

金針產銷與加工流程.....吳柏青

- 一、前言
- 二、金針產銷
- 三、金針加工流程
- 四、亞硫酸鹽與二氧化硫
- 五、金針乾製品復水浸泡處理
- 六、二氧化硫殘留量檢測技術
- 七、金針乾製品品質
- 八、結語、銘謝
- 九、參考文獻
- 十、附錄 I
- 十一、附錄 II

農業推廣手冊 1

金針產銷與加工流程

吳柏青

生勿機電工程系教授

行政院農業委員會經費補助
中華民國八十七年十一月出版

壹、前言

金針菜為百合科萱草屬多年生宿根性草本植物，學名 *Hemerocallis fulva* L.，英名 Day Lily 或 Common Orange Day Lily，俗稱金針花、萱草、金針、黃花、忘憂、療愁、丹棘、鹿劍、鹿蔥、宜男、萱花、黃花菜。其花瓣較花筒長，有雄蕊六枚，花絲細長，狀如古時金針，故名金針花，古代稱為萱草。金針原產於中國大陸、西伯利亞、日本、東南亞，本省於 1661 年自大陸華南引入栽培。每年 8~9 月為其盛產期，6~7 月及 10 月少量生產，其餘月份不生產。由於花期適逢颱風豪雨季節，而造成花莖折損，花蒂脫落。更因颱風災害造成山區道路中斷，而影響生鮮產品之運銷。此外，鮮蕾食用烹煮前須將黑色花粉囊摘除，頗為耗時，故金針大多以加工乾製品供應全年所需。因氣溫與日照等之影響，祇有在北部海拔 400 公尺，中、南、東部海拔 800~1,000 公尺處才能獲得穩定產量。假使栽植在低海拔地區，則有隔年抽苔、零星抽苔或不抽苔現象發生。

於 1990 年育成平地種金針「台東六號」，可於平地及海拔 400 公尺以下坡地栽植，花期較早（約 4~6 月），可避免颱風之侵襲，確保針農之收穫，且易於僱工、管理、採收、運輸、加工，產量較本地種高一倍以上，可降低生產成本，增

加針農收益，尚具有調節產期之功能，唯目前栽培面積較小，且其加工乾製品品質略差。

金針以分株法繁殖，老株在冬季發芽至 5~6 公分時，於 11~12 月分株移植於本圃。採雙行間作栽植，行株距採雙行形式為 30x60x30 公分，每穴植 3~5 苗株。翌年 5 月起即可抽穗開花予以採收，連續採收 4~5 年，當母株發育不良衰退時即需重新栽培。應選在抽穗花苞緊密，花瓣黃綠而未呈黃色，花苞未展開前採收，以免香味流失。

金針主要營養成份為水、蛋白質、脂質、醣類、纖維、灰質、鈣、磷、鐵、維生素 A、B1、B2、菸鹼酸，營養價值高 (詳如表 1)。依本草綱目記載：「萱草利尿、止血、消腫。治血吸蟲病殊效。鮮根搗爛為罨包劑，治乳腺炎、乳癰腫。花為利尿、強壯劑，花含天門東素」。此外，其根稱金針根，治結石病、肝病。金針屬涼性食物，可清濕熱、利尿，有助於精神安定。熱性體質的人食用金針可清涼退火，但對體質較虛冷的人，在食用時必須用麻油加以調和烹煮。

表 1 金針乾製品營養素含量 (每 100 公克)

營養素	含量
熱量	254-cal
水	23.3-g
蛋白質	8.5-g
脂肪	2.5-g
醣類	59.5-g
纖維	4.9-g
灰份	4.5-g
鈣	340-mg
磷	208-mg
鐵	14-mg
維他命	7.000-IU
維他命 B ₁	0.16-mg
維他命 B ₂	0.71-mg
菸鹼酸	0.8-mg

貳、金針產銷

金針栽培面積由民國 76 年 1,544 公頃減少至 86 年 830 公頃，乾金針產量則由民國 76 年 1,266 公噸減少至 86 年 712 公噸 (詳如圖 1)。金針栽培則集中於花東地區，民國 86 年花蓮縣栽培面積為 393 公頃 (產量 372 公噸) 佔首位；台東縣栽培面積為 297 公頃 (產量為 228 公噸)；南投、嘉義、雲林、苗栗等縣則有零星栽培。台東縣金針栽培面積在民國 83 年以前皆佔全省第一位，但自民國 84 年起花蓮縣之金針栽培面積首度超越台東縣。圖 2 顯示乾金針售價逐年升高，自 75 年每公斤 260 元提高至 86 年每公斤 340 元 (台灣農業年報，1998)；生鮮金針平均每公斤批發價為 59.53 元 (台北農產運銷股份有限公司)。87 年度依據產地訪視調查結果顯示，生鮮金針批發價約 50~60 元/公斤；零售價約 80 元/公斤；金針乾製品批發價約 500 元/公斤；零售價約 700~750 元/公斤。

花東三大金針產區為玉里赤科山、富里六十石山、太麻里金針山，目前針農仍需面對承租之林班地放領使用、濫墾及水土保持..等相關問題。由於大陸金針大量走私進口，加以媒體大肆報導二氧化硫殘留量問題，確實影響針農栽培意願。以花東地區為

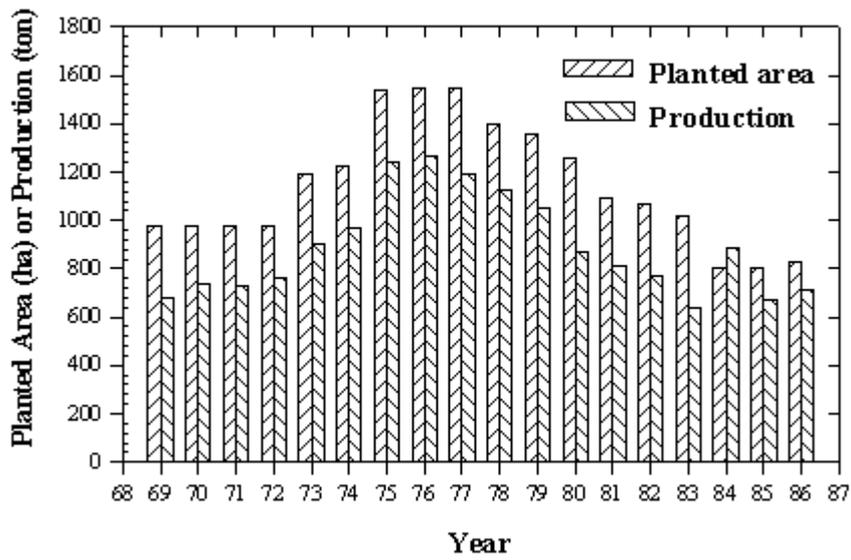


圖 1 歷

年來金針栽培面積與產量 (乾製品) 之變化

(資料來源：台灣農業年報)

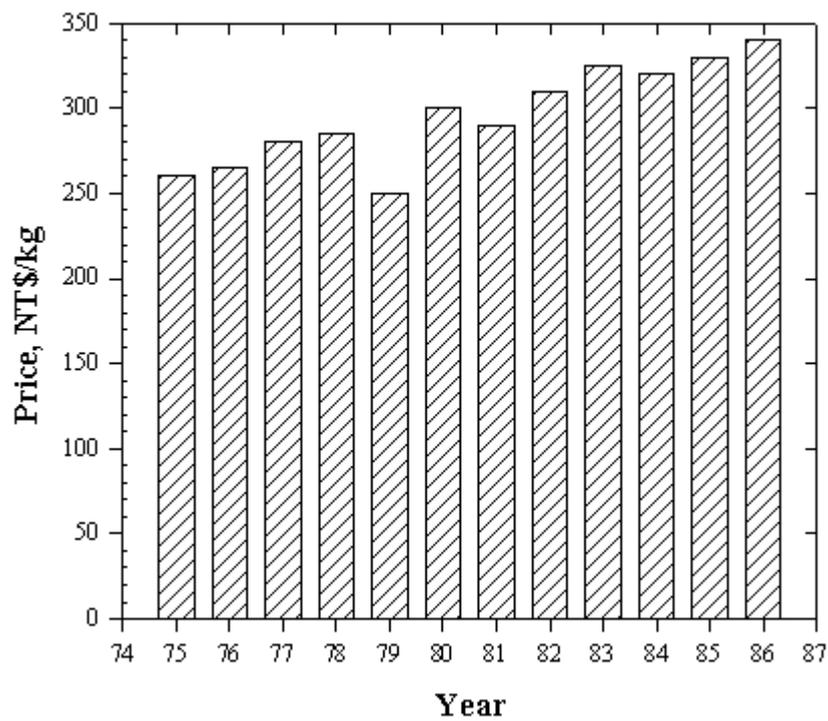


圖 2 歷年來金針乾製品價格之變化

(資料來源：台灣農業年報)

例，部份針農已將金針園轉作茶樹，致使金針栽培面積逐年遞減。此外，因金針產期集中，且栽培管理較粗放，除採收期外皆無生產。若轉作茶樹，則一年可以採收數次。金針採收需要耗費大量人力，一般採收工資為 10 元每台斤，依此計算每公斤金針乾約需 170 元之採收成本，約佔金針批發價之 35%。雖然大陸金針品質較差 (深褐色、味酸)，但因價廉 (批發價約 130 元/公斤；零售價約 250 元/公斤)，所以一般自助餐廳、副食供應站..等仍會大量採用。將來台灣加入國際貿易組織 (WTO) 之後，對於金針產業之衝擊勢必非常大。目前部份進口之「港針」，其價格雖低且品質已接近國產金針乾製品，已對金針產業造成相當大之衝擊。此外，國內部份針農已遠赴大陸進行金針栽培，再加工成乾製品後回銷台灣。由於大陸地區之栽培與加工成本皆較國內低廉，若其產品品質提升，再加以市場開放，國產金針乾製品勢必無太大競爭空間。

生鮮金針因不耐儲藏，且產地集中在花東地區，冷藏運輸不易，加以生鮮金針消費市場未打開，造成運銷與推廣困難。然而，金針乾製品一般皆由針農自行加工製作，因生產規模較小，且加工流程及條件差異性大，以致乾製品品質參差不齊，更直接影響價格與共同運銷作業之推動。目前針農生產之金針乾大部份 (約八九成以上) 由中盤商至產地直接收購，過去針農及農會曾嘗試以聯合方式統一與中盤商訂定收購契約，但因產量與售價無法確實掌握而未能實施，金針乾製品品質標準與售價仍由中盤商主導。此外，小部份之金針乾製品是以小包裝經由自產自銷方式或農會出售。

