥至含水率約 10%。但由於浸泡過程中不易控制均勻度，以致於產品之二氧化硫殘留量超過添加標準。此外，部份針農重複使用浸泡液，而導致金針二氧化硫殘留量超過添加標準。

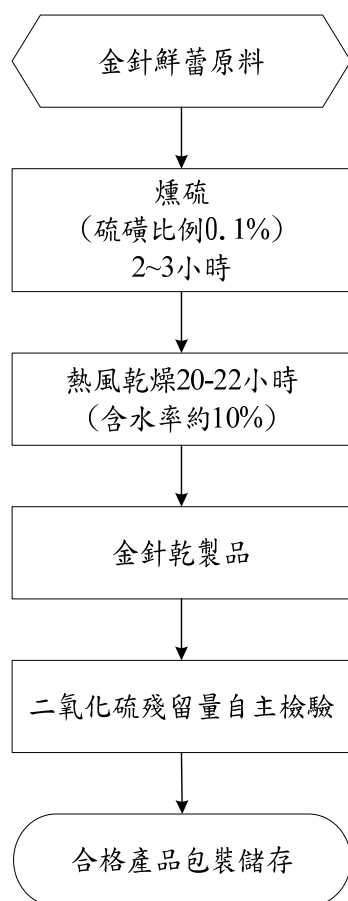


圖 1 金針燻硫加工流程圖
Fig. 1 The flow chart for fumigation process of daylily

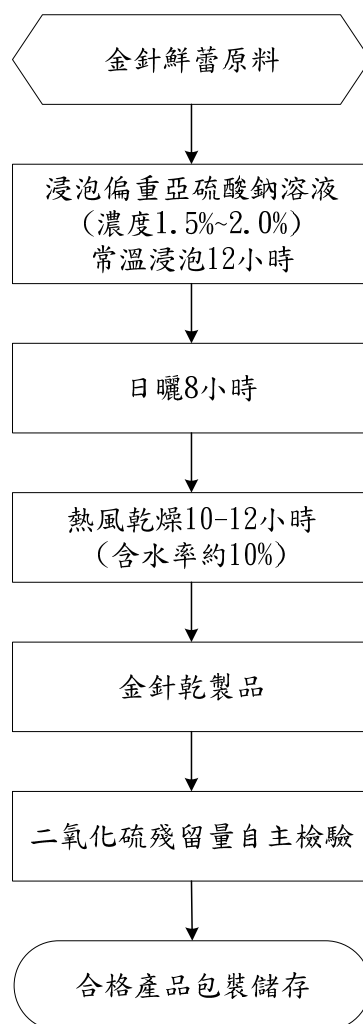


圖 2 金針浸泡加工流程圖
Fig. 2 The flow chart for soaking process of daylily

亞硫酸鹽早在羅馬時代被用來做為葡萄酒容器的殺菌劑(Fazio, 1990)，現在一般當作食品的漂白劑、抗氧化劑、還原劑、防腐劑、保色劑及殺菌劑(吳, 2007)，因在抑制酵素性褐變及非酵素性褐變效果顯著，被廣泛的應用在乾果、脫水蔬菜、餅乾、果凍及葡萄酒中(Pizzoferrato, 1998)。美國食品藥物管理局以前將亞硫酸鹽列為安全物質，因亞硫酸鹽可經由尿液排出，但後來研究顯示亞硫酸鹽會對呼吸道產生影響，甚至使得氣喘的人猝死(吳, 2007)，且會與某些維生素交互作用使得食物營養流失(Pizzoferrato, 1998)，

若食用過量的亞硫酸鹽可能會造成呼吸困難、腹瀉、嘔吐等症狀，根據聯合國糧農組織與世界衛生組織的規定，亞硫酸鹽可允許之每日攝取量為 0.7 mg/kg(以 SO₂ 計)，因此現在食品中亞硫酸鹽的殘留量皆有一定的標準(吳，2007)，依據衛福部公告金針乾製品之二氧化硫殘留量為 4 g/kg 以下、杏乾(2 g/kg 以下)、葡萄乾(1.5 g/kg 以下)、脫水蔬菜及脫水果乾(0.5 g/kg 以下)、糖蜜及糖飴(0.3 g/kg 以下)、食用樹薯澱粉(0.15 g/kg 以下)、糖漬果實類、蝦類及貝類(0.1 g/kg 以下)、其他加工食品(0.03 g/kg 以下)。

亞硫酸鹽在食品中，與食品成分結合成各種結合強度不同的結合型亞硫酸鹽，或以游離型式存在(李，1984)，其中結合態又分為可逆結合態及不可逆結合態。當亞硫酸鹽添加至食品中會與食品中的分子做鍵結，而沒有與食品做鍵結的稱之為游離態二氧化硫(Fazio, 1990)。游離態多半為無機物，以 SO₂、HSO₃⁻、SO₃²⁻、S₂O₅²⁻ 存在。因 S 上有一對未共用電子因此具較強之親核性，很容易與親電性之化合物結合。當 SO₃²⁻ 遇到親電性之原子 SO₃²⁻ 上一對未共用電子首先與雙鍵上的碳結合，以 Hydroxysulphonate、Carbonyl Sulphonate 型式呈可逆結合者稱之為「可逆結合態」(林，1989)。以 C-及 S-sulphonates 形式結合者稱為「不可逆結合態」，此結合態不會因酸化、蒸餾及煮沸而檢驗出二氧化硫，主要作用為抑制蛋白質產生非酵素性褐變(Wedzicha, 1992)。亞硫酸鹽對酵素及非酵素褐變之抑制作用，主要是藉游離態二氧化硫之親核性加成作用，抑制中間產物進一步褐變反應(林，1989)。

