

行政院國家科學委員會補助  
大專學生參與專題研究計畫研究成果報告

\* \*\*\*\*\*  
\* 計 畫  
\* : 七種本土菇類所含中性粗多醣體保濕效能之評估  
\* 名 稱  
\* \*\*\*\*\*

執行計畫學生： 鍾卓成  
學生計畫編號： NSC 99-2815-C-041-003-B  
研究期間： 99年07月01日至100年02月28日止，計8個月  
指導教授： 王貴弘

處理方式： 本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢

執行單位： 嘉南藥理科技大學化妝品應用與管理系

中華民國 100年03月30日

## 摘要

本計畫找尋七種菇類-金針菇、杏鮑菇、香菇、草菇、洋菇、木耳、秀珍菇中萃取中性粗多醣，進行保濕效性評估、抗氧化及美白測試，藉此建立一系列菇類中性多醣體數據，期望瞭解這七種菇類在化妝品上的應用。本實驗取七種菇類利用熱回流方式萃取，加入 5 倍體積乙醇沉澱所得的粗多醣體。此粗多醣體透過離子交換樹脂層析清除帶電荷之多醣與獲得電中性之粗多醣體。所獲得中性多醣進行各項活性評估，在抗氧化評估上，抑制 DPPH 自由基的效能並不顯著，但在總抗氧化能力 (TEAC)、亞鐵離子( $\text{Fe}^{2+}$ )螯合能力，總多酚含量測定上草菇及洋菇均顯示優異的抗氧化效益。總抗氧化能力上洋菇和草菇均超過 80%清除率；亞鐵離子( $\text{Fe}^{2+}$ )螯合評估上草菇與洋菇也非常優異；在總酚測定上草菇總酚含量 100%、洋菇 80%；抑制酪胺酸酶 (tryrosinase) 活性則與金針菇及木耳最為優異。經皮水分散失 (TEWL) 測定保濕能力結果顯示這七種菇類皆有不錯的保濕效果。

綜合以上數據這七種菇類具備抗氧化與保濕效能的皮膚保養品功能性原料的潛能，應廣泛加以運用，與提昇台灣農產品之附加價值。

## 研究動機與研究問題

台灣地處中低緯度，為熱帶及亞熱帶氣候區，天然資源豐富，許多草本植物以深入民間傳統醫藥及食補藥材。美國聞名評論家預測：中草藥現代化與生物科技，將是未來最具潛力的產業之一。2008 年金融海嘯各國經濟受創，但全球化妝品銷售卻呈現正成長率，且高達 280 多億美元市場，台灣也高達 4.4 億美元，可看出化妝品銷售並不受景氣影響。根據資料顯示，台灣化妝品市場可達 600 億台幣，但在我國只佔了 0.55% 生產毛額，遠低於鄰近日本。1973 年我國衛生機關才有化粧品衛生管理條例；1994 年化妝品工業才加入一般工業類別才出現在經濟部出版「經濟部工業發展年鑑」，2004 年經濟部工業局瞭解化粧品產業重要性，將「保健機能性食品及化妝保養品」列入「挑戰 2008：國家發展重點計畫」中產業高值化項目<sup>1</sup>。

根據 2007 年美國市場調查指出：藥用化妝品（Cosmeceutical）零售銷售高達 16 億美元，並估計在 2012 將達到 21 億美元；另一則調查也指出：美國要用化妝品市場於 2004 年 26 億美元至 2009 年近 10 億美元成長；在同年歐洲市場也成長了 4.8%，其中有份歐美受訪者調查有 56.1% 人認為藥粧品有效改善肌膚上的問題<sup>2</sup>。結合以上相關數據均證明了要用化妝品在市場上的重要性。

其中，含中草藥的化妝品將成為新一代天然化妝品配方的趨勢。

因中草藥萃取液蘊含豐富的生物活性，且有益皮膚的協調作用，而外用含有中草藥萃取液的化粧品，進而達到保養效果。

## 文獻回顧與探討

我國醫藥起源甚早，相傳于西元前七百年左右，神農氏嘗百草，著本草經首開我國醫藥先驅。隨著科技再進步，含藥化妝品之副作用漸被發現，導致中草藥再度為吾人所重視，而爭先研究。中草藥化妝品是目前發展趨勢，國外早已開始流行中草藥產品，且回溯過去醫藥典籍漢代神農本草經、唐宋之新修本草、開寶本草到明清的本草綱目等，不乏記載了與美容相關文獻。

菇類可以調節生理機能，也能阻礙膽固醇及致癌物質吸收，加速代謝體外，能預防感冒與癌症。在預防醫學上菇類是優良補品，它內含維他命 D2 前驅物，可調節人體磷酸，讓鈣素轉變為磷酸鈣形態。兒童正處骨骼發育，牙齒在更換時，需大量磷酸鈣，菇類可堅固牙齒法瑯質防止蛀牙<sup>3</sup>。菇類也可促進氧化作用，內含許多酵素增強肝臟機能，此外還可以增強免疫、抗高血壓、高膽固醇血症、抗發炎等作用<sup>4</sup>。