雖然金針年產量約 700 公噸，但其加工作業大部份仍由針農自行處理，作業規模皆屬小型加工模式，不僅作業效率較低，投資回收慢，且無法以自動化作業替代繁雜之加工作業。此外，小規模加工生產對於品質較無法管制，產品品質 (如：外觀顏色、含水率、二氧化硫殘留量..等) 較不穩定。

參、金針加工流程

金針須在花朵綻開前一日採擷，而在清晨採收之鮮蕾品質(不論鮮食或加工)較佳，其含水率約為 87%(濕基 Wet basis)。由於鮮蕾不耐儲運，因此一般針農將採收後之鮮蕾加工成乾製品貯藏待售。清晨採收之金針花蕾顏色較差，但乾製品之口感較好；而下午採收之金針花蕾顏色較佳，可能因含水率較低，其成品率較高。

金針鮮蕾採收時為淺黃綠色，而花苞綻放時則為橘紅色，鮮蕾經加工浸泡後其顏色亦會轉為橘紅色。金針花含有花青素類 (Anthocyanins, 0.97-mg%)、黃色素類(Flavonoids, 6.3-mg%)、類胡蘿蔔素類(Carotenoids, 7-mg%)與微量之葉綠素類 (Chlorophylls) 及花藥上之黑色素等，而金針品種所含有之色素種類及含量互異，不僅影響鮮蕾花色及加工品質，且酸鹼度亦會影響此類色素之色澤反應。鮮蕾呈淡黃色或金黃色者(較成熟之鮮蕾)因含有較多之黃色素、較少之葉綠素，其加工成品之色澤較白；鮮蕾呈紅色或橙黃色且花瓣鮮艷者因含有較多之花青素，其加工成品之色澤較深。此外，金針內部所含有之酵素亦會在加工過程中造成褐變現象。

傳統金針加工流程為增加產品香味，將金針花稍微曬乾(日曬 1~2 小時)，然後以少許食鹽搓揉，再裝於缸內壓緊，使其產生乳酸發酵(約 2~3 天)，再取出曬乾，但因其乾製品呈暗黑色，故又稱「黑金針」。目前一般金針加工流程為採收鮮蕾→殺菁→乾燥→燻硫→乾燥→包裝。然而，金針加工是一種技術，亦是一種藝術，因此各地區之金針加工步驟與流程皆不盡相同。較典型之加工流程詳列於圖 3，其加工步驟分別詳述如下：

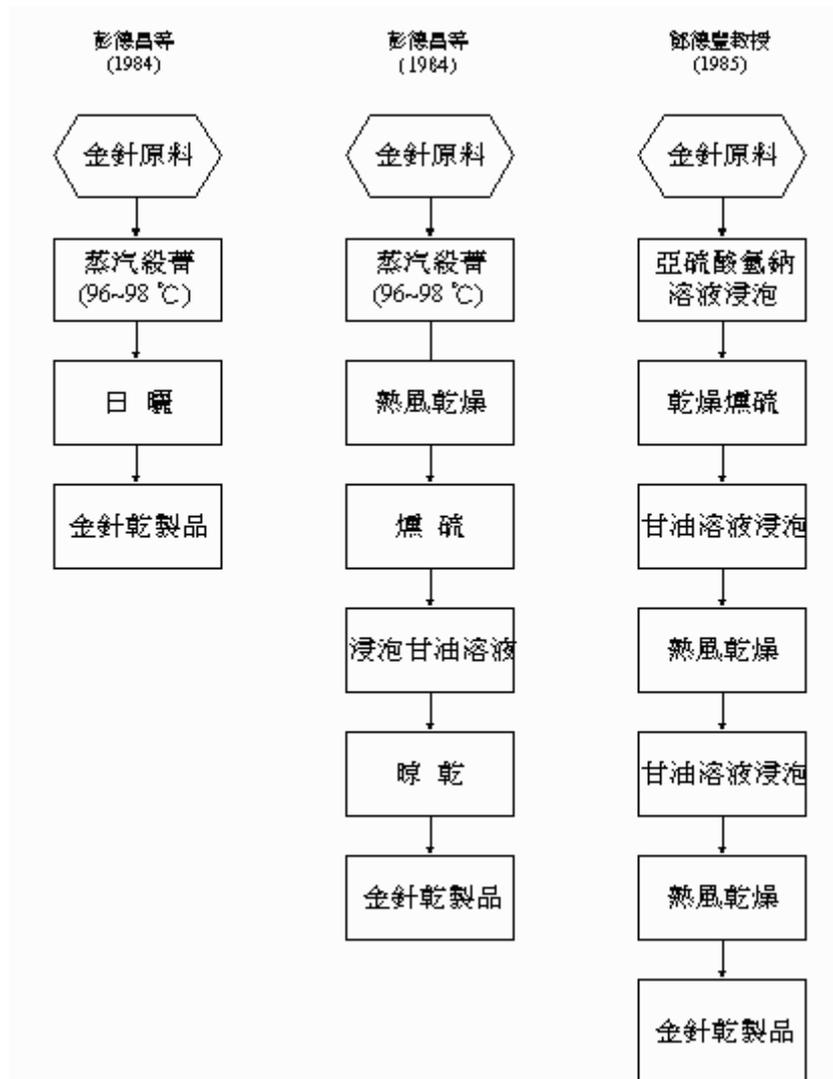


圖 3a 金針乾製品加工流程

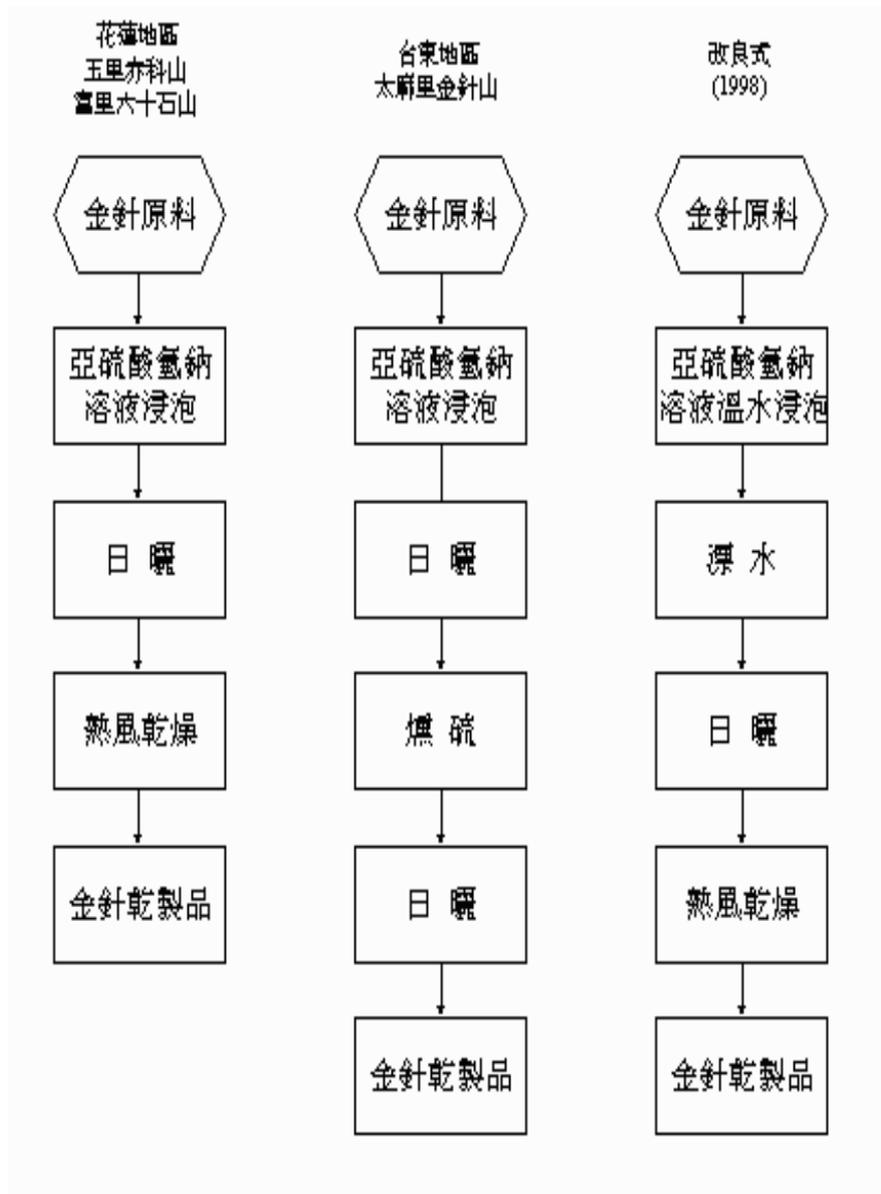


圖 3b 金針乾製品加工流程

1.殺菁

傳統金針加工是將鮮蕾平舖在特製之竹匾上，再利用蒸汽或沸水予以殺菁，使酵素失去活性。而在殺菁過程中亦兼具洗淨及除去鮮蕾表層之蠟質，並軟化蕾苞組織及收縮鮮蕾呈針形。殺菁之條件與時間視個人之殺菁設備及產品要求不同而異，殺菁時間有3至90分鐘之差異。但以蒸汽殺菁、日曬加工之金針乾製品色澤灰暗，組織軟化，品質不佳且不耐貯藏。

自1983年起本省中部地區首先採用亞硫酸氫鈉(NaHSO_3)浸漬取代蒸汽殺

菁，雖然仍存在二氧化硫殘留量等問題，但其產品外觀及品質一致。鄧德豐(1985)建議以 1.2~1.4%之亞硫酸氫鈉溶液浸泡 14~15 小時。浸泡亞硫酸鹽溶液後，若金針所含之二氧化硫含量偏低時，而不足以壓制花藥上之黑色素，其乾製品頭部顏色會呈棕黑色。