游離態之存在於食品中百分比取決於食品之 pH 值，游離態二氧化硫在弱酸的環境下可釋放出，結合態二氧化硫則需在弱酸及加熱環境下方能釋出(Fazio, 1990)。1976 年 Gilbert 等人指出脫水蔬菜中約有 35-45%的硫以游離態存在，55-65%以結合態存在。硫在食品中的衍生物除了與原料本身的成分有關外，也和原料處理有關(林，1989)。

依據 101 年度年節食品抽驗果分析，各地衛生局抽驗金針產品有 51%二氧化硫殘留量超過 4 g/kg。為瞭解不同金針品種(高山種、平地種)及金針乾製品加工方法(浸泡法、青燻法)在製程中二氧化硫殘留型態及變化，本試驗研究檢測樣品之游離態及結合態二氧化硫。此外，本試驗研究針對不同品種(高山種、平地種)、產地(玉里、富里、太麻里)、加工方式(浸泡法、青燻法、無硫)及二氧化硫殘留量之金針乾對復水金針產品品質(含水率、顏色、脆度、復水性)之影響進行試驗研究，以提供加工業者有關復水金針產品加工條件之參考依據。

材料與方法

一、試驗材料

1. 金針加工過程中二氧化硫殘留型態之研究

至花蓮玉里分別取自青燻法及浸泡法兩種加工方式之平地金針與高山金針取樣方式為在加工過程中的每個步驟不同位置之金針，測量金針在加工過程中二氧化硫存在於食品中型態變化。

2. 品種及加工方式對金針乾製品品質之影響

由台灣金針協會提供之99年金針乾製品，共計12種。分別取自產地：太麻里(TML)、玉里(YL)、富里(FL)的平地金針(LG)及高山金針(HM)，加工方法為青燻法(F)、浸泡法(S)及無硫(N)，二氧化硫殘留量分為合格(<4,000ppm)(LS)、不合格(HS)及無硫(N)之金針乾製品。

二、試驗方法

1. 金針加工過程中二氧化硫殘留型態之研究

針對金針青燻法及浸泡法兩種加工方法進行試驗，以瞭解金針乾製品加工製程中二氧化硫殘留型態，試驗及採樣方法分述如下：

(1)青燻法：將採收後金針鮮蕾放入塑膠籃，依圖3及圖4方式堆疊，其中平地針硫磺比例為0.3%，高山針硫磺比例為0.4%，燻硫時間為3小時，乾燥溫度初期為50℃，逐漸提高乾燥溫度至70℃，乾燥時間為24小時。

金針採樣時間及位置分別為：燻硫後，於堆疊之內外層塑膠籃之上、中、下層進行採樣及乾燥後擺放在乾燥屋角落及中間位置之金針乾製品。

(2)浸泡法：20 kg金針鮮蕾以麻布袋裝，堆疊至已添加偏重亞硫酸鈉之浸泡液，並用水泥磚壓住；其中平地針亞硫酸鹽浸泡液之比例為10%，高山針亞硫酸鹽浸泡液之比例為5%。在常溫下浸泡約12小時後進行日曬，日曬時間為8小時，以50℃乾燥24小時。

金針採樣時間及位置分別為：浸泡後擺放在浸泡桶上、中、下層之金針，日曬後之金針樣品及在烘箱上、中、下層之金針乾製品。

2. 品種及加工方式對金針乾製品品質之影響

分別取高山金針與平地金針之鮮蕾，測其重量、長度、直徑、脆度及含水率，試驗30重覆取其平均值。將12種金針採樣後進行含水率、二氧化硫游離態與結合態的檢測，使用色差計測量金針的顏色，並將12種金針樣品進行復水性試驗後測試金針脆度。

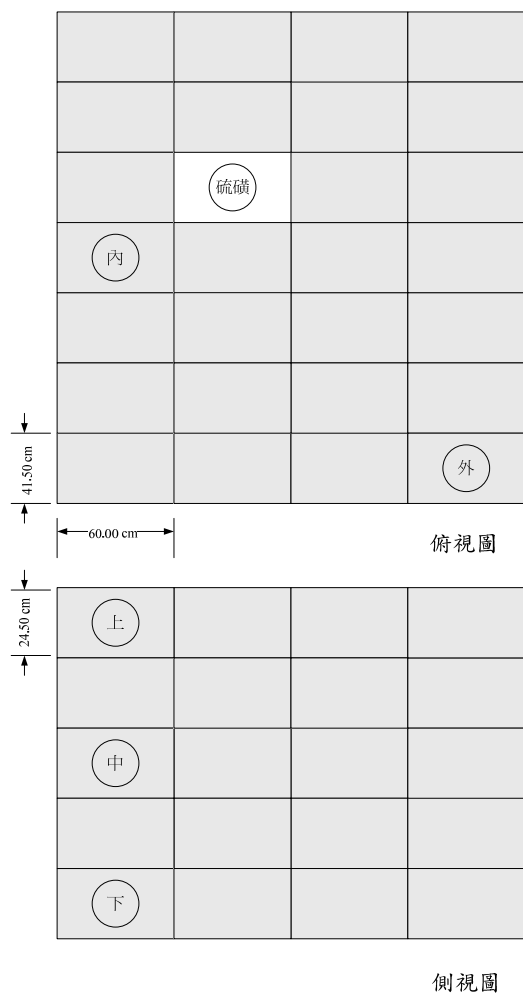


圖 3 平地金針青燻法堆疊方式及採樣點示意圖

Fig. 3 The piling and sampling schematic diagram of fumigating process for plain variety daylily