金針菇(*Flammulina velutipes*)屬於金錢菌屬之真菌，又名叫冬菇、增智菇和金菇等，含有豐富的蛋白質和碳水化合物、纖維素及低脂肪，

是一種有營養和低卡路里的食物。又由於金針菇含有許多醣蛋白、蛋白聚醣、朴菇素(flammulina)等多種生物活性物質而被認為具有很高的藥用價值。目前相關研究指出金針菇所含的葡聚醣和異多醣體證明有免疫調解和抗腫瘤活性<sup>5</sup>。

杏鮑菇(*Pleurotus eryngii*)屬於口蘑科側耳屬的菇類，以木屑塑膠瓶栽培，因菇柄的側生粗大，具有杏仁味，而有杏仁鮑魚菇的雅稱，肉質滑嫩好吃，為所有鮑魚菇類中風味最佳，並具有強大分解木質纖維素的能力<sup>6</sup>。

香菇(*Lentinula edodes*) 香菇富含維生素B群、鐵、鉀、維生素D原，「維生素D原」需要接受日照，才能轉化成人體能吸收的維生素D。根據日本科學家的研究，證明香菇對降低膽固醇、抗癌（含干擾素）、改善肝機能都有不錯的效果。香菇有許多增強免疫的特性，包括強化自然殺手細胞及增加gamma干擾素的產量。研究人員宣稱在放射治療之前先使用香菇多醣體治療，可以防止白血球細胞數量的減少<sup>7</sup>。

草菇(*Volvariella volvacea*)屬於光柄菇科小包腳菇屬的菇類，以稻草堆肥栽培，菇體灰黑色，在菌苞未裂開 小包腳菇，就是小小的很可愛，我們常吃的草菇。在市面上看到的草菇，一個個的樣子長得像鳥蛋，吃起來肥嫩鮮美的，其實是尚未成熟的出生蕈；草菇還含有一

種抗癌的異蛋白成分，而且還能改善體質、提高免疫力、降低膽固醇、增強人體的抗癌能力。

洋菇(*Agaricus bisporus*)屬於口蘑科蘑菇屬的菇類，又稱蘑菇，以稻草堆肥栽培為主，菇體白色，新鮮時可生食。十八世紀開始於法國栽培，1953台灣農業試驗所引進栽培，曾經為台灣產量最高之菇類，具相當高的經濟價值。

黑木耳(*Auricularia* spp.)屬於木耳科木耳屬的菇類，以木屑太空包栽培，表面有毛，背面常覆有一粉白的孢子層，。木耳適合生長在潮溼的環境裡。木耳在食用菌中，被譽為「菌中之冠」，因為具豐富營養，加上木耳含有多醣類物質，能增強人體的免疫力，與調節淋巴細胞、加強白血球的吞噬能力，是非常好的養生食材。價廉的木耳是一種不起眼到令人幾乎無視於它存在的菇類食品，在家常菜中也只是扮演配菜成分的角色，殊不知也有抗腫瘤細胞的潛力。一般而言，肉瘤細胞在體內外實驗都會無限制地增殖，但研究證實，老鼠體內所轉殖肉瘤細胞的增殖及增生，卻受所注射木耳高分子多醣體的抑制，腫瘤塊明顯地小於未注射木耳高分子多醣體的老鼠的腫瘤塊<sup>8</sup>。

秀珍菇(*Pleurotus ostreatus*)屬於口蘑科側耳屬的菇類，以木屑塑膠瓶栽培，因叢生，個體小，菇柄側生形狀似蠔，常稱蠔菇，也屬於鮑魚菇類。

在先前文獻之報告與本計畫先導之試驗分析，結果顯示本計畫的可行性非常高，而且藉由本計畫所建立的皮膚功效性測試平台，可以協助評估所開發的菇類所含粗多醣與其衍生之皮膚之效能，可以將多醣的功效評估科學化及量化，對於製造之產品所顯現功效具有公正、客觀並具說服力的證明。

## 研究方法及步驟

本研究計畫主要研究步驟，分為三大部分，分別為 1.六種菇類的中性粗多醣體萃取；2.測試七種菇類粗多醣體與中性粗多醣體保濕功效；3.進行抗氧化及美白活性評估，其實驗方法步驟如下：

### 1.中性粗多醣體萃取

將七種菇類粉碎後加入 3 倍體積的純水加熱回流萃取兩次，合併萃取液後加入 5 倍體積的乙醇，過濾沉澱物、即為菇類之粗多醣體。所得粗多醣體透過離子交換樹脂層析去除帶電荷之多醣體，並獲得中性粗多醣體。再經冷凍乾燥 48 小時後，放置-20°C 冷藏備用。