彭德昌等(1984)採用 0.2%鹽酸(HCl)與 2% NaHSO₃之等量溶液浸泡金針鮮蕾。因 pH 值會改變游離態 SO₂之比例，可以添加 50%之鹽酸以調整亞硫酸鹽浸泡液之 pH 值在 4.0~4.5 左右。田豐鎮(1987)則以醋酸代替鹽酸來調整亞硫酸鹽浸泡液之 pH 值。此外，pH 值亦會影響金針乾製品之顏色，因花青素在酸性中呈紅色，但當 pH 值在 6.2 以上時則轉為藍色。

亞硫酸鹽溶液之浸泡溫度與時間明顯影響殺菁效果，浸泡溫度與時間增加雖可加強殺菁效果，增加金針亞硫酸鹽之吸收，同時也會造成金針固形物之流失，不僅降低成品率，且會使復水後成品脆度降低、口感變差，因此加工流程應重視浸泡溫度與時間之控制。浸泡溫度過高時，會使金針花蕾散開，組織軟化。浸泡時間越久則浸泡液之固形物含量增加，且金針乾製品之還原糖量則越少(田豐鎮，1987)。因還原糖是導致非酵素褐變之主要物質，所以浸泡亞硫酸鹽過程可除去還原糖及其他易導致褐變之物質，而使金針乾製品之色澤改善，呈較均勻之金黃色。

依據花東三大金針產區之訪查結果，一般針農採用之浸泡容器為 500~1,200 公升塑膠普力桶，或以塑膠帆布圍成一約 2,000 公升之浸泡池。亞硫酸鹽(偏重亞硫酸鈉)浸泡液之配製比例為 0.9~2.0% (相當於二氧化硫 6,000~13,500-ppm)，而金針與亞硫酸鹽浸泡液比例自 1:1 至 1:2.1 不等。將每 20~30 公斤之金針花蕾盛裝於塑膠網袋或塑膠帆布袋中，以便進行亞硫酸鹽浸泡。由於金針比重較輕，因此以水泥圓板壓在金針袋上，確保所有金針皆能浸泡在亞硫酸鹽溶液中。一般亞硫酸鹽浸泡時間為 4~8 小時，浸泡後之金針含水率約 90%左右，二氧化硫含量約 1,000~2,000-ppm。浸泡後之亞硫酸鹽浸泡液皆重複使用，針農憑藉經驗添加偏重亞硫酸鈉與清水以補充亞硫酸鹽浸泡液，但可能使浸泡液濃度改變。然而，部份針農依據原比例配製亞硫酸鹽浸泡液以補充所需之浸泡液容量。由於亞硫酸鹽浸泡液重複使用，浸泡液逐漸變為黑棕色，且固形物含量亦同時提高。

針農配製亞硫酸鹽浸泡液時一般採用 BASF(Grade F 食品級) 偏重亞硫酸鈉，每袋 25 公斤裝之售價約 500 元。依據針農之加工經驗，當使用較低濃度之亞硫酸鹽浸泡液進行浸泡加工時，其成品率較低；反之，則成品率較高。可能由於亞硫酸鹽浸泡液之濃度越低，其與金針花蕾所產生之滲透壓差較大，以致在浸泡過程中造成金針之固形物流失較多，而降低成品率。

亞硫酸鹽浸泡過程中金針花蕾之二氧化硫含量及含水率隨浸泡時間增加而升高，但是浸泡液所含之二氧化硫因部份被金針花蕾吸收，且部份氣化散失，以致浸泡液二氧化硫濃度會逐漸降低。亞硫酸鹽之吸收量與速率因金針花蕾之品種、成熟度、大小、損傷程度等而異，一般約需 24 小時浸泡後金針花蕾與浸泡液之二氧化硫含量才逐漸達到平衡。此外，浸泡時間越長，則浸泡液之固形物含量隨之增加，顯示金針花蕾之可溶性固形物亦逐漸流失。浸泡溫度明顯影響金針花蕾之含水率與亞硫酸鹽吸收量及速率，亞硫酸鹽吸收量及速率隨浸泡溫度增加而增加。

2.日曬

日曬為最常用之乾燥方法，但由於氣候條件及場地空間限制，則採用熱風乾燥替代之。然而，即使採用熱風乾燥，日曬仍是一必要過程，若未經日曬所製成之金針乾製品，其頭部會呈綠色。田豐鎮(1987)曾指出日曬過程有催熟作用，因葉綠素分解酵素將葉綠素分解後，金針之色澤較均一化。

台東太麻里地區因日照充足及山區空間較有限，而將金針鮮蕾運至山下加工、日曬乾燥，並未使用熱風乾燥，總日曬時間約需 3~4 天。由於每天日落後需將日曬未乾之金針收集於塑膠籃中，翌日清晨再將金針平鋪於塑膠黑網上，相當耗費人力。當氣溫在 35°C 時，經日曬後地面溫度可高達 50~60°C。花蓮地區針農則將浸泡亞硫酸鹽溶液之金針經一天日曬，其含水率可降至 70% 左右，再以熱風乾燥至 10~20% 含水率。當浸泡亞硫酸鹽溶液濃度偏低時，因不足以抑制氧化酵素之活性，而在日曬過程中繼續氧化褐變。此外，色素經日光長期照射而破壞，以致在金針花基部產生褪色、白化現象或產生白斑。

以色差計測定金針鮮蕾加工過程之色澤變化，在日曬過程中金針之黃色色澤會減少，而紅色及藍色等色澤經日曬或熱風乾燥後反而略有增加。花青素因對溫度不安定，所以在加熱處理(日曬或熱風乾燥)後即轉變為其他類之色素。類胡蘿蔔素在加工過程之變化則因金針品種不同而異，經熱風乾燥及日曬者其類胡蘿蔔素含量均高於直接日曬者，而經燻硫處理後，一般類胡蘿蔔素含量均會減少。彭德昌等(1982)發現日曬過程較熱風乾燥對花色素之褪色作用明顯。類胡蘿蔔素在熱風乾燥過程中損失 28%，而經日曬後共損失 98%，紫外線及紅外光均有褪色作用(李玉寶等 1981)。

3. 燻 硫

燻硫具有漂白、防止非酵素褐變反應，且可防止腐敗與虫害。一般在日曬與熱風乾燥過程間，於密閉燻硫室中燃燒硫磺燻蒸，所需硫磺是金針乾花重量之 0.2%，而燻硫時間約 3~6 小時。除一般之專用密閉燻硫室外，可將金針以塑膠籃盛裝堆疊，再以塑膠帆布覆蓋以進行燻硫作業；亦可利用金針乾燥機進行燻硫，但因二氧化硫具有腐蝕性，會對乾燥機結構及機件造成損害。針農為求金針乾製品外觀及加強防腐防蛀效果，則增加硫磺用量及燻硫時間，致使金針二氧化硫殘留量超過標準。

在日曬過程中若遇天雨，因乾燥速率較慢致使金針含水率長時間過高，其表面會因微生物滋生易生成黏稠液體，使成品產生酸敗味，降低產品品質，此時針農則採取燻硫方式抑制微生物生長。台東太麻里地區因以日曬方式乾燥金針，乾燥時間較長，以致易造成微生物滋生，所以皆在日曬一天後加以燻硫處理抑制微生物生長。

4. 甘油溶液浸泡

彭德昌等建議在乾燥、燻硫作業後，以 10% 甘油(Glycerin) 與 10% 冰醋酸(Acetate) 溶液浸泡 4~5 小時。鄧德豐(1985)則建議將亞硫酸鹽溶液浸漬後之金針，再以 5% 甘油與 5% 冰醋酸溶液浸泡 14~15 小時，且重複浸泡過程數次以降低二氧化硫殘留量至 500-ppm 以下。施仁興則建議將金針乾製品以 2% 甘油溶液浸泡一小時，再予以曬乾可將二氧化硫殘留量降低，並可維持其色澤。

此外，浸泡甘油溶液亦可降低產品水活性，增加產品表面光澤、成品率(因乾物重增加)、脆度等。由於使用甘油浸泡，不僅增加加工成本(食用級甘油每公斤售價約 110 元)，且增加加工程序之複雜度，因此針農採用此法之意願較低。若以 200 公升甘油溶液浸泡 90 公斤金針鮮蕾為例，每次浸泡之甘油成本為 120 元每公斤金針乾製品。由於甘油溶液無法多次重複使用，如此將大幅增加加工成本，影響針農採用此法之意願，降低其可行性。富里六十石山部份針農在日曬後，以噴藥機將甘油噴於金針表面，此法並無法降低二氧化硫含量，但確可提高金針外觀品質及乾物重量。

5.熱風乾燥

熱風乾燥之加工成本雖然較高，但不受天候因素影響，且乾燥時間較短。熱風乾燥因使花蕾脫水速度加快，以致花苞較寬、形狀無法成針形、花瓣較脆、色澤則為紅褐色。金針熱風乾燥時間長短隨乾燥溫度、金針含水率、添加物等條件而異，通常需要 8~12 小時。一般金針乾操作業大都採用香菇熱風乾燥機，為層架、批式乾燥機，每片乾燥網架尺寸為 75-cm×115-cm。乾燥機以柴油為燃料，若以乾燥能量為 1,200 公斤之金針乾燥機為例，其耗油量約為 10 公升/小時。由於乾燥機內部溫濕度均勻度較差，乾燥過程須調整上下層架，以維持乾燥均勻度。一般設定之乾燥溫度均高出常溫 20°C 以上，但仍需要依乾燥時間調整乾燥溫度，以提高乾燥速率與乾製品品質。針農先以較低溫度(約 50~70°C)進行乾燥，隨著含水率降低逐漸提高乾燥溫度至 60~90°C。此外，在乾燥初期將排風口氣門完全打開，使蒸發之水蒸氣能排出，而在乾燥過程中逐漸關閉氣門，以節省乾燥所需燃料。實際上，調整乾燥機排風口氣門是直接影響乾燥機風量與靜壓大小。

由於金針鮮蕾含水率較高，且含有多醣類物質，在乾燥過程中須翻動金針，以避免金針互相黏貼或黏貼至乾燥層架上。翻動次數或頻率增加，可有效縮短乾燥時間，且乾製品之外形較佳。若每兩小時翻動一次，則乾燥時間可縮短至 6 小時，但此法相當耗費人力。此外，此類型之乾燥機構造簡單，熱交換效率較差，因此燃油效率偏低，導致乾操作業成本增加。