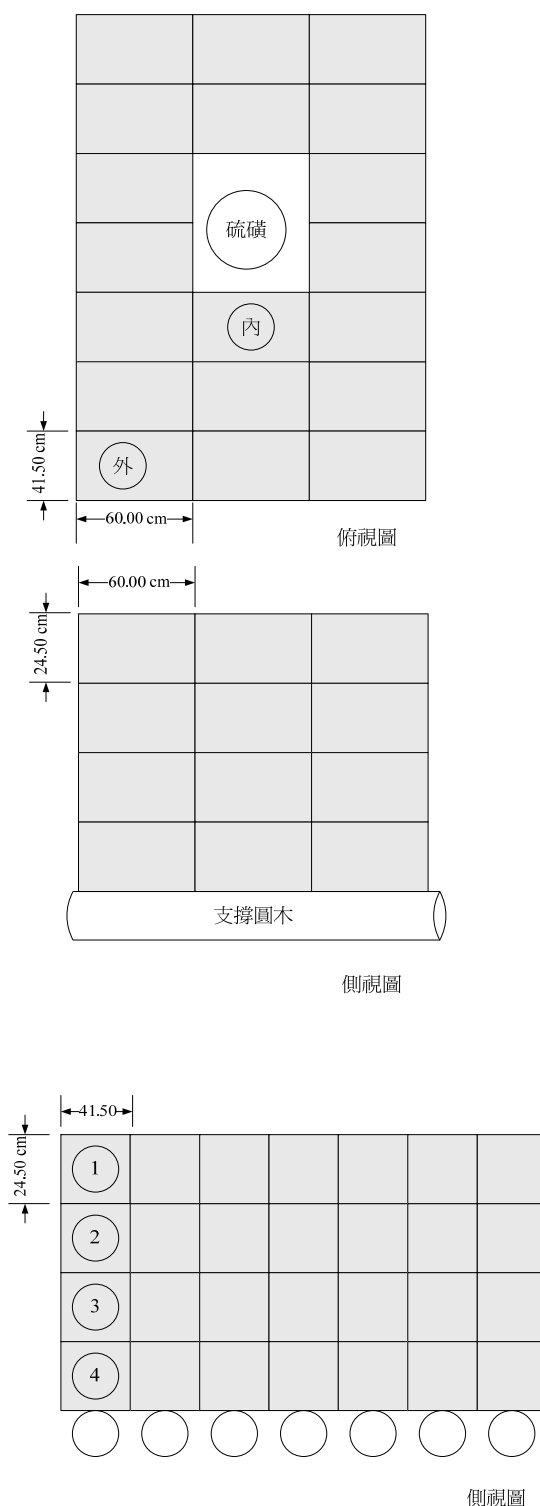


圖 4 高山金針青燻法堆疊方式及採樣點示意圖

Fig. 4 The sampling schematic diagram of fumigating process of high mountain variety daylily

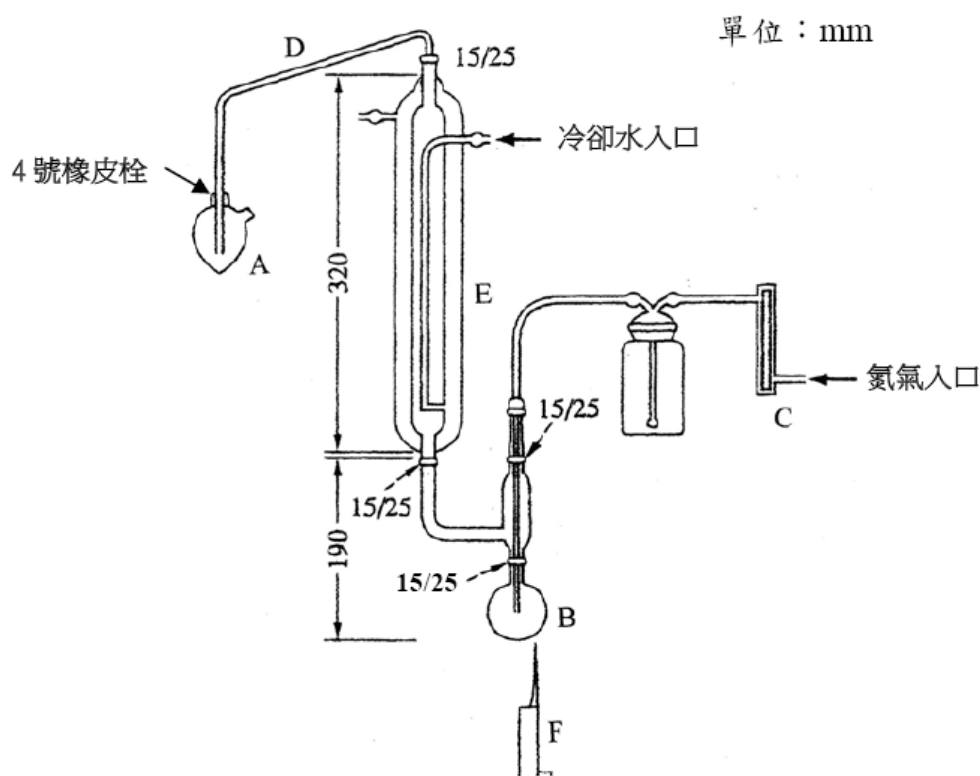
三、樣品品質檢測

(一) 含水率測定

金針樣品含水率(濕基, Wet Basis)測定採用CNS 5033之食品中水份之檢驗方法(經濟部中央標準局, 1984), 取5 g之樣品, 以真空烘箱(揚程 TK-25 $70\pm 1^\circ\text{C}$ 、 $<100\text{ mmHg}$)乾燥24小時至恆重。試驗為三重覆, 取平均值為其含水率。

(二) 二氧化硫殘留量

金針乾製品之游離態及結合態二氧化硫殘留量之檢測是參考行政院衛福部部授食字第1021950329號公告(行政院衛生福利部, 2012)之通氣蒸餾法及Modified Rankine 改良法(李, 1984)進行檢測, 其試驗裝置如圖5。試驗為三重覆, 取平均值為其二氧化硫殘留量。游離態二氧化硫在弱酸的環境下可釋放出, 結合態二氧化硫則需在弱酸及加熱環