### 2.中性粗多醣體保濕功效

手部先使用肥皂清潔，自然乾燥後取 10%中性粗多醣體 100  $\mu$ l 均勻塗抹於左手臂，於室溫 25°C、濕度 60%下進行測定。再依不同時間點觀察六次，記錄六次時間分別為 1.塗抹前、2.塗抹後 5 分鐘、

3.塗抹後 30 分鐘、4.塗抹後 60 分鐘、5.塗抹後 90 分鐘、6.塗抹後 120 分鐘觀察，與經皮水份散失測定儀探針測量認取 4 點。

### 3.中性粗多醣體抗氧化及美白評估

(a) 清除 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) 自由基能力之測定：

以適當的中草藥萃取物濃度，在 96 well 盤中加入 50  $\mu$ l 之中草藥萃取物溶液，再加入 150  $\mu$ l 400  $\mu$ M DPPH 溶液(0.0157 g 溶於 100 ml 之 80% 甲醇)，最後總體積為 200  $\mu$ L。在室溫下混合均勻 90 分鐘後，在波長為 517 nm 偵測反應前及反應後的吸光值<sup>11</sup>。

(b) Trolox 當量的抗氧化能力(Trolox Equivalent Antioxidant Capacity, TEAC)測定：

本實驗配置濃度 ABTS 1000  $\mu$ M、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 500  $\mu$ M、Peroxidase 44 unit/mL，ABTS、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、Peroxidase 及水以 1：1：1：6 比例混合均勻，避光室溫下靜置反應 1 小時，做為 trolox 之檢量線，反應後產生藍綠色之 ABTS 陽離子自由基。以適當的中草藥萃取物濃度，在 96 well 盤中加入 20  $\mu$ l 之中草藥萃取物溶液，再加入 180  $\mu$ l ABTS 自由基溶液，最後總體積為 200  $\mu$ L。在室溫下混合均勻 10 分鐘後，以波長 734 nm 測量其吸光值<sup>12</sup>。

(c) 總多酚含量(Total phenolic contents)測定：

沒食子酸(gallic acid)為多酚酸的一種，由於植物中的沒食子酸含



量甚多，因此沒食子酸可作為進行檢測的標準品。此測定採 Folin 試劑，以先做一組標準品，將 4 mg 沒食子酸溶於 10 ml 的甲醇後，分別取 100  $\mu$ l 的濃度 0  $\mu$ l/ml、25  $\mu$ l/ml、50  $\mu$ l/ml、100  $\mu$ l/ml、200  $\mu$ l/ml、400  $\mu$ l/ml 於離心管中，各加入 1N-Folin-Ciocalteu phenol reagent 100  $\mu$ l 靜置 20 分鐘後，再加入 20% 的 sodium carbonate 200  $\mu$ l 搖勻，並於室溫靜置 10 分鐘，以高速離心機室溫轉速 10000 rpm 離心 5 分鐘，取上清液 150  $\mu$ l 至 96 well 盤中。設定 750 nm 測量其吸光值，可得到一多酚的標準曲線，並計算回歸方程式。將待測物樣品的處理步驟與標準曲線的方式相同，待測得吸光值後，依照標準曲線的回歸方程式來計算樣品中酚類化合物的總含量。

(d) 亞鐵離子( $\text{Fe}^{2+}$ )螯合能力評估：

樣品可以是純品、粗萃取物或乾燥粉末，要做此試驗前，需先使此樣品完全溶解於水或其他溶劑，若有不溶現象，須再經離心或過濾的處理，使樣品呈澄清透明狀態的測試液。取不同濃度的樣品及控制組 100 L，加入 3.7 L 的 methanol，先加入 2 mM 的  $\text{FeCl}_2$  0.1 L，30 秒後再加入 5 mM 的 ferrozine 0.2 L，反應 10 分鐘後，檢測 562 nm 的吸光值。吸光值越低表示樣品螯合亞鐵離子的能力越強。由吸光值判定，吸光值愈低者，表示測試樣品之螯合鐵能力愈強。或以螯合鐵能力百分比表示，即螯合鐵能力愈高抗氧化效果愈佳。