乾燥溫度越高，雖然可減少乾燥所需時間，但是溫度過高會破壞花青素。花青素為一種配醣體(Glicoside)，化性非常活潑，遇高溫加熱其色澤即發生變化。花青素與類胡蘿蔔素經加熱或氧化後，常伴隨著醣類分解物 Furfural 及 Hydroxymethyl Furfural 作用產生褐色物質，而此非酵素褐變將降低乾製品品質。成熟之金針花蕾尚含有少量之葉綠素及其他雜色物質，葉綠素經加熱乾燥會產生 Pheophytin 與 Pheophorbide 等物質，而使乾製品呈暗褐色。

依據調查訪視與取樣測定結果顯示金針乾製品之含水率在 5~20% 範圍內，過乾之產品雖較耐儲存，但是產品會變脆，而在包裝、儲運過程中易斷裂破碎，影響產品品質甚鉅。產品含水率過低亦會使成品率降低，減少針農收益，且復水後口感較差。過濕之產品則較不耐儲存，易發霉或產生酸敗味。一般針農在進行金針乾操作業或中盤商收購金針乾製品時，並未實際量測乾製品之含水率，而僅憑經驗以手抓握乾製品評斷其乾濕度。殊不知含水率明顯影響成品率，以含水率 87% 之生鮮金針原料，若乾製品含水率為 10%，則成品率為 14.4%；若乾製品含水率為 20%，則成品率為 16.3%。依據針農之經驗，每 8~10 公斤之金針花蕾可製成一公斤之乾製品，其成品率僅為 10~12.5%，顯示在加工過程中金針之固形物流失約 2~4%。然而，將每 100 公斤生鮮金針原料製成乾製品後，

因乾製品含水率之差異可造成近 700 元之差價。因此為使金針 乾製品之交易更合理、公平，應訂定一乾製品含水率基準，可比 照穀物乾燥中心之濕穀收購辦法推算乾製品之合理售價。標準含 水率之測定需要精密烘箱與電子秤方能進行，且測定時間較長 (約 24 小時以上)。可採用紅外線水份計替代之，以簡化含水率測 定程序及縮短測定時間。

經平衡含水率(水活性)測試後，當乾製品含水率在 12~20%之間，其水活性則在 0.6~0.7 之間，因此為達長期安全儲藏，建議乾製 品含水率應在 10%以下。由於二氧化硫因具有抑制微生物生長之 功能，若金針二氧化硫殘留量較高時，含水率 20~25%之乾製品較 不易發霉、酸敗。此外，依據中國國家標準 CNS「脫水蔬果」之規 定，「脫水金針菜花」之含水率不得超過 10%。

6.成 品 包 裝

金針乾製品通常以散裝每袋 30 公斤裝供中盤商收購；或以 300 公克小包裝供零售市場用。由於二氧化硫會揮發汽化，金針乾製 品在儲存期間，其二氧化硫殘留量亦會隨儲存時間長短而改變，或因氧化而減少，或與食品中成分反應形成一不可逆的結合態之 亞硫酸鹽。以室溫儲存六個月後，其二氧化硫殘留量約減少一半 (陳憶雯，1997)。消費者文教基金會則建議消費者將購回之金針 密封包裝開啓後置於通風處數日，可稍微降低二氧化硫殘留量。但此法易使金針產品回潮，不僅造成產品品質劣化(褐變、酸敗味)，且可能縮短產品儲存期限。田豐鎮(1987)指出金針乾製品在貯 藏期間色澤會逐漸變暗，可能由於非酵素性的胺基羰基反應 (Aminocarbonyl Reaction)仍繼續進行，加以胡蘿蔔素及花青素 遭受光線與氧氣之破壞，而引起乾製品褐變。

儲存條件與包裝材料及型式明顯影響金針乾製品之儲存品質，應考量產品含水率、二氧化硫殘留量、保存期限與成本以選擇 適當之包裝材料及型式。一般使用之 PE 塑膠袋因具有通氣性，因此貯藏期間乾製品之含水率會逐漸增加，水活性亦逐漸提高。田 豐鎮(1987)發現金針乾製品以 PE 塑膠袋在見光下貯藏，僅能維持 兩個月之安定性，但若改以 PVDC 真空包裝袋，並配合不見光貯藏，可延長至八個月之穩定性，其水活性亦維持在 0.7 以下。金針 乾製品以真空包裝可有效延長儲存時間，減緩色澤加深變化。但 是當金針乾製品含水率過低變脆時，真空包裝可能造成產品壓碎 而降低品質。

金針乾製品之二氧化硫殘留量明顯影響色澤，其 Lab 值隨二 氧化硫含量增加而逐漸增加(田豐鎮，1987)。L 表示明亮度；a 表 示紅色度；b 表示明黃色度。

林頌生和陳景川(1989)則發現金針乾製品之 ab 值較能反應二氧化硫殘留量，其色澤與二氧化硫殘留量呈正相關。楊瑞森等(1989)則發現以碳酸氨(Ammonium Carbonate) 粉末包置於金針乾製品包裝中，可使金針乾製品之二氧化硫殘留量快速降低，但亦會使金針乾製品帶有稍許氨味。

7.加工流程之改善

雖然目前針農採用之加工流程能獲得顏色亮麗之金針乾製品，但是其二氧化硫殘留量仍然偏高，皆超過 500-ppm 標準。然而，如何製作品質外觀與二氧化硫殘留量合乎標準之金針乾製品則是針農共同努力之目標。將金針花蕾以 40~50°C 亞硫酸鹽溶液浸泡，因亞硫酸鹽吸收速率加快，可有效縮短浸泡時間，提高殺菁效果與乾製品品質。當浸泡溫度超過 50°C 時，金針原料之可溶性固形物流失增加，而降低成品率與乾製品品質。

漂水過程廣泛應用於蜜餞加工程序中，且能有效去除部份之二氧化硫殘留量，以確保蜜餞產品之二氧化硫殘留量能合乎標準。因此在亞硫酸鹽溶液浸泡後以清水漂洗金針原料，此法不僅可去除沾附於表面之亞硫酸鹽溶液，且可降低金針原料之二氧化硫殘留量。然而，當漂水時間過久會造成金針花蕾之可溶性固形物流失，而降低成品率與品質(顏色與口感)。初步測試結果顯示，經 30~60 分鐘之漂水處理後，不僅可有效降低金針乾製品之二氧化硫殘留量，且外觀品質皆在可接受範圍。

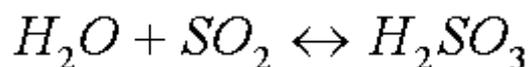
肆、亞硫酸鹽與二氧化硫

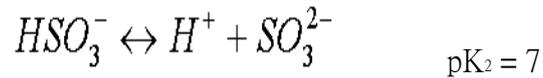
亞硫酸鹽(Sulfites 或 Sulfiting Agents)為使用多年之合法 食品添加物，不僅是非常有效的酵素抑制劑、漂白劑、抗氧化劑、還原劑及防腐劑，且價格便宜。亞硫酸鹽最早被使用之紀錄是 在羅馬帝國時代，當時是被用於葡萄酒容器之消毒殺菌。此外，許多食品均含有天然存在之亞硫酸鹽，尤其是在各種醱酵食品中。亞硫酸鹽具有殺菌功效及強還原力，可將食品的著色物還原漂白，並可抑制氧化作用，防止酵素與非酵素褐變反應。合法添加於食品之亞硫酸鹽包括：亞硫酸鈉(Sodium Sulfite, Na₂SO₃)、亞硫酸鉀(Potassium Sulfite, K₂SO₃)、亞硫酸氫鈉(Sodium Bisulfite, NaHSO₃)、亞硫酸氫鉀(Potassium Bisulfite, KHSO₃)、偏重亞硫酸氫鈉(Sodium Metabisulfite, Na₂S₂O₅)、偏重亞硫酸氫鉀(Potassium Metabisulfite, K₂S₂O₅)、低亞硫酸鈉(Sodium Hydrosulfite, Na₂S₂O₄)。亞硫酸鹽廣泛使用於脫水蔬菜、脫水水果、動物膠、糖蜜、糖餡、糖漬果實、蝦類、貝類、水果酒、澱粉等產品中，常見市售添加亞硫酸鹽的產品則包括：金棗、鳳梨乾、脫水香蕉、葡萄乾、杏乾、柿餅、脫水金針、洋菇、筍乾、榨菜、綠豆芽、枸杞..等。

二氧化硫是酚氧化西每的化學性抑制劑，同時也會與羰基化合物作用，所以當此類化合物存在時，必須加入過量之二氧化硫與其作用，方能將酚氧化西每之活性去除(張鈺驩，1990)。以二氧化硫抑制酚氧化西每為一不可逆反應，將過量之二氧化硫去除時(如：漂水過程)，酚氧化西每之活性亦無法恢復。但採用漂水過程時，應特別注意可溶性物質之流失，以免影響成品率。

產品內部若有空氣存在，少量之氧氣亦可造成褐變。因此，使用二氧化硫作為抑制劑時，必須考量二氧化硫之滲透。游離態(自由態)之二氧化硫(Free Sulfite)較亞硫酸鹽溶劑所形成之二氧化硫溶液更具有滲透性，亦可使用真空所產生之內外壓差將二氧化硫強制滲透進入產品內部。

二氧化硫易溶於水而生成 H₂SO₃，且一旦與鹼作用則會轉變為 SO₃²⁻、HSO₃⁻、S₂O₅²⁻。這些無機亞硫酸鹽離子在水溶液中會形成平衡狀態，其個別存在之濃度則視 pH 值而定(Green, 1976; Joslyn and Braverman, 1954)。其簡單化學變化方程式如下：





一般食品之 pH 範圍在 3~7 左右，大部份之亞硫酸鹽是以 HSO_3^- 狀態存在。唯有在很低之 pH 值下， SO_2 才會生成。pH 值會影響食品內 游離態與結合態 (Combined Sulfites) 之亞硫酸鹽之比例變化，游離態之亞硫酸鹽隨 pH 值降低而增加，若能控制 pH 值就可以控制 食品內之亞硫酸鹽殘存量(張炳揚，1988)。

亞硫酸鹽經氧化後會形成無毒之硫酸鹽，而在 pH 值小於 4 之 食品，其所添加之亞硫酸鹽會以 SO_2 形態揮發而散失，尤其是在加熱情況下。在許多食品中，僅有一小部份所添加之亞硫酸鹽 是以游離態之無機亞硫酸鹽形態存在。