A：梨形燒瓶，50 mL，一端口徑可與4號橡皮栓密合，
另一端開放於大氣中。

B：圓底燒瓶，100 mL，磨砂瓶口，瓶頸外徑 25 mm，內
徑 15 mm。

C：氮氣供應瓶，附有流量調節閥。

D：玻璃管，內徑 10 mm，連接處須有磨砂部分。

E：雙層冷凝管。

F：本生燈。

圖 5 二氧化硫通氣蒸餾裝置

Fig. 5 The apparatus for aerated distillation of sulfur dioxide

境下方能釋出(Fazio, 1990)。因此先以不加熱方式進行二氧化硫檢測，待10分鐘後更換L型彎管及梨型瓶，並以0.01N氫氧化鈉溶液進行滴定測試游離態二氧化硫(SDC_f)。隨後加熱10分鐘後再進行滴定測試結合態二氧化硫(SDC_b)。總二氧化硫(SDC_t)為游離態二氧化硫與結合態二氧化硫之總合。

二氧化硫殘留量(SDC)計算公式如公式(1)，1 ml 0.01N氫氧化鈉溶液等於0.32 mg之二氧化硫，乘上滴定量再除以樣品重。

$$SDC = \frac{(M - B) \times f \times 0.32}{W} \quad (\text{g/kg}) \quad (1)$$

M ：檢體 0.01 N 氫氧化鈉之實際滴定量

B ：空白檢液之 0.01 N 氫氧化鈉溶液滴定量(mL)

f ：0.01 N 氫氧化鈉溶液之力價

W ：樣品重，g

依乾燥前後二氧化硫減少比率($SDRR$)計算如下式：

$$SDRR = \frac{X_i - X_f}{X_i} \times 100 \% \quad (2)$$

X_i ：乾燥前二氧化硫殘留量, ppm

X_f ：乾燥後二氧化硫殘留量, ppm

(三) 顏色測定(Hutchings, 1994)

乾燥金針之顏色測定採用色差計(NIPPON DENSHOKU, Color Meter Model ZE-2000)以反射模式量測 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、b 值計算色相角(Hue angle)、彩度(Chroma)，計算方式如公式(3)、公式(4)。試驗為六重覆，取 Hunter L、a、b、色相角及彩度之平均值代表其顏色。

$$Hue = \tan^{-1}\left(\frac{a}{b}\right) \quad (3)$$

$$Chroma = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (4)$$

(四)復水性測定

浸泡復水比例為 1:39 (金針乾製品：蒸餾水)，秤取 20 g (W_i)樣品置於 1 L 錐形燒瓶，

再加入 780 g 蒸餾水後，於振盪水浴槽中以 60 rpm 振盪頻率進行浸泡復水過程。浸泡復水溫度設定為 40°C，浸泡復水時間則為 40 min。浸泡復水後立即將金針放置於瀝網上瀝乾，並量測金針之重量(W_f)，復水性(R)的計算方式如公式(5)。

$$R = \frac{W_f}{W_i} \times 100\% \quad (5)$$

(五) 脆度測定

採用物性分析儀(Stable Micro System, Texture Analyzer, Model TA-HD)及截切探頭(Blade Set, HDP/BS)進行截切試驗，以 Warner Bratzler Blade 做為切刀具，截切速度為 1.0 mm/sec，截切距離 20 mm。復水金針樣品之直徑約 4~5 mm，以樣品中段之截切力代表其脆度，並以 Newton 為單位表示。試驗重複數為 20 次，取其平均值為脆度。

四、統計分析

使用 Microsoft Excel 軟體之統計功能進行 ANOVA 變異數分析、變異係數(Coefficient of Variation, CV)分析及 Correlation Matrix 相關係數矩陣分析(馬和吳, 2000)。

針對金針加工過程中二氧化硫殘留量之均勻度以變異係數進行分析比較，計算公式(6)如下：

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100\% \quad (6)$$

此外，對於品種、加工方法、二氧化硫殘留量對金針乾製品品質的影響，在 99% 信賴度下依樣本數(n)計算 t -value，依此判別相關係數矩陣之顯著相關係數之臨界值。相關係數臨界值(r_c)可以由下列公式(7)計算：

$$r_c = \sqrt{\frac{t^2}{t^2 + n - 2}} \quad (7)$$

結果與討論

一、金針加工過程中二氧化硫殘留型態之研究

試驗結果顯示在青燻過程中放置在上層之金針二氧化硫殘留量較下層高，而放置於內層之金針較放置於外層之金針二氧化硫殘留量高(如表1)。表2為青燻法高山金針製作

表1 青燻法平地金針製作過程中二氧化硫之型態及乾濕基殘留量

Table 1 The types and residues of SO₂ for plain daylily processing using fumigation method

樣品	取樣位置	F-SO ₂ , ppm			B-SO ₂ , ppm			T-SO ₂ , ppm	
		濕基	乾基		濕基	乾基		濕基	乾基
燻硫後	內部上層	328	3,040	22%	1,190	11,020	78%	1,518	14,060
燻硫後	內部中層	198	1,870	19%	858	8,029	81%	1,056	9,899
燻硫後	內部下層	113	1,102	11%	933	9,114	89%	1,046	10,216
燻硫後	外部上層	70	652	8%	827	7,682	92%	897	8,335
燻硫後	外部中層	ND	ND	0%	409	4,116	100%	409	4,116
燻硫後	外部下層	ND	ND	0%	443	4,291	100%	443	4,291
乾製品	上層	154	165	5%	3,199	3,419	95%	3,353	3,584
乾製品	中層	116	123	4%	2,821	3,015	96%	2,937	3,138
乾製品	下層	140	151	5%	2,658	2,868	95%	2,798	3,019