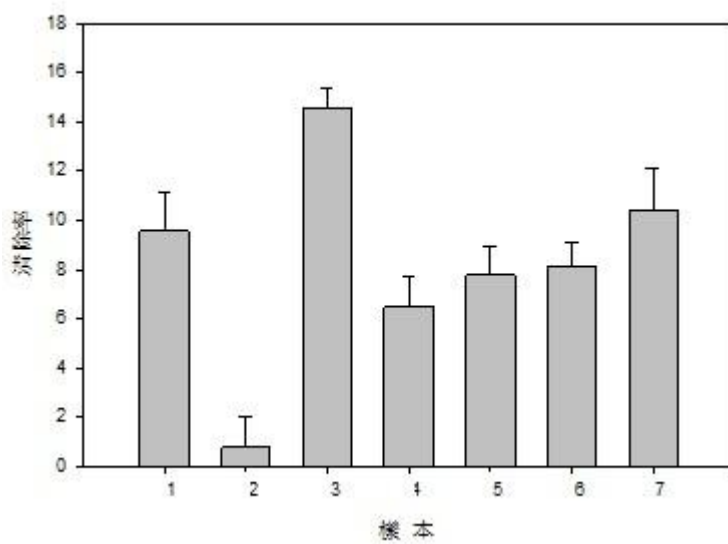
(e) 抑制酪胺酸酶(tryrosinase)活性評估：

於 96-well multiplates 中，取配置樣品 20 L 加入 25 L 酪胺酸酶(25 unit)混合後至室溫下靜置 10 分鐘後加入 155 L 的 2.5 mM L-tyrosine 或 L-Dopa 溶液，等待反應時間 1 小時後取出至波長 450 nm 測其吸光值測定。維生素 C 為正向對照組。

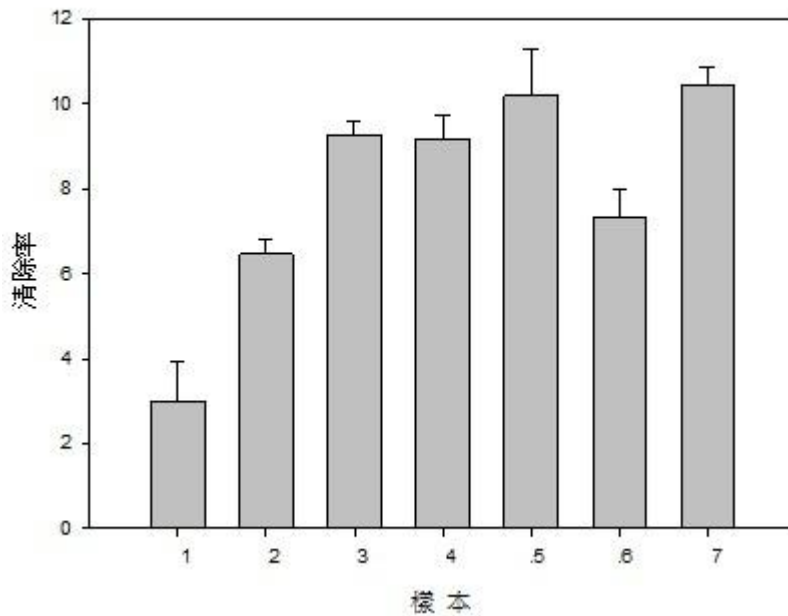
## 結果與討論

### 1.抑制 DPPH 自由基之清除率評估

從 DPPH 清除自由基的評估中顯示 (如圖一), 粗多醣體在抑制 DPPH 自由基清除率, 3 最優異, 其次  $7 > 1 > 6$ 。圖二為中性多醣, 在 DPPH 的清除效果其清除率依序為  $5 > 7 > 3 > 4$ 。



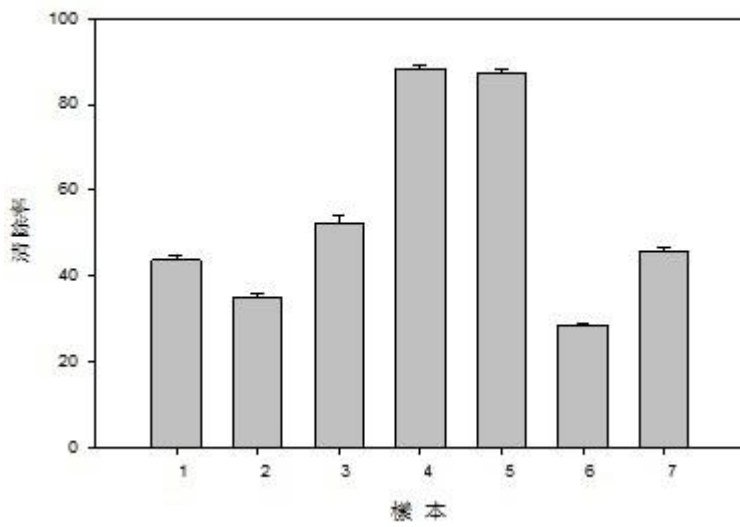
圖一、七種菇類粗多醣 (1.金針菇 2.杏鮑菇 3.香菇 4.草菇 5.洋菇 6.木耳 7.秀珍菇) 抑制 DPPH 自由基之清除率。