將亞硫酸鹽添加於食品中，其變化之情況係與食品之化學特 性、加工方法與程度、儲存狀態與時間、包裝材料之滲透性及亞 硫酸鹽之添加量等因素相關。亞硫酸鹽能與食品中許多成份(還原糖、 醛類化合物、酮類化合物及蛋白質等) 進行穩定反應，而形成各種 型式的結合態亞硫酸鹽。此外，在加工處理及貯存過程中，亞硫 酸鹽非常容易與食品中其他成份產生反應，而形成各種亞硫酸鹽 之有機化合物，一旦亞硫酸鹽與其他有機成份結合後，就失去其 特定作用，而使得亞硫酸鹽之用量隨產品種類而異。

二氧化硫在酸性情況下才會產生漂白及殺菌功效，其二氧化 硫含量須在 4,000 ppm 以上才具有防腐效果(洪美芳，1990)。二氧 化硫濃度過低時，則無法抑制微生物生長；而當二氧化硫濃度過 高時，則果膠質之分解速度加快，致使組織軟化，且具有刺激性 氣味。

亞硫酸鹽殘留量明顯受到食品種類(成份特性)、加工方法及 貯存條件(溫 度、時間..等)之影響，因此亞硫酸鹽在加工過程之 用量與成品之殘留量亦非常 難訂定一合理標準。一般蜜餞業者相 信漂水過程可以大幅降低亞硫酸鹽殘留 量，甚至完全除去亞硫酸 鹽。實際上，漂水過程僅能去除游離態之亞硫酸鹽 (Wedzicha, 1984)。

食品中添加之亞硫酸鹽因僅有一小部份是以游離態之無機亞 硫酸鹽形態存 在。以草莓果漿為例，所添加之亞硫酸鹽有 98.5% 會在蒸煮過程中以 SO_2 形態揮 發，或是與果漿之成份反應結合 ，僅有少於 1.5% 的游離態之無機亞硫酸鹽形態 存在(McWeeny et al., 1980) 。McBean (1967)發現以亞硫酸鹽處理後之脫水水果 中，絕大部份 之二氧化硫在乾燥過程中已散失，而其餘 80~90% 之亞硫酸鹽則以 結合態存在，且在貯存過程中亞硫酸鹽亦會進一步散失。

一般針農採用偏重亞硫酸鈉($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ，又稱焦亞硫酸氫鈉，Sodium Metabisulfite

或 Sodium Pyro-bisulfite) 配製亞硫酸鹽溶液，其分子量為 190，一分子之偏重亞硫酸鈉加水 溶解後會游離產生兩個亞硫酸離子(SO_3^{2-})。因此，1% 濃度之偏重亞硫酸鈉若完全游離，僅能測得 6,737-ppm 之二氧化硫。亞硫酸氫鈉 (NaHSO_3 , Sodium Bisulfite)亦可用來配製亞硫酸鹽 溶液，但其分子量為 104，一分子之亞硫酸氫鈉加水溶解後僅能游 離產生一個亞硫酸離子。因此，1%濃度之亞硫酸氫鈉僅能測得 6,154-ppm 之二氧化硫。

聯合國糧農組織與世界衛生組織的食品添加物聯合專家委員會 (The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives)依據 動物試驗結果，並設定 100 倍之安全係數估算，建議對亞硫酸鹽每 日可接受攝取量(ADI)為 0.7-mg/kg body weight/day，故成人每日 攝取容許量約為 42-mg(以 60-kg 體重計)。一般認為引起過敏性氣喘 的因子是游離態之無機性亞硫酸鹽，而非結合態之有機性亞硫酸鹽，且無機性亞硫酸鹽之毒性較高。除非經常性大量攝食，否則偶而 超過每日攝取容許量亦不會對人體造成傷害。一般人食用亞硫酸鹽 後，在體內亞硫酸鹽會轉變為硫酸鹽，然後隨著尿液排出體外，而 通常成人每日可經由尿液排出 2.5-g 之硫酸鹽。但是對於體內缺乏 亞硫酸鹽氧化酵素(Sulfite Oxidase)的人而言，食用含有超量亞 硫酸鹽的食物，因無法將亞硫酸鹽氧化成硫酸鹽而排出體外，可能會產生不同程度之過敏反應，引發哮喘與呼吸困難。在美國約有 0.05% 人口缺乏亞硫酸鹽氧化酵素，且以女性居多。因此美國食品藥物管理 局(FDA)規定，食品二氧化硫殘留量在 10-ppm 以上者須明確標示註 明，且禁止使用於生鮮蔬果(例如：沙拉產品。)

行政院衛生署於八十六年七月至十二月期間抽檢花東地區之金 針生鮮與乾製品，檢驗結果顯示生鮮金針並未檢出二氧化硫殘留， 但是乾製品部份計有 84% 檢測樣品之二氧化硫殘留量超過 500-ppm 標準(大部份檢測樣品在 2,000-ppm 以上，最高含量達 20,300-ppm) 。中華民國消費者文教基金會於八十七年九月出版之「消費者報導 」報導金針乾製品之二氧化硫殘留問題，消基會檢測之十四件市售 金針乾製品皆超過 500-ppm 標準(大部份檢測樣品在 10,000~20,000-ppm ，最高含量達 30,000-ppm 以上)。楊瑞森等(1989)檢測市售產品時 發現金針乾製品及枸杞之二氧化硫殘留量分別為 5,000-ppm 及 7,500-ppm ，皆超過 500-ppm 標準。

伍、金針乾製品復水浸泡處理

由於金針乾製品須經復水浸泡處理後方能進行烹調處理，而在復水浸泡過程中其含水率及二氧化硫殘留量有極大之變化。金針乾製品在復水浸泡過程中，其吸水量隨浸泡溫度與時間增加而增加，而浸泡液之顏色逐漸變為黃色，顯示金針所含花青素類、黃色素類、胡蘿蔔素類等色素有溶出現象(陳憶雯，1997)。

依據質量平衡原理，假設復水浸泡過程中二氧化硫未流失(實際上二氧化硫會在復水浸泡過程中部份溶出而流失)，而金針乾製品二氧化硫殘留量若為 4,000-ppm，含水率為 10%。經復水浸泡後其含水率增加至 90%，而二氧化硫殘留量則可降至 444-ppm。因此若考慮在復水浸泡過程中部份溶出之二氧化硫，則復水浸泡後金針之二氧化硫殘留量則可降至更低。

然而，在金針乾燥過程中其含水率及二氧化硫殘留量亦有極大之變化。生鮮金針含水率約為 87~90%，而金針乾製品含水率約為 8~20%。針農在進行金針加工作業時，經常質疑為何以亞硫酸鹽浸泡後之金針二氧化硫殘留量僅 1,000~2,000-ppm，但乾燥後其二氧化硫含量卻急遽升高。雖然二氧化硫會在金針乾燥過程散失，且乾燥溫度越高，其散失量越多，但是乾燥過程中二氧化硫卻未隨水份蒸散流失。假設在金針乾燥過程中二氧化硫未流失，而浸泡亞硫酸鹽後之金針二氧化硫殘留量為 1,000-ppm，含水率為 90%。經乾燥後其含水率降至 10%，而二氧化硫殘留量則增加為 9,000-ppm。若考慮乾燥過程中流失之二氧化硫，則金針乾製品之二氧化硫殘留量會低於 9,000-ppm。

金針經浸泡處理後可去除大部份之二氧化硫殘留量，相關之研究報告甚多。李善忱以市售金針乾製品(二氧化硫含量為 4,749-ppm)浸泡 30 分鐘後，其二氧化硫殘留量可降至為 500-ppm 以下。徐錦豐等(1994)建議將金針乾製品浸於 45°C 溫水中至少 20 分鐘，或在 25°C 冷水中至少 60 分鐘，可去除 70% 之二氧化硫殘留量。陳憶雯(1997)分別針對高(>10,000-ppm)、中(1,500~10,000-ppm)、低(<1,500-ppm)二氧化硫殘留量之金針乾製品進行浸泡試驗，以 25、80、100°C 溫度浸泡結果顯示，在 30 分鐘內中、低殘留量之金針乾製品皆可將二氧化硫殘留量降至 500-ppm 以下，但是高殘留量之金針乾製品則無法降至 500-ppm 以下。林順生和陳景川(1989)亦發現金針乾製品之二氧化硫殘留量過高時，浸泡處理仍無法有效降低二氧化硫殘留量。

目前部份農民為解決金針二氧化硫殘留量過高之問題，而將金針乾製品復水，再經漂水及乾燥過程以去除二氧化硫殘留量。雖然此法可確實去除二氧化

硫殘留量至 500-ppm 以下，金針顏色 稍差。但如此不僅會增加加工成本，且在復水及漂水過程中因固 形物之流失，而降低成品率，影響金針之口感與脆度。

陸、二氧化硫殘留量檢測技術

由於亞硫酸是一較不安定之化合物，所以食品中亞硫酸鹽之 分析較其他添加物分析困難。目前分析食品中亞硫酸鹽含量之方 法很多，例如：通氣蒸餾法 (Rakine Method)、氧化法(Modified Monier-Williams Method)、碘滴定法、微量擴散法、蒸餾比色 法、直接比色法及離子層析法(GC-FPD)等。依據行政院衛生署民 國 72 年公告之「食品中漂白劑之檢驗方法 - 二氧化硫之檢驗暫 行方法」，係採用通氣蒸餾法(參閱附錄 I)。此外，由於金針乾 製品之差異性大，且二氧化硫殘留量測定試驗之採樣量(約 1~2 公 克)較少，因此二氧化硫殘留量測定值之變異數 (Variance)較大，應增加測定重複數(Replicates)至三次以上，以增加檢測之準 確度與精確度。

通氣蒸餾法測定裝置複雜，操作步驟繁雜且費時，但再現性 較高。檢測樣品之長度及採樣量、加熱時間、磷酸濃度皆會影響 二氧化硫殘留量之測定值(徐錦豐等，1994)。此外，通氣蒸餾法 操作過程中應注意二氧化硫氣體由測定裝置 接口處洩露，以免造 成量測誤差，而使量測值偏低。由於通氣蒸餾法測定需要 氮氣瓶 供應氮氣，對位於交通不便之山區金針產地仍可以碘滴定法進行 快速檢 測(參閱附錄 II)。