註：F- SO₂：游離態二氧化硫殘留量；B- SO₂：結合態二氧化硫殘留量；T- SO₂：總二氧化硫殘留量

表2 青燻法高山金針製作過程中二氧化硫之型態及乾濕基殘留量

Table 2 The types and residues of SO₂ for high mountain daylily processing using fumigation method

加工過程	取樣位置	F-SO ₂ , ppm			B-SO ₂ , ppm			T-SO ₂ , ppm	
		濕基	乾基		濕基	乾基		濕基	乾基
燻硫後	內層 1	531	3,856	32%	1,146	8,314	68%	1,677	12,170
燻硫後	內層 2	659	4,741	30%	1,529	10,994	70%	2,188	15,735
燻硫後	內層 3	431	3,121	26%	1,250	9,047	74%	1,681	12,168
燻硫後	內層 4	256	1,787	19%	1,107	7,751	81%	1,363	9,538
燻硫後	外層 1	729	5,225	31%	1,597	11,448	69%	2,326	16,673
燻硫後	外層 2	453	3,059	24%	1,397	9,435	76%	1,850	12,494
燻硫後	外層 3	349	2,388	21%	1,274	8,726	79%	1,623	11,114
燻硫後	外層 4	314	2,288	21%	1,149	8,387	79%	1,463	10,675
乾製品	上層	353	388	8%	4,000	4,399	92%	4,353	4,786
乾製品	中層	361	405	8%	4,312	4,832	92%	4,673	5,237
乾製品	下層	464	518	11%	3,602	4,021	89%	4,066	4,539

註：F- SO₂：游離態二氧化硫殘留量；B- SO₂：結合態二氧化硫殘留量；T- SO₂：總二氧化硫殘留量

過程中，針農為使空氣流通在最下層放置圓木墊高，因風向故放置於外層金針之二氧化硫殘留量高於內層金針。以變異係數分析探討青燻法內外層二氧化硫均勻度，試驗結果顯示外層之金針樣品較不均勻，但高山金針在青燻過程中因底部放置圓木有助於通風流動，故其內外層較均勻(如表3)。因此青燻過程中，塑膠籃之堆疊方式明顯影響二氧化硫均勻度，並應注意通風，可將底部墊高以增加氣體流動。

表 3 品種及位置(內外層)金針對青燻後金針二氧化硫殘留量均勻度(變異係數)之影響
Table 3 The effects of varieties and position (inner and outer layers) on the uniformity (coefficient of variation) of SO₂ residue after fumigation processes

取樣位置	平地種	高山種
內層	22.35%	19.76%
外層	46.73%	20.69%

浸泡高山金針與平地金針製作過程中二氧化硫型態與殘留量之變化，顯示放置在下層的金針二氧化硫殘留量較高，試驗結果詳如表 4、5。推測可能是亞硫酸鹽溶液不均勻，且浸泡液表面未覆蓋，而導致浸泡液上層二氧化硫氣化散失。因此在浸泡過程中，應將浸泡液充份攪拌均勻，並覆蓋浸泡桶以避免二氧化硫散失。

表 4 浸泡法平地金針製作過程中二氧化硫之型態及乾濕基殘留量
Table 4 The types and residues of SO₂ for plain daylily processing using soaking method

加工過程	取樣位置	F-SO ₂ , ppm			B-SO ₂ , ppm			T-SO ₂ , ppm	
		濕基	乾基		濕基	乾基		濕基	乾基
浸泡液		20,546	20,546	90%	2,289	2,289	10%	22,835	22,835
浸泡後	上層	2,410	20,787	28%	6,139	53,004	78%	8,549	73,790
浸泡後	中層	2,505	21,293	36%	4,366	37,155	64%	6,871	58,448
浸泡後	下層	3,885	32,898	38%	6,450	54,629	62%	10,335	87,526
日曬後		2,044	9,140	33%	4,232	18,880	67%	6,276	28,020
乾製品	上層	7,271	8,145	20%	28,697	32,148	80%	35,968	40,292
乾製品	中層	7,710	8,689	17%	38,041	42,869	83%	45,751	51,558
乾製品	下層	8,612	9,518	19%	36,231	40,044	81%	44,843	49,562

註：F- SO₂：游離態二氧化硫殘留量；B- SO₂：結合態二氧化硫殘留量；T- SO₂：總二氧化硫殘留量

表 5 浸泡法高山金針製作過程中二氧化硫之型態及乾濕基殘留量
Table 5 The types and residues of SO₂ for high mountain daylily processing using soaking method

加工過程	取樣位置	F-SO ₂ , ppm			B-SO ₂ , ppm			T-SO ₂ , ppm	
		濕基	乾基		濕基	乾基		濕基	乾基
浸泡液		20,480	20,480	92%	1,676	1,676	8%	22,156	22,156
浸泡後	上層	1,693	13,067	36%	3,003	23,193	64%	4,596	36,260
浸泡後	中層	1,661	12,907	33%	3,363	26,144	67%	5,024	39,052
浸泡後	下層	2,605	20,117	41%	3,812	29,478	59%	6,417	49,595
日曬後		2,374	10,147	30%	5,657	24,247	70%	8,031	34,393
乾燥後		3,624	3,939	19%	15,453	16,783	81%	19,077	20,722