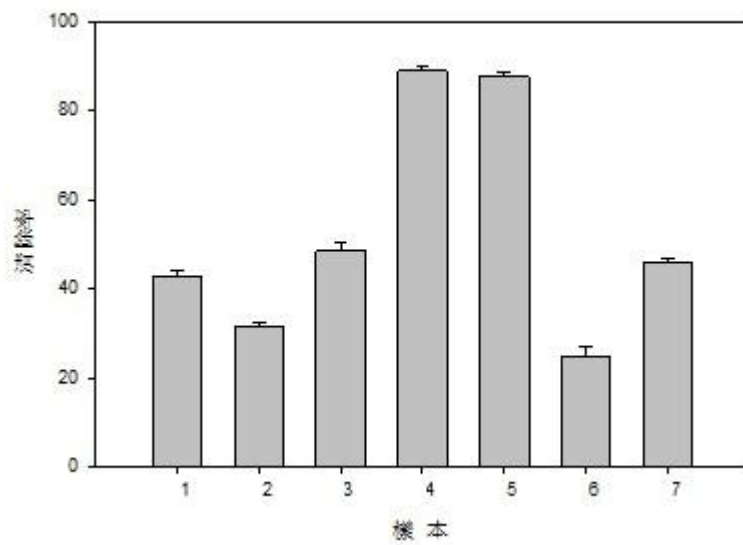
圖二、七種菇類中性多醣（1.金針菇 2.杏鮑菇 3.香菇 4.草菇 5.洋菇 6.木耳 7.秀珍菇）抑制 DPPH 自由基之清除率。

## 2. 總抗氧化能力 (TEAC)

由圖三所示，粗多醣草菇及洋菇清除率接超過 80%，另外金針菇、香菇及秀珍菇總抗氧化能力均超過 40%。在圖四中的中性多醣體總抗氧化能力也非常優異，另外可看出粗多醣與中性多醣兩者並無太大差異。



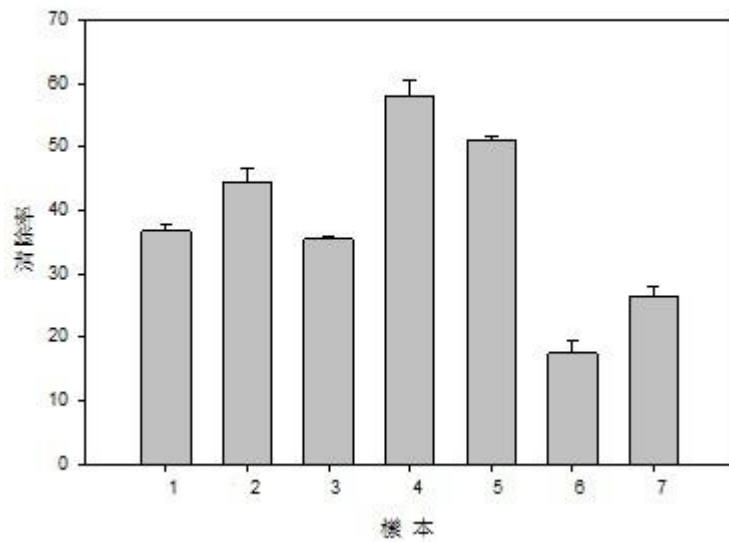
圖三、七種菇類粗多醣（1.金針菇 2.杏鮑菇 3.香菇 4.草菇 5.洋菇 6.木耳 7.秀珍菇）總抗氧化能力（TEAC）



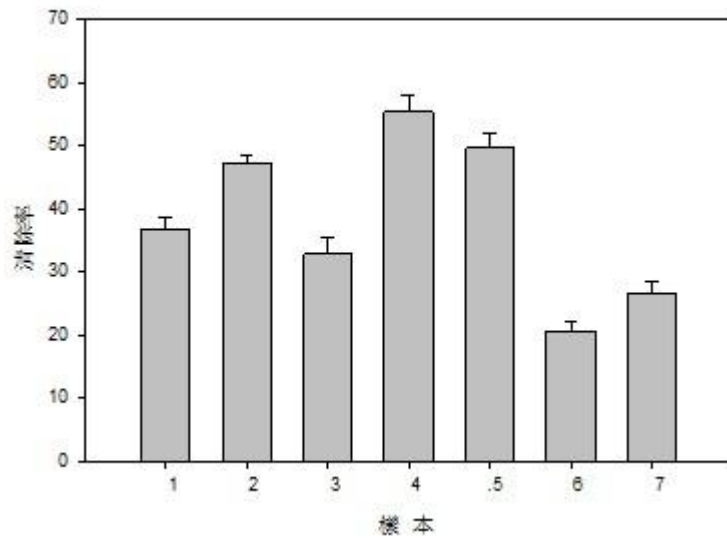
圖四、七種菇類中性多醣（1.金針菇 2.杏鮑菇 3.香菇 4.草菇 5.洋菇 6.木耳 7.秀珍菇）總抗氧化能力（TEAC）

### 3.亞鐵離子( $\text{Fe}^{2+}$ )螯合

由圖五所示，粗多醣除了木耳與秀珍菇，其餘五種菇類接超過30%清除率，尤其草菇及洋菇均超過50%，而杏鮑菇也有40%以上清除率。圖六為中性多醣與粗多醣清除率有相同效果。