Eckhoff and Okos(1983)曾採用直接碘滴定方法(Direct Ti trimetric Method)測定 玉米在濕磨過程(Corn Wet Milling Pro cess)中其水溶性二氧化硫含量。吳柏青(1997) 則採用直接碘滴 定方法測定金柑蜜餞之二氧化硫含量。碘滴定法(Iodometric Ti tration)亦曾被利用於肥料中有害成分檢驗法 - 亞硫酸之測定。 碘滴定法是將樣品直接攪碎，以水稀釋萃取二氧化硫，其測試裝 置簡單、操作省時，一般普通 實驗室即可使用，但再現性稍差。 由於碘易受其他還原性物質干擾，所以此法 較易受食品中之甲醛 及過氧化氫含量之影響，而使測定值偏高。蘿蔔與紅蘿蔔 內含干 擾物質較多，因此不適用此法。此外，若樣品之顏色太深，則滴 定終點 不易判斷。

由於金針含有干擾氧化還原之物質，因此碘滴定操作過程中 須進行空白測 定(Blank Determinations)。空白測定法亦允許操 作者測得因滴定終點時為使指示 劑顏色改變所需的試劑量，藉以 修正滴定數據。當測試金針乾製品之二氧化硫 殘留量在 10,000-ppm 以下時，碘滴定法測定值皆較通氣蒸餾法測定值高約 500~1,000-ppm；而當二氧化硫殘留量在 10,000-ppmG 以上時，碘滴定法測定值 則 接近通氣蒸餾法測定值，有時測定值反較通氣蒸餾法測定值低。

柒、金針乾製品品質

由於消費心理之驅使，消費者喜愛選購顏色亮麗之金針乾製品，加以中盤商收購時仍以顏色為品質與收購價之指標，因此過去針農在金針製作過程中亦以顏色為其製作品質指標。消費者在選購金針乾製品時應注意下列事項：

1. 產品顏色並不能作為二氧化硫殘留量多少之唯一指標，顏色越亮麗之金針產品，其二氧化硫殘留量越高。但是顏色越黑暗之金針產品，其二氧化硫殘留量未必越低。因為其他加工條件(如：乾燥時間、溫度..等)控制不當時亦會造成褐變及酸敗。一般必須以高濃度亞硫酸鹽溶液浸泡方能去除金針雄蕊之黑色素，因此當金針乾製品之二氧化硫殘留量較低時金針頭部會呈黑棕色，因此亦可將金針頭部顏色作為二氧化硫殘留量高低之參考指標。
2. 可以金針乾製品之氣味為二氧化硫殘留量高低之指標，當金針二氧化硫殘留量過高時(> 10,000-ppm)，近聞金針乾製品可直接嗅到亞硫酸鹽之藥水味。此外，金針乾製品之酸敗氣味並非因二氧化硫所致，而是在加工過程中未能將產品迅速乾燥，而導致微生物滋生酸敗，產生酸味，影響產品風味。
3. 金針乾製品表面較黏著者其二氧化硫殘留量較高，但是加工過程中若添加甘油亦會使表面較黏著。一般未添加二氧化硫或二氧化硫殘留量較低之金針產品，其表面較乾澀。
4. 儘量購買小包裝之金針乾製品，市售散裝金針乾製品可能因吸濕回潮，以致含水率偏高，較不耐貯藏。金針乾製品之吸濕回潮非常快，將含水率12%乾製品置於89%相對濕度環境下，在兩週內其含水率即可增加至30%左右。

捌、結語

1. 因金針乾製品為加工半成品，而非即食產品(Ready-to-Eat Foods)，消費者購買後須將金針乾製品復水浸泡後方能進行烹調，未見有直接食用者。因此，以衛生署頒「食品添加物使用範圍及用量標準」所規定脫水蔬菜之二氧化硫殘留量在500-ppm以下之檢測標準，並不是非常合理，此規定應不適用於金針乾製品。此外，依據行政院衛生署85年3月7日修訂公告之「食品添加物使用範圍及用量標準 - 漂白劑類」，杏乾及白葡萄乾之二

氧化硫殘留量分別為 2.0-g/kg (2,000-ppm)及 1.5-g/kg (1,500-ppm)以下。此二項食品國內並未生產製造，應為進口產品，且皆可直接食用，而不需任何前處理過程。二者雖屬於脫水水果，但其容許之二氧化硫殘留量卻可高於 500-ppm。一般小盒包裝之白葡萄乾約 45-g 重，若其二氧化硫殘留量為 1,500-ppm，則每次食用量約含 68-mg 二氧化硫，顯然已超過一般成人每日攝取容許量(42-mg)。杏乾產品每顆重量約 10-g，若其二氧化硫殘留量為 2,000-ppm，則每食用兩顆即含有 40-mg 二氧化硫。然而，金針餐點調理每份約需 2 杯份量(約 30-g，可供 4~6 人食用)，假設在復水與烹調過程中未去除二氧化硫，即使金針二氧化硫殘留量為 5600-ppm，亦未超過一般成人每日攝取容許量。建議將金針乾製品復水後之樣品作為「二氧化硫殘留量-漂白劑類」中訂增列金針乾製品之合理二氧化硫殘留量。

2. 針對金針加工褐變之反應機制與主要成份(酵素與色素種類等)進行測試研究，以尋找控制褐變之有效方法或亞硫酸鹽之替代品。此外，積極改善加工流程方式(溫水亞硫酸鹽溶液浸泡、漂水、乾燥方法、乾燥溫度、包裝方式..等)或加入其他添加物(甘油、檸檬酸..等)，利用欄柵技術(Hurdle Technology)以多種殺菁、保色方法進行加工處理，以降低亞硫酸鹽之使用量。
3. 協助金針產銷班或農會設置二氧化硫殘留量快速檢測站，教導針農正確之添加物使用量，以降低二氧化硫殘留量，提升品質管制作業。因目前針農生產規模較小，且加工流程及條件差異性大，以致產品品質參差不齊，共同運銷作業不易推動執行。考量金針集中加工生產，擴大生產規模，不僅可有效達成品質管制，提高產品品質，更能以自動化設備進行加工作業，減少人力需求，降低生產成本。由於山區可建加工廠空間有限，水源較缺乏，且動力用電(三相 220-V)電源不易申請取得，因此宜將加工廠設於平地，以方便運銷、設廠及加工作業之進行。至於金針鮮蕾之收集作業，可在各主要產區設置集貨場與冷藏庫，將金針鮮蕾秤重、計價、收集後統一運至加工廠，或以冷藏車至針農處直接秤重、計價、收集後再運至加工廠。
4. 加強金針產品前處理之宣導，盼望消費者能以較理性、合理的態度看待金針二氧化硫殘留量問題，正確之前處理過程絕對可以去除大部份之二氧化硫殘留，而使二氧化硫殘留量降至 500-ppm 以下，且能享受香脆味美之金針。應於金針產品包裝上詳細註明二氧化硫殘留、含水率、添加物、烹調前處理(復水浸泡)過程，以提供消費者參考。
5. 針對二氧化硫殘留量過高之金針乾製品進行復水加工及包裝處理(加工及品管流程詳如圖 4)，以降低產品之二氧化硫殘留量，使符合行政院衛生署食品添加物使用範圍及用量標準，不僅能解決針農現有庫存之二氧化硫殘留量過高之金針乾製品，更能確保消費者健康，對於復水加工及包裝冷藏

流程與條件應進一步深入探討與試驗。此外，積極開發新鮮金針真空包裝與金針調理罐頭食品，以增加金針製品之多樣性和銷售量。

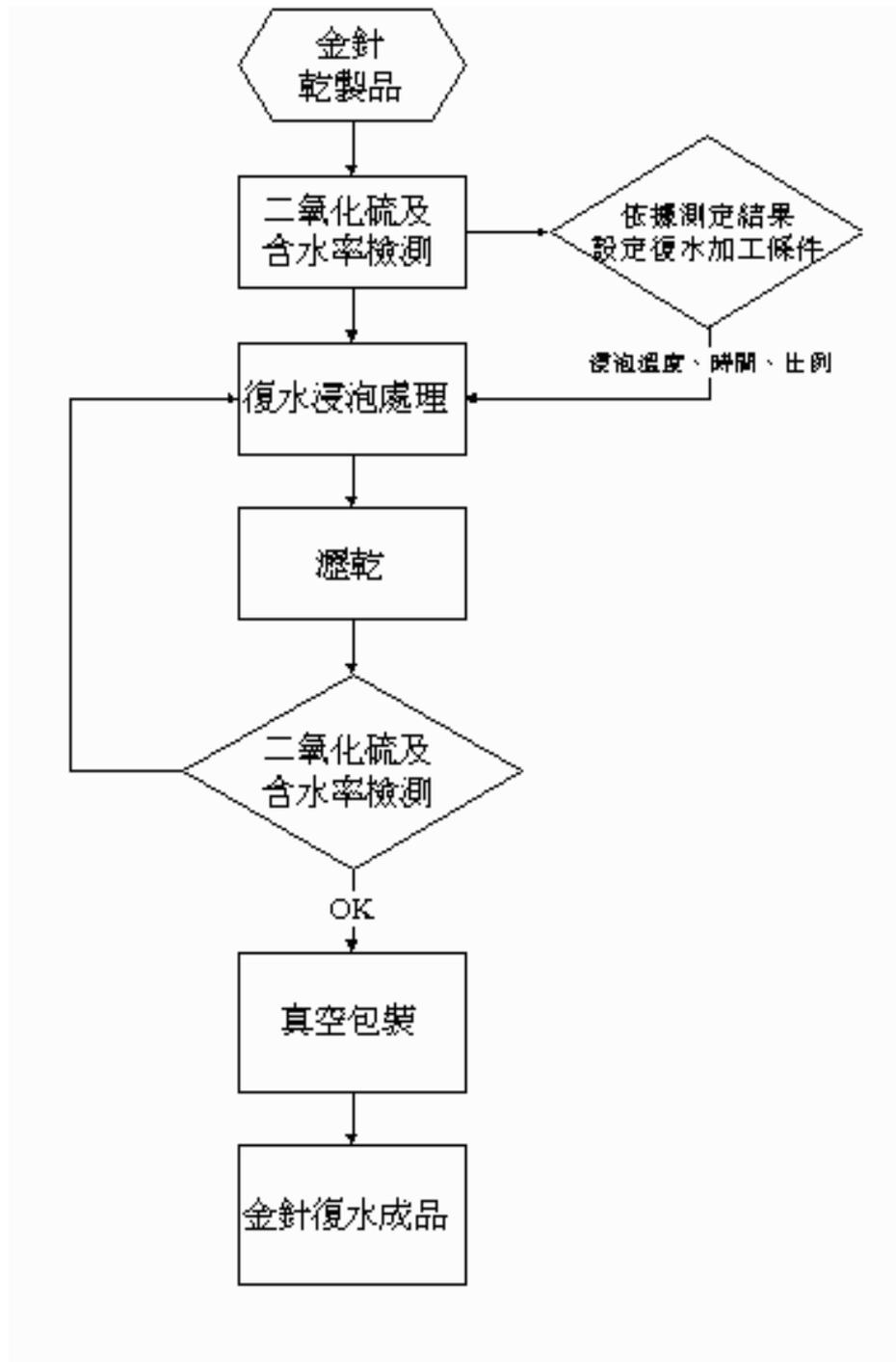


圖 4 金針乾製品復水加工及品管流程

誌謝

本技術研究報告承花蓮區農業改良場黃鵬研究員及蔡淳瑩小姐協助調查訪視；花蓮縣玉溪地區農會、富里鄉農會、台東縣太麻里農會協助問卷調查與採樣；玉里赤科山金針產銷班陳錦竹班長提供寶貴之建議與資料；研究助理郭曉怡小姐及呂紹裕、許柏堅兩位同學協助樣品檢測，謹此致謝。