註：F- SO₂：游離態二氧化硫殘留量；B- SO₂：結合態二氧化硫殘留量；T- SO₂：總二氧化硫殘留量

比較以青燻法或浸泡法製做之金針乾製品其二氧化硫之形態及比例，結果顯示以青燻法製做之產品其二氧化硫殘留量 89~96%為結合態，而浸泡法製做之產品中其結合態之二氧化硫僅佔 80~83%。亞硫酸鹽在食品中，與食品成分結合成各種結合強度不同的結合型亞硫酸鹽，而沒有與食品做鍵結的稱之為游離態二氧化硫。亞硫酸鹽對酵素及非酵素褐變之抑制作用，主要是藉游離態二氧化硫之親核性加成作用，抑制中間產物進一步褐變反應。由此結果可推測青燻法在防止褐變的效果上應較浸泡法佳。產品顏色變化是在加工過程中發生，因此二氧化硫會與產品結合而產生保色的效果。其餘的二氧化硫則是以游離態型式存在於產品中，對於保色的效果幫助不大，因此應盡量在加工過程中去除，以降低產品二氧化硫殘留量。由表 1、2、4、5 比較顯示青燻法對平地金針及高山金針游離態二氧化硫的殘留量皆較低，大多是以結合態二氧化硫存在於金針中。青燻法及浸泡法對高山金針及平地金針隨著製程步驟，總二氧化硫乾基殘留量逐漸減少；其中游離態二氧化硫比例逐漸降低，但結合態二氧化硫比例則逐漸增高，顯示二氧化硫多以結合態的形式存在於金針乾製品中。

以變異係數分析探討金針在製作過程其均勻度，試驗結果顯示：青燻法在燻硫後之均勻度較低，但製成金針乾製品後青燻法金針反較浸泡法均勻(如表 6)。此外，比較高

表 6 加工過程中金針品種及加工方式對金針二氧化硫殘留量均勻度(變異係數)之影響
Table 6 The effects of varieties and processing methods on the uniformity (coefficient of variation) of SO₂ residue in dried daylily processing

加工方式	加工過程	平地種	高山種
青燻法	燻硫	46.80%	18.94%
	乾燥	9.53%	6.96%
浸泡法	浸泡	20.18%	16.98%
	乾燥	12.81%	8.81%

山種及平地種之差異，結果顯示平地種之均勻度較差，表 7 為加工方法及金針品種對乾燥前後游離態、結合態及總二氧化硫殘留量(乾基)變化之影響，結果顯示：在製作過程中游離態二氧化硫之減少率皆較結合態二氧化硫高，以青燻法加工之游離態、結合態及總二氧化硫減少率較浸泡法高，高山種之金針總二氧化硫減少率較平地種高。高山種金針的二氧化硫均勻度及乾燥過程中二氧化硫減少率皆較平地種高，推測為高山金針花蕾重量較輕，直徑較細小，而平地金針之質地較硬，且含水率較高山金針高。

金針鮮蕾在品種上有顯著差異，高山針鮮蕾較紅；平地針鮮蕾則偏向綠色，由表 8 顯示不同加工方式對平地金針乾製品顏色有明顯差異，採用浸泡法之金針乾製品較暗顏

色較紅，青燻法之金針乾製品則較亮顏色則偏向綠色，分析不同加工方式對平地金針乾製品之 L 值、a 值、b 值與色相角有顯著差異。不同加工方式對高山金針乾製品之 a 值、彩度與色相角有顯著差異；結果顯示不同品種對青燻法以及浸泡法產品顏色有顯著差異(如表 9)。

表 7 加工方法及金針品種對乾燥前後游離態、結合態及總二氧化硫殘留量(乾基)變化之影響

Table 7 The effects of processing method and varieties on the change of F-SO₂, B-SO₂, and T-SO₂ residues before and after drying

加工方式	加工過程	平地種			高山種		
		F-SO ₂	B-SO ₂	T-SO ₂	F-SO ₂	B-SO ₂	T-SO ₂
青燻法	燻硫(ppm)	1,111	7,376	8,486	3,308	9,263	12,571
	乾燥(ppm)	147	3,419	3,584	437	4,417	4,854
	減少率	86.81%	53.64%	57.77%	86.80%	52.31%	61.39%
浸泡法	浸泡(ppm)	24,992	48,263	73,255	15,364	26,272	41,636
	乾燥(ppm)	8,784	38,354	47,138	3,939	16,783	20,722
	減少率	64.85%	20.53%	35.65%	74.36%	36.12%	50.23%

註：F- SO₂：游離態二氧化硫殘留量；B- SO₂：結合態二氧化硫殘留量；T- SO₂：總二氧化硫殘留量

表 8 不同加工方式對平地金針乾製品之顏色比較

Table 8 The comparison of color for dried plain daylily products using various processing methods

加工方式	取樣位置	L	a	b	Chroma	Hue Angle
青燻法	上層	46.58±2.32	8.62±0.66	26.08±1.49	27.47±1.46	71.69±1.50
青燻法	中層	46.50±2.46	7.90±0.62	26.08±1.50	27.26±1.43	73.11±1.60
青燻法	下層	45.94±2.08	7.70±0.73	25.57±1.25	26.72±1.19	73.22±1.75
浸泡法	上層	37.01±2.66	13.28±2.22	21.91±1.91	25.65±2.60	58.94±3.08
浸泡法	中層	38.21±2.14	12.74±1.32	22.43±1.41	25.80±1.84	60.46±1.37
浸泡法	下層	38.21±1.73	13.51±1.91	22.38±1.15	26.17±1.85	59.00±2.62

表 9 不同加工方式對高山金針乾製品之顏色比較

Table 9 The comparison of color for dried high mountain daylily products using various processing methods

加工方式	取樣位置	L	a	b	Chroma	Hue Angle
青燻法	角落 1	44.97±1.07	15.16±1.49	25.69±0.53	29.85±1.02	59.51±2.31
青燻法	角落 2	43.50±1.10	12.49±2.67	24.87±1.10	27.89±1.97	63.57±4.50
青燻法	中間	42.86±1.07	11.22±1.68	24.17±0.31	26.69±0.66	65.16±3.35
浸泡法		45.27±2.72	16.45±0.82	25.43±1.66	30.31±1.32	57.04±2.44