圖五、七種菇類粗多醣（1.金針菇 2.杏鮑菇 3.香菇 4.草菇 5.洋菇 6.木耳 7.秀珍菇）亞鐵離子螯合評估

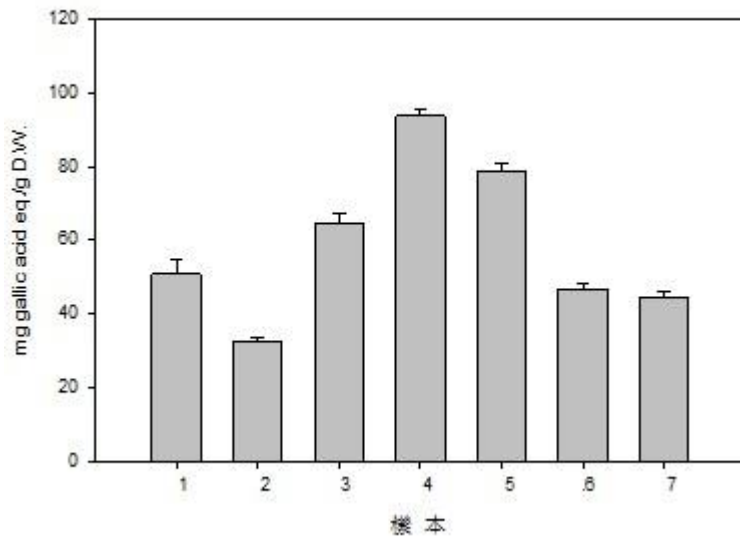


圖六、七種菇類中性多醣（1.金針菇 2.杏鮑菇 3.香菇 4.草菇 5.洋菇 6.木耳 7.秀珍菇）亞鐵離子螯合評估

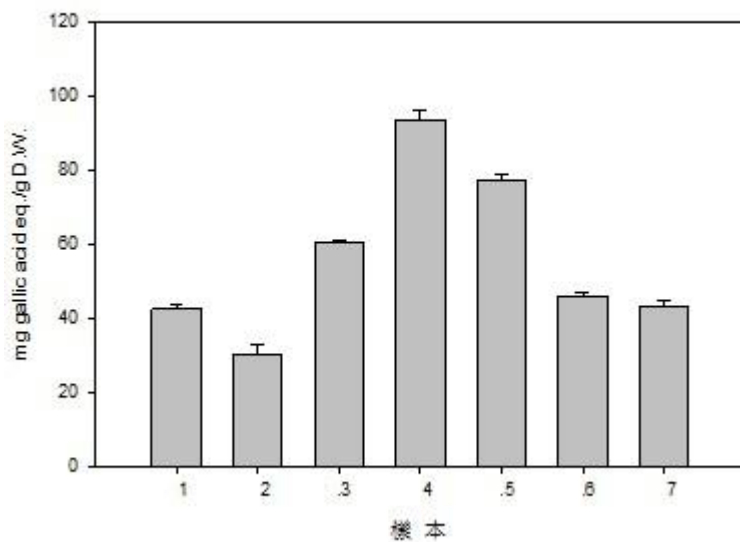
#### 4.總分含量

本實驗結果顯示香菇、草菇、洋菇具有相當高比例多酚含量，除了杏鮑菇外，金針菇、木耳及秀珍菇總酚含量也均超過 40（圖七）。

圖八中性多醣在總酚含量表現也相當優異。



圖七、七種菇類粗多醣（1.金針菇 2.杏鮑菇 3.香菇 4.草菇 5.洋菇 6.木耳 7.秀珍菇）總酚含量測定（TPC）

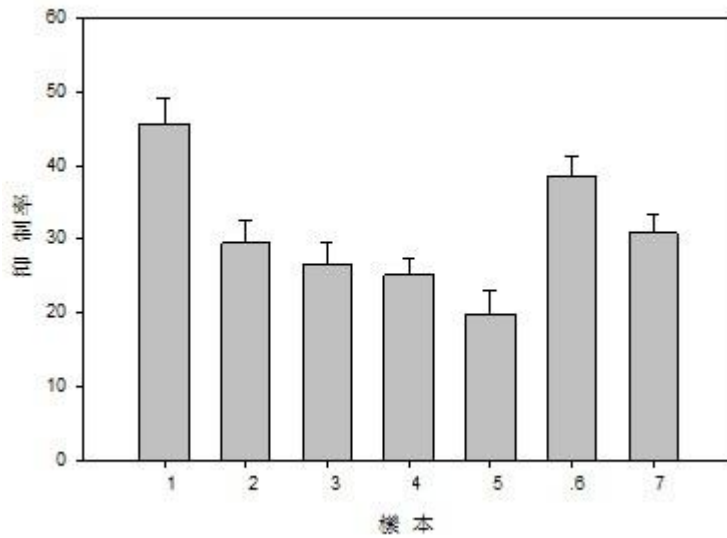


圖八、七種菇類中性多醣（1.金針菇 2.杏鮑菇 3.香菇 4.草菇 5.洋菇 6.木耳 7.秀珍菇）總酚含量測定（TPC）

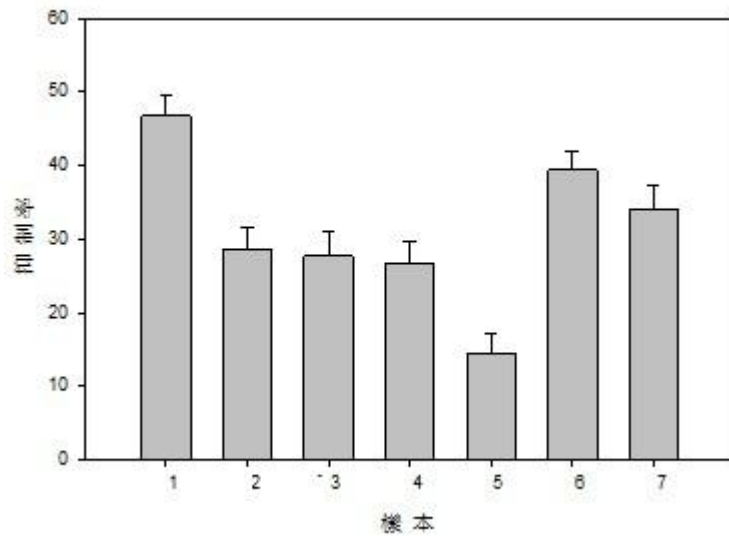


## 5.抑制酪胺酸酶(tryrosinas)活性評估

圖九可看出金針菇粗多糖再抑制酪胺酸酶活性最佳，其次依序木耳>秀珍菇>杏鮑菇>香菇>草菇>洋菇。圖十中性多醣在抑制酪胺酸酶上效能與粗多醣是相同的。



圖九、七種菇類粗多醣（1.金針菇 2.杏鮑菇 3.香菇 4.草菇 5.洋菇 6.木耳 7.秀珍菇）抑制酪胺酸酶之評估



圖十、七種菇類中性多醣（1.金針菇 2.杏鮑菇 3.香菇 4.草菇 5.洋菇 6.木耳 7.秀珍菇）抑制酪胺酸酶之評估

#### 6.多醣保濕效性評估

由表一所示，整體木耳保濕效果最佳，香菇在 5 分鐘及 30 分鐘表現最優異，杏鮑菇則在 90 分鐘及 120 分鐘最佳，再來依序為洋菇 > 金針菇 > 秀珍菇 > 草菇。表二中性多醣也與表一無太大變動，七種菇類經皮水分散失排列均為相同。

表一、粗多醣經皮水分散失(TEWL)評估(單位:g/hm<sup>2</sup>.)

	空白	5分	30分	60分	90分	120分
control (H <sub>2</sub> O)	12.4±0.4	16.5±0.3	16.8±1.3	16.3±0.5	16.2±1.4	15.9±0.7