參考文獻

1. Eckhoff, R.S. and M.R. Okos. 1983. A Direct Titrimetric Method for the Rapid Estimation of Water-Extractable Sulfur Dioxide in Corn Grain. *J. Agric. Food Chem.* 31(4):826-829.
2. Green, L.F., 1976. Sulfur Dioxide and Food Preservation (A Review). *Food Chem.* 1:103-124.
3. Joslyn, M.A. and Braverman, J.B.S., 1954. The Chemistry and Technology of the Pretreatment and Preservation of Fruit and Vegetable Product with Sulfur Dioxide and Sulfites. *Adv. Food Res.* 5:97-160.
4. McBean, D.M., 1967. Levels of Free and Combined Sulfur Dioxide in Fruits during Sulfuring and Drying. *Food Technology* 21:1402-1406.
5. McWeeny, D.J., M.J. Shepard and M.L. Bates, 1980. Physical Loss and Chemical Reactions of SO₂ in Strawberry Jam Production. *J. Food Technology* 15:613-617.
6. Wedzicha, B.L. 1984. *Chemistry of sulfur dioxide in food*. New York: Elsevier Applied Science Publishers Co., Ltd.
7. 台灣農業年報(民國八十七年版)。1998。台灣省農林廳。
8. 食品添加物使用範圍及用量標準，食品衛生管理手冊(二)。1996。台北：行政院衛生署。
9. 行政院衛生署。1983。食品中漂白劑之檢驗方法 - 二氧化硫之檢驗暫行方法。衛署食字第 436953 號公告。

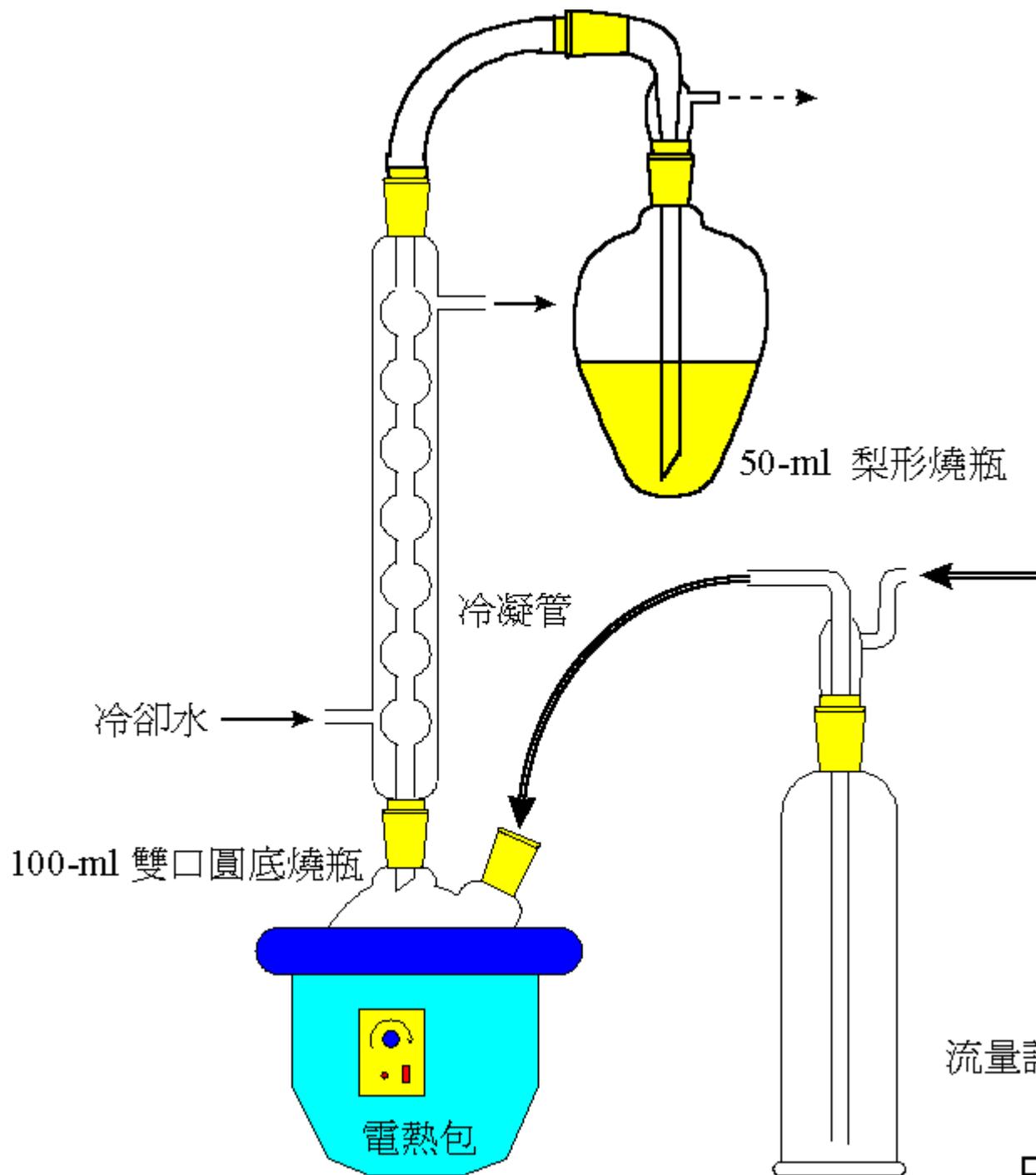
10. 中國國家標準 CNS「脫水蔬果」。總號 1345，類號 N5027 (74 年 3 月 26 日修訂)。經濟部中央標準局。
11. 中國國家標準 CNS「肥料中有害成分檢驗法 - 亞硫酸之測定」。總號 13280，類號 N4162 (82 年 10 月 26 日公布)。經濟部中央標準局。
12. 食品衛生檢驗手冊，食品衛生管理叢書(四)。1986。「食品中漂白劑之暫行檢驗方法」，72 年 10 月 6 日衛署食字第 436953 號公告。行政院衛生署出版。
13. 吳柏青。1997。醃漬金柑漂水過程之研究與改良。農業機械學刊 6(4):13-27。
14. 闕山仲，方嘉德，徐照程，陳秀珍。1990。分析化學。藝軒圖書公司。
15. 張鈺驩。1990。基礎食品化學。藝軒圖書公司。
16. 洪美芳。1990。脫水蜜餞加工技術。國立宜蘭農工專科學校農業推廣簡訊，創刊號:3-18。
17. 張炳揚。1988。亞硫酸鹽與食品。食品工業 20(11):14-19。
18. 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。
19. 吳昭其。1987。台灣自然觀察圖鑑(11)：台灣蔬菜(二)。渡假出版社。
20. 李善忱。1969。金針菜加工改進。興農雜誌 266 期。
21. 李善忱。1980。金針菜，台灣農家要覽(上)：園藝作物，蔬菜篇，花茶類。豐年社發行。
22. 林頌生、陳景川。1989。市售金針色澤與亞硫酸鹽之殘留。屏東農專學報 30:253-264。
23. 田豐鎮。1987。脫水金針色澤、剪斷值及貯藏安定性之探討。食品科學 14(4):274-288。
24. 徐錦豐、陳文菁、洪達朗、陳宜冠。1994。產地乾製金針菜中二氧化硫殘留之檢驗及其去除試驗之研究。藥物食品分析 2(3):249-254。
25. 陳憶雯。1997。浸水及儲藏過程對市售金針乾製品二氧化硫殘留及物性之影響。宜蘭農工學報 15:61-77。
26. 陳榮五、李善忱。1988。金針花專輯。台灣省台東區農業改良場編印。

27. 林妙娟。1997。金針食譜。花蓮區農業改良場。
28. 李瑞燕。1984。食品中亞硫酸鹽的測定。食品工業 16(12):25-32。
29. 郭美琴。1986。食品添加物亞硫酸鹽之介紹。食品工業 18(9):36-42。
30. 黃中平。1985。鈉與二氧化硫之標示。食品工業 17(11):5-7。
31. 李玉寶、鄧德豐、周明和。1981。金針加工改善品質之研究。行政院農業委員會 70-農建-5.1-輔 26(5)計畫報告。
32. 彭德昌、李善忱、鄧德豐。1982。金針加工改善品質之研究。行政院農業委員會 71-農建-4.1-產-16(2)計畫報告。
33. 彭德昌、李善忱、鄧德豐。1984。金針加工改善品質之研究。行政院農業委員會 72-農建-4.1-產-174(二)-(4)計畫報告。
34. 楊瑞森、彭芳琇、楊曼君。1989。新鮮或半加工園產品中之亞硫酸鹽。食品工業發展研究所研究報告第 576 號。

附錄 I

通氣蒸餾式金針二氧化硫含量測定方法

1. 儀器及試藥
 1. 1 通氣蒸餾裝置如圖：



[按此處可放大圖案]