二、品種及加工方式對金針乾製品品質之影響

由表10 試驗結果顯示未復水前之金針乾製品的含水率與復水後的含水率無顯著相關。加工方法為浸泡法，且為高山金針乾製品之復水性有較高的趨勢，而採用青燻法之金針復水性普遍較低。將金針乾製品復水後測量脆度，結果顯示高山種之金針乾製品脆度有較高的趨勢但會因加工方式而有差異。

表 10 不同品種、加工方式、產地、二氧化硫殘留量之金針乾製品復水前後含水率的變化及復水性、脆度之比較

Table 10 The change of moisture content and rehydration ratio for various dried daylily products

品種	加工方式	產地	二氧化硫殘留量(ppm)	復水前含水率(%)	復水後含水率(%)	復水性(%)	脆度 N
高山種	浸泡法	玉里	3,594	14.79	82.75	3.401	20.25
高山種	浸泡法	玉里	23,037	8.36	86.17	4.056	27.85
高山種	浸泡法	太麻里	2,919	7.88	86.20	4.410	33.51
高山種	青燻法	玉里	573	13.81	76.96	3.163	19.27
高山種	青燻法	玉里	2,490	7.00	76.80	2.786	24.11
高山種	青燻法	太麻里	2,781	7.26	74.16	3.010	24.07
高山種	無硫	玉里	ND	5.71	82.56	3.785	23.95
高山種	無硫	富里	ND	8.01	80.63	3.432	27.93
平地種	浸泡法	玉里	13,553	7.64	81.30	3.366	20.11
平地種	浸泡法	玉里	20,109	7.70	84.60	3.250	26.80
平地種	青燻法	玉里	1,210	7.77	77.19	3.003	23.91
平地種	青燻法	玉里	912	8.43	74.96	2.954	20.47

十二件金針樣品中游離態二氧化硫所佔比例較低，大部分以結合態二氧化硫存於金針乾製品中。其中以浸泡法加工的金針乾製品游離態二氧化硫比例較青燻法加工之金針乾製品高，且採用青燻法之金針乾製品游離態二氧化硫比例皆佔總二氧化硫5%以下(如表11)。

高山金針與平地金針鮮蕾之物性比較如表12所示，經變異數分析($\alpha= 0.05$)結果顯示：品種對重量、直徑、脆度及含水率有顯著差異，但長度無顯著差異。高山金針平均重量較平地金針輕，且直徑較細小；平地金針平均脆度及含水率較高山金針高。

試驗結果顯示在99%信賴度下依其自由度計算出之相關係數臨界值為0.1865， $|r| > 0.1865$ 為顯著相關，統計分析結果顯示品種對顏色、復水性及脆度有顯著相關，高山種金針乾製品及平地種金針乾製品之顏色a、b值有顯著差異，推測與金針鮮蕾顏色有

關，高山金針乾製品之復水性及脆度有較高之趨勢。加工方式對游離態二氧化硫、彩度及復水性有顯著相關；採用浸泡方式加工之金針乾製品游離態二氧化硫殘留量之比例較高，復水性較佳。游離態二氧化硫及結合態二氧化硫對顏色、復水性及脆度皆有顯著相關，但結合態二氧化硫對顏色及復水性影響較大，由此結果可推測結合態二氧化硫在防止褐變的效果上應較游離態二氧化硫佳。顯示影響金針乾製品品質之因素為品種、二氧化硫殘留量高低及產地（如表13）。推測高山金針鮮蕾與平地金針鮮蕾物性有顯著差異，因此製成金針乾製品之品質受品種影響顯著。

表 11 不同品種、加工方式、產地之金針乾製品內游離態與結合態二氧化硫比例
Table 11 The proportion of F-SO₂ and B-SO₂ residues for dried daylily products with various varieties, processing methods and places of origin

品種	加工方式	產地	Free SO ₂ (ppm)		Bound SO ₂ (ppm)		Total SO ₂ (ppm)
高山種	浸泡法	玉里	76	2.11%	3,518	97.89%	3,594
高山種	浸泡法	玉里	2,875	12.48%	20,162	87.52%	23,037
高山種	浸泡法	太麻里	250	8.57%	2,669	91.43%	2,919
高山種	青燻法	玉里	112	4.49%	2,378	95.51%	2,490
高山種	青燻法	玉里	6	1.11%	566	98.89%	573
高山種	青燻法	太麻里	123	4.43%	2,658	95.57%	2,781
高山種	無硫	玉里	ND		ND		ND
高山種	無硫	富里	ND		ND		ND
平地種	浸泡法	玉里	2,235	16.49%	11,318	83.51%	13,553
平地種	浸泡法	玉里	1,958	9.74%	18,150	90.26%	20,109
平地種	青燻法	玉里	21	1.76%	1,189	98.24%	1,210
平地種	青燻法	玉里	ND	0.00%	912	100.00%	912

表 12 高山金針與平地金針鮮蕾之物性比較
Table 12 Comparison of the physical properties for high mountain and plain daylily varieties

物性	高山金針鮮蕾	平地金針鮮蕾
重量(g)	2.23±0.14	3.05±0.40
長度(mm)	96.70±6.55	99.73±6.23
直徑(mm)	8.33±0.50	10.47±0.59
脆度(N)	13.13±1.61	15.54±2.28
含水率(%)	89.20±1.12	93.12±0.93