金針菇	12.0±0.6	15.8±0.5	16.5±1.1	16.1±0.4	16.3±1.0	16.1±0.4
杏鮑菇	13.3±0.1	15.5±0.1	16.1±0.6	15.7±0.7	15.5±0.4	15.1±0.5
香菇	11.5±0.3	15.2±0.6	15.8±0.7	15.7±0.3	15.6±0.7	15.7±1.1
草菇	13.1±0.2	16.7±1.2	17.0±1.0	16.8±1.4	16.9±0.6	16.7±0.1
洋菇	13.5±0.1	15.6±0.7	16.3±0.1	16.0±0.9	16.1±0.3	15.8±0.5
木耳	13.9±0.5	15.3±1.5	15.8±0.6	15.5±0.2	15.5±0.3	15.6±0.1
秀珍菇	12.7±0.3	16.5±1.1	16.8±0.2	16.5±0.6	16.7±0.5	16.4±0.3

表二、中性多醣經皮水分散失(TEWL)評估(單位:g/hm<sup>2</sup>.)

	空白	5分	30分	60分	90分	120分
control (H <sub>2</sub> O)	13.2±0.6	16.3±0.2	16.8±0.2	16.6±0.4	16.1±0.9	15.9±0.2
金針菇	13.3±0.3	16.1±0.4	16.5±0.8	16.3±0.3	16.6±0.7	16.4±0.5
杏鮑菇	12.5±0.7	15.5±0.1	16.0±0.5	15.8±0.4	15.6±0.3	15.2±0.4
香菇	11.5±0.1	15.4±0.6	15.9±0.3	15.9±0.9	15.8±0.6	15.8±0.8
草菇	14.2±0.5	16.9±1.1	17.1±0.3	16.8±0.5	16.6±0.2	16.7±0.2
洋菇	12.9±0.5	16.8±0.8	16.4±0.7	16.0±0.1	16.0±0.4	15.9±0.1
木耳	13.7±0.2	15.5±0.5	15.8±1.3	15.4±0.2	15.5±0.3	15.5±0.6
秀珍菇	13.5±0.9	16.4±0.1	17.2±0.6	16.8±0.3	16.7±0.6	16.2±0.1