2. 1.2 試藥

過氧化氫：試藥特級
磷酸：試藥特級
甲基紅：試藥級
亞甲藍：試藥級

乙醇：試藥級

氫氧化鈉：試藥級

3. 3 去氧水：以微波煮沸去氧，冷卻後立即使用。
4. 4 混合指示劑：甲基紅 0.2-g 及亞甲藍 0.1-g 溶於乙醇，使成 100-ml。
5. 5 0.3% 過氧化氫溶液：取 35% 過氧化氫 4.29-ml，溶於水 500-ml，臨用時調配。

2. 樣品處理

2. 1 精確稱取切碎(5~10-mm)之金針乾製品 2-g (濕金針或浸泡液取樣重量為 10-g)，放入 100-ml 圓底燒瓶中，加 20-ml 去氧水，2-ml 乙醇及 10-ml 25% 磷酸溶液，迅速接於裝置上。
2. 2 放入 10-ml 0.3% 過氧化氫入 50-ml 梨形燒瓶中，加混合指示劑三滴(溶液顏色變成紫色)，再加入 0.01-N 氫氧化鈉溶液 1~2 滴，至顏色呈橄欖綠色後，接上裝置。
2. 3 調整氮氣流量，以 0.5~0.6-liter/min 之流量通過。
2. 4 以微細火燄(火焰高 4~5-cm)或電熱包將圓底燒瓶加熱，並調整功率控制器避免過度沸騰，加熱 10 分鐘後卸下梨形燒瓶，玻璃管末端以少量去氧水沖洗入梨形燒瓶中，以供作檢液。

3. 二氧化硫含量測定

3. 1 先進行一空白試驗(Blank)。

3. 2 檢液以 0.01-N 氫氧化鈉溶液滴定至呈橄欖綠為止，計算 0.01-N 氫氧化鈉之滴定量，扣除空白試驗中 0.01-N 氫氧化鈉之滴定量後即得樣品 0.01-N 氫氧化鈉之實際滴定量。

4. 計算方式

4. 1 1-ml 0.01-N 氫氧化鈉溶液 = 0.32-mg 之二氧化硫。

4. 2 二氧化硫含量(SDC)計算公式如下：

$$\begin{aligned} SDC &= \frac{0.32 \cdot M}{W} (g / kg) \\ &= \frac{320 \cdot M}{W} (ppm) \end{aligned}$$

M：檢體 0.01-N 氫氧化鈉之實際滴定量, ml

W：樣品重, g

參考文獻：1.參照衛生署 72.10.6 公告第 44266 號「食品中漂白劑之檢驗方法 - 二氧化硫之檢驗」。

2.日本藥學會。1980。日本衛生試驗法註解。

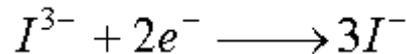
3.Method of Analysis of the AOAC (1980).

附錄 II

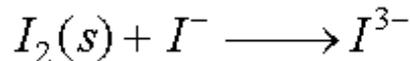
金針加工過程樣品二氧化硫含量碘滴定測定方法

【說明】

碘溶液為弱氧化劑，常用於測定強還原劑，而碘半反應為：



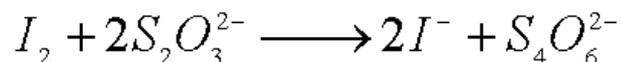
碘的最大優點是其靈敏度高，且有可逆的指示劑可資利用。然而，碘在水中溶解度不高(約 0.001 N)，碘離子存在時會行成可溶性三碘錯離子，其反應式為：



$$K = 7.1 \times 10^2$$

碘定量分析法常用的指示劑是懸浮的澱粉指示劑(0.5~1% 澱粉水溶液)，僅需少量的 I_2 就會使溶液呈深藍色。由於懸浮的澱粉水溶液在幾天內就會因細菌作用而分解，故一般須當天製備新鮮指示劑。但亦可添加氯化鈉使成飽和溶液，儲存於冰箱中可保存數週。

澱粉加入含高濃度碘溶液中，會被分解而產生不完全可逆的指示劑性質，故含過量碘溶液，當大多數的碘已被滴定後而顯示出淡黃色時才加入澱粉指示劑。碘液標定可用硫代硫酸銻單水化合物或硫代硫酸鈉五水化合物來標定。



碘直接滴定測定方法之缺點：

1. 對於低含水率樣品，無法在短時間內以蒸餾水萃取樣品中所有之 SO_2 。因加熱會使樣品中之 SO_2 散失，所以無法以加熱方式增加萃取速度。可將樣品加水以均質機均質，以增加萃取速度。
2. 碘本身無法作為一級標準劑，因為碘很難得到純固態結晶。此外，固體碘也具有相當大之蒸氣壓，因此非常容易昇華飛逸散失，不容易精確的稱量。故碘溶液通常先配製成接近之濃度後，再以一級標準試劑標定之。

【試藥】

1. 0.05 N 碘標準溶液：

稱量 20-g KI 與 6.35-g I_2 置於 1,000-ml 燒杯中，再加入 100-ml 之蒸餾水攪拌數分鐘使其溶解，倒入 1,000-ml 定量瓶後，加蒸餾水至標準線，須置於棕色瓶貯存在陰暗處。勿將未溶解之 I_2 固體移入貯瓶中(固體部份須倒掉)，而碘溶液因溶質(碘)是揮發性物質，故須隔幾天再標定。

2. 澱粉指示劑：

混合可溶性澱粉 0.5-g 於少量冷水中(約 15-ml)，倒入 100-ml 熱水中，並沸騰 1~2 分鐘，再加入足量之氯化鈉使成飽和溶液後，儲存於冰箱中保存以備滴定試驗所需。

3. 0.05 N 碘標準溶液標定：

稱量 0.4~0.5-g 的硫代硫酸鈉($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)放入 250-ml 錐形瓶中，再加入 100-ml 之蒸餾水及 2-ml 之澱粉指示劑，以碘溶液滴定至開始出現淡藍色且維持 30 秒。

$$N \times V \div 1,000 = \frac{w}{m}$$

v : 碘滴定量, ml
w : Na₂S₂O₃·5H₂O 重量, g
m : Na₂S₂O₃·5H₂O 之分子量 248.19 g/mole

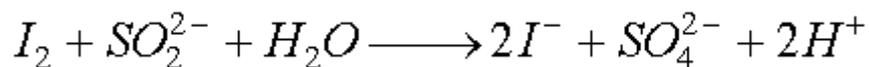
【樣品準備】

金針與亞硫酸氫鈉浸泡液樣品之二氧化硫含量(濃度) 測試方法是參考 Eckhoff and Okos (1983)所採用之碘滴定法。因乾燥後之金針樣品會吸收大量水份而膨脹,所以乾燥前後之金針樣品前處理過程不同。乾燥前之金針樣品(含水率 70%以上)二氧化硫含量測定是取 20-g 金針樣品以剪刀剪成小段(約 1-cm 長)後,加 230-ml 蒸餾水以攪拌機(果汁機或調理機)攪碎 5 分鐘。乾燥後金針樣品(含水率 20%以下)則是取 5-g 金針樣品以剪刀剪成小段(約 1-cm 長)後,加 245-ml 蒸餾水以攪拌機(果汁機或調理機)攪碎 5 分鐘。

攪碎之金針樣品先以刮杓將樣品攪拌均勻,並分裝於 8 支離心玻璃試管中,再以轉速 3,600 rpm 進行 5 分鐘離心分離。將離心玻璃試管上層懸浮液取出置於 250-ml 燒杯集中混合,再以球形吸管吸取混合液樣品 25-g 至 250-ml 錐形瓶中。

【操作方法】

於混合液樣品錐形瓶中加入蒸餾水 100-ml 及 2-ml 澱粉指示劑,此時錐形瓶中液體為無色,再以 0.05 N 碘溶液滴定之。碘溶液滴定時,如滴入一滴碘溶液十秒後,錐形瓶中液體之顏色由無色變為藍紫色,即達到滴定終點。



$$I_2E = 126.9 \times 2 / 2$$

$$SO_2E = 64 / 2$$

亞硫酸氫鈉浸泡液之二氧化硫測定是以球形吸管吸取 2-g 樣品至 250-ml 燒杯中,加入 2-ml 澱粉指示劑後,再以 0.05 N 碘溶液滴定之。

碘滴定操作過程中須進行空白測定(Blank Determinations)。空白測定為

一偵測恆誤差類型之方法，而在空白測定中，所有分析步驟皆在樣品不存在之下操作。空白溶液含有溶劑(蒸餾水)和所有分析中採用之試劑，但無樣品存在其中。空白測定顯示之誤差來自分析所採用之試劑及容器中的干擾污染物。空白測定法亦允許操作者測得因滴定終點時為使指示劑顏色改變所需的試劑量，藉以修正滴定數據。

【計算】

乾燥前之金針二氧化硫含量計算如下：

$$\begin{aligned}SO_{2(ppm)} &= \frac{M \times I \times 3.2 \times 250 / 25}{W} \times 10^4 \\ &= \frac{M \times I \times 3.2 \times 10^5}{W} \\ &= M \times I \times 1.6 \times 10^4\end{aligned}$$

M：碘標準溶液滴定量，ml

I：碘當量濃度

W：金針樣品重，20-g

乾燥後之金針二氧化硫含量計算如下：

$$\begin{aligned}SO_{2(ppm)} &= \frac{M \times I \times 3.2 \times 250 / 25}{W} \times 10^4 \\ &= \frac{M \times I \times 3.2 \times 10^5}{W} \\ &= M \times I \times 6.4 \times 10^4\end{aligned}$$

亞硫酸氫鈉浸泡液之二氧化硫含量計算如下：

$$SO_{2(ppm)} = \frac{M \times I \times 3.2}{W} \times 10^4$$
$$= M \times I \times 1.6 \times 10^4$$

M：碘標準溶液滴定量，ml

I：碘當量濃度

W：亞硫酸氫鈉溶液樣品重，2-g

※ 碘標準溶液滴定量為實際滴定量扣除空白測定之滴定量。

【參考文獻】

1. Eckhoff, R.S. and M.R. Okos. 1983. A direct titrimetric method for the rapid estimation of water-extractable sulfur dioxide in corn grain. J. Agric. Food Chem. 31(4):826-829.
2. 吳柏青。1997。醃漬金針漂水過程之研究與改良。農業機械學刊 6(4):13-27。
3. 闕山仲，方嘉德，徐照程，陳秀珍。1990。分析化學。藝軒圖書公司。