表 13 各試驗參數間之相關係數矩陣分析

Table 13 The correlation matrix analysis for various experimental Variables

	品種	加工	產地	Free	Bound	Total	含水率	顏色-L	顏色-a	顏色-b	彩度	色調	復水性	復水後 含水率	脆度
品種	1														
加工	-0.2449*	1													
產地	-0.3881*	0.0380	1												
Free	0.2902*	0.1883*	-0.2649*	1											
Bound	0.2684*	0.1379	-0.2535*	0.9594*	1										
Total	0.2725*	0.1451	-0.2561*	0.9691*	0.9993*	1									
含水率	-0.2199*	-0.1979*	-0.2191*	-0.1700	-0.1116	-0.1197	1								
顏色-L	0.2699*	0.1654	0.2812*	-0.0709	-0.0297	-0.0352	-0.8421*	1							
顏色-a	-0.3147*	0.1007	0.2353*	0.5536*	0.6839*	0.6702*	0.0987	-0.1917*	1						
顏色-b	0.3087*	0.1772	0.3309*	0.1939*	0.2590*	0.2518*	-0.8037*	0.9374*	0.0974	1					
彩度	0.0975	0.2031*	0.3705*	0.4352*	0.5555*	0.5425*	-0.5988*	0.6707*	0.5800*	0.8653*	1				
色調	0.4487*	-0.0128	-0.0797	-0.3836*	-0.4817*	-0.4712*	-0.4932*	0.6243*	-0.8772*	0.3874*	-0.1224	1			
復水性	-0.3695*	0.6136*	0.3202*	0.3135*	0.2710*	0.2777*	-0.0799	-0.0498	0.4641*	0.0343	0.2736*	-0.3887*	1		
復水後 含水率	-0.1467	0.6856*	-0.0115	0.5557*	0.5775*	0.5773*	-0.0177	-0.1163	0.6296*	0.0532	0.3697*	-0.5404*	0.8400*	1	
脆度	0.8274*	-0.1320	-0.3568*	0.5012*	0.5790*	0.5715*	-0.1754	0.1802	0.2088*	0.3460*	0.3911*	-0.0225	-0.1509	0.2384*	1

註：*表示在 99%信賴度顯著相關， $r_c = 0.1865$ ；F- SO₂：游離態二氧化硫殘留量；B- SO₂：結合態二氧化硫殘留量；T- SO₂：總二氧化硫殘留量

結 論

目前市售含硫金針乾製品慣用之加工方式為青燻法及浸泡法，青燻法金針在加工過程中二氧化硫殘留量雖分布不均，但製成乾製品後其變異係數皆在 10% 以下，顯示青燻法製作之金針均勻度較浸泡法佳。因此應建議每次青燻處理量不要太多，且可將底部墊高增加氣體流動，以避免造成不均勻問題。若採用浸泡法加工，則建議將浸泡桶加蓋以避免二氧化硫蒸發散失，且需充分攪拌浸泡液，同時應減少金針堆疊密度，以提升產品二氧化硫殘留量之均勻度。

比較以青燻法或浸泡法產製之金針乾製品其二氧化硫之形態及比例，結果顯示在製作過程中游離態二氧化硫之減少率皆較結合態二氧化硫高，使用浸泡法之金針乾製品游離態二氧化硫殘留量比例較高，而以青燻法加工之游離態、結合態及總二氧化硫減少率較浸泡法高，但游離態對金針乾製品之顏色保存無顯著效果。因此建議金針乾製品之加工方式採用青燻法，可產製 4 g/kg 以下較佳之產品，且金針乾製品之二氧化硫殘留量亦較易控制。

品種及加工方式影響金針乾製品品質之試驗結果顯示，金針品種對乾製品品質之影響極為顯著，採用不同品種產製之金針乾製品其顏色、復水性及脆度皆有顯著差異。其次要影響因子依序為：二氧化硫殘留量、加工方法及產地。游離態及結合態二氧化硫對顏色及脆度皆有顯著相關，但結合態二氧化硫與顏色之相關性較高，因此推測結合態二氧化硫較具有保色作用。

參考文獻

- 中華民國消費者文教基金會。1998。產品比較試驗報告「好花不常在，強留傷健康」。
消費者報導 209 期：34-39。
- 行政院衛生福利部。2012。食品中二氧化硫之檢驗方法。部授食字第 1021950329 號公告。
- 吳柏青。1998。農業推廣手冊 (1) - 金針產銷與加工流程。宜蘭：國立宜蘭技術學院農業推廣委員會。
- 吳柏青。1999。八十八年度花蓮縣金針危機處理白皮書。花蓮：花蓮縣金針危機處理小組。
- 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 9(1):45-58。
- 吳嘉琳。2007。亞硫酸鈉。食品工業 39(3):44-46。

- 李瑞燕。1984。食品中亞硫酸鹽的測定。食品工業 16(12):25-31。
- 林欣榜。1989。四價硫的氧化物對褐變之抑制作用。食品工業 21(8):31-40。
- 段盛秀。1988。亞硫酸鹽之安全性及其檢驗上的問題。食品工業 20(8):17-22。
- 馬秀蘭, 吳德邦。2000。統計學 - 以 MS Excel 為例。文京圖書有限公司。
- 張為憲、李敏雄、呂政義、張永和、陳昭雄、孫璐西、陳怡宏、張基郁、顏國欽、林志城、林慶文。2002。食品化學。台北：華香園出版社。
- 經濟部中央標準局。1984。食品中水分之檢驗方法，CNS 5033 N6114。
- Fazio, T. and C.R. Warner.. 1990. A review of sulphites in foods: analytical methodology and reported findings. Food Additives and Contaminants: Analysis, Surveillance, Evaluation, Control 7(4):433-454.
- Hutching, J.B.. 1994. Food Colour and Appearance. New York: Chapman & Hall Inc. J. Sci. Fd. Agric. 25:577-587.
- Pizzoferrato, L., G.D. Lullo and E. Quattrucci. 1998. Determination of free, bound and total sulphites in foods by indirect photometry-HPLC. Food Chemistry 63(2):275-279.
- Wedzicha, B.L.. 1992. Chemistry of sulphiting agents in food. Food Additives and Contaminants 9:449-459.

104年 1月 14日投稿
104年 8月 20日接受