## 本計畫所完成之成果分述如下

### 1.所有活性測定評估

評估項目	測試之結果
粗多糖抑制 DPPH 自由基	香菇 > 秀珍菇 > 金針菇 > 木耳 > 洋菇 > 草菇 > 杏鮑菇
中性多醣抑制 DPPH 自由基	秀珍菇 > 洋菇 > 香菇 > 洋菇 > 木耳 > 杏鮑菇 > 香菇
粗多醣總抗氧化能力	草菇 > 洋菇 > 香菇 > 秀珍菇 > 金針菇 > 杏鮑菇 > 木耳
中性多醣總抗氧化能力	草菇 > 洋菇 > 香菇 > 秀珍菇 > 金針菇 > 杏鮑菇 > 木耳
粗多醣亞鐵離子螯合	草菇 > 洋菇 > 杏鮑菇 > 金針菇 > 秀珍菇 > 香菇 > 木耳
中性多醣亞鐵離子螯合	草菇 > 洋菇 > 杏鮑菇 > 金針菇 > 秀珍菇 > 香菇 > 木耳
粗多糖總酚含量	草菇 > 洋菇 > 香菇 > 金針菇 > 木耳 > 秀珍菇 > 杏鮑菇
中性多醣總酚含量	草菇 > 洋菇 > 香菇 > 木耳 > 金針菇 > 秀珍菇 > 杏鮑菇
粗多醣抑制酪胺酸酶	金針菇 > 木耳 > 秀珍菇 > 杏鮑菇 > 香菇 > 草菇 > 洋菇
中性多醣抑制酪胺酸酶	金針菇 > 木耳 > 秀珍菇 > 杏鮑菇 > 香菇 > 草菇 > 洋菇

2.在 DPPH 粗多醣中香菇、秀珍菇及金針菇表現最為優異，中性多醣則是秀珍菇、洋菇和香菇，可看出秀珍菇不論在粗多醣或中性多醣中清除自由基均突出；

3.七種菇類粗多醣及中性多醣在總抗氧化能力顯示，草菇和洋菇具有非常優異的抗氧化效果，其餘的金針菇、香菇和秀珍菇清除自由基

也有不錯之表現；

- 4.總多酚含量的評估不論在粗多醣或中性多醣均可看出草菇和洋菇都具有相當高的酚含量，除了杏鮑菇外其餘含量皆超過 40%；
- 5.亞鐵離子( $\text{Fe}^{2+}$ )螯合能力顯示出除了木耳外，在抑制自由基上效果皆優異，而洋菇與草菇在此抑制自由基依舊最佳；
- 6.在抑制酪胺酸酶(tryrosinase)活性上，木耳和金針最為優異，杏鮑菇與秀珍菇表現也不錯；
- 7.雖然中性多醣與粗多醣差異不大，從以上活性評估可看出這七種菇類在抗氧化、美白及保濕上效果均優異，未來可用粗多醣為主要的開發原料。
- 8.經皮水分散失實驗顯示出不同菇類多醣均具有保濕上效果，整體之表現木耳保濕效果最佳，間接證明菇類多醣在保濕在可以更廣泛運用。
- 9.綜合以上研究，這七種菇類多醣不論在抗氧化、美白及保濕皆有優異效果，適合應用在化妝保養品上開發，優異特色的化妝品原料，或能成為台灣具特色之農產衍生產品。

## 參考文獻

1. 陳又旻，台灣化妝品產業區位變遷與經營策略研究，高雄師範大學，碩士論文，2009。
2. 朱靜慧，六種短鏈胜肽之合成及其化妝品功能性分析，弘光科技大學，碩士論文，2009。
3. Mizuno, T., Saito, H., Nishitoba, T. and Kawagishi, H. Antitumor-active substances from mushrooms. *Food Rev. Int.* 11:23-61, 1995。
4. Wang, H., Ng, T. B. and Lin, Q. Isolation of a new heterodimeric lectin with mitogenic activity from fruiting bodies of the mushroom *Agrocybe cylindracea*. *Life Sciences* 70:77-885, 2002。
5. 王伯徽，食藥用菇保健食品之開發。食品工業 32(5)：18-27，2000a。
6. 王伯徽，具開發潛力之食藥用菇介紹。食品工業 32(5)：1-16，2000b。
7. 陳錦桐、簡宣裕、彭金騰、陳美杏，杏鮑菇栽培基質再利用之研究。台灣農研究 54:235~244，2005。
8. 陳裕鏞、張鴻民，菇類食品的免疫。科學發展 384:30-37，2004。