

農業試驗所特刊第197號

菇類生技產業研討會專刊

時間：105年10月28日(星期五)

地點：農業試驗所農民學院大樓三樓國際會議廳

主辦單位：行政院農業委員會農業試驗所・行政院農業委員會農糧署



陳美杏、李瑋崧、呂昀陞、石信德、張瑞璋 主編

「菇類生技產業」研討會專刊

主編：陳美杏、李瑋崧、呂昀陞、
石信德、張瑞璋

主辦單位：行政院農業委員會農業試驗所
行政院農業委員會農糧署

行政院農業委員會農業試驗所編印

中華民國一零五年十月

菇類生技產業研討會議程

主辦單位：行政院農業委員會 農糧署/農業試驗所

協辦單位：臺灣菇類發展協會/臺中市食用菌環控栽培農業發展協會

時間	講題	主講人	主持人
08:30~09:00	來賓報到		
09:00~09:20	開幕式暨貴賓致詞	陳駿季所長	
09:20~10:00	機能性菇類栽培技術開發	吳寬澤副研究員	張瑞璋組長
10:00~10:20	大合照及茶敘		
10:20~10:50	臺灣菇類產業生產現況	台灣菇類發展協會理事長陳宗明	洪進雄 教授
10:50~11:20	臺灣菇類產業之發展與輔導	農糧署方怡丹組長	
11:20~11:50	菇類智慧生產 4.0	石信德副研究員	
12:00~13:00	午餐		
13:00~13:20	杏鮑菇海運外銷保鮮技術之開發	黃肇家副研究員	石信德 副研究員
13:20~13:40	台灣菇類生技產業發展	嘉義產業創新研發中心王伯微博士	
13:40~14:00	台灣藥用真菌的發展現況	葡萄王生技 陳勁初副總經理	
14:00~14:20	延緩衰老功能性驗證平台與機能性菇類研究評估	靜宜大學王銘富教授	
14:20~14:40	菇類機能性成分與產品開發	鳳山分所楊淑惠主任	
14:40~15:00	茶敘		
15:00~15:20	菇類機能性研究現況	陳美杏助研員	陳勁初 副總經理
15:20~15:40	液態菌種在菇類產業之應用	呂昀陞助研員	
15:40~16:00	菇類病蟲害之非農藥防治技術	李瑋崧助理研究員	
16:00~16:20	台灣新興菇類栽培技術之開發	陳錦桐助理研究員	
16:20~16:40	菇類產業面臨的困境與挑戰	黃聖雄場長	
16:40~17:00	綜合討論		
17：00	閉幕式		

序

菇類營養美味，含有豐富蛋白質、維生素及膳食纖維，低脂肪及低卡路里，是國人平日餐桌上常見的優質食材。現今菇類產業不再是傳統產業，而是具有綠金價值的農業生技產業。

我國新鮮菇類年產量約 14 萬公噸，產值逾 130 億元，占整體蔬菜總產值 16.5%，已是國內極為重要的產業。惟近年來因部分菇類菌種老化或退化，導致活力不足，加上全球氣候變遷之因素，造成產能下降，而台灣社會普遍缺乏基層勞力，且菇類加工產品之多樣性不足，都是現今菇類產業所面臨的嚴重問題與挑戰。

農業試驗所近年積極開發之菇類品項除杏鮑菇、雪耳、白靈菇、波特菇、北蟲草、紫丁香蘑、巴西蘑菇、滑菇、桑黃及茯苓外，更有因應氣候變遷選育之耐熱香菇品系及具保健潛力之高多醣含量舞菇品系等。此外，農業試驗所也積極輔導產業界利用菇類液態菌種簡易生產技術，以提升菇類菌種活力。同時更進一步開發杏鮑菇栽培後木屑及稻草之再回收利用，積極研發替代木屑介質以栽培秀珍菇等新技術，藉以解決木屑短缺之問題。另，針對菇類所含多醣體及三萜類等機能性成分，研究開發毛木耳、紫丁香蘑與花臉香蘑萃取物之應用技術、銀耳萃取及護膚應用技術等，從保健食品、預防醫學及結合臨床應用面向開發菇類多元化產品，期能創造菇類產業新用途及開發新市場。近期行政院農業委員會規劃將菇類產業納入智慧農業生產 4.0 的研究範疇，未來將透過相關智能技術開發與導入運用，打造菇類智慧供應鏈，除能讓國人享受更質優且穩定的菇類產品外，亦可經由協助產業升級，提高國際競爭力。

本次研討會舉辦之目的，在透過邀請國內菇類及生技產業之產、官、學、研代表，分別就台灣菇類產業現況、發展與輔導、菇類智慧生產 4.0、菇類生技產業發展、機能性菇類栽培技術開發、各種菇類栽培技術與相關機能性研究及菇類產業面臨的困境與挑戰等議題，進行專題演講及開放討論，盼能集思廣益凝聚共識，供相關單位作為政策釐定及產業發展之參考。

行政院農業委員會農業試驗所

所長



謹誌

中華民國一百零五年十月

菇類生技產業研討會

目錄

序

機能性菇類栽培技術開發

..吳寬澤、石信德、陳美杏、陳錦桐、呂昀陞、李瑋崧... 1

台灣菇類產業生產現況.....陳宗明、呂昀陞、石信德... 13

台灣菇類產業之發展與輔導.....方怡丹、蔡清榮... 29

菇類智慧生產 4.0

..石信德、呂昀陞、李瑋崧、陳錦桐、陳美杏、吳寬澤... 35

杏鮑菇海運外銷保鮮技術之開發

.....黃肇家、黃慧穗、蔡金玉... 45

台灣菇類生技產業發展.....王伯徹... 57

台灣藥用真菌的發展現況.....陳勁初... 71

延緩衰老功能性驗證平台與機能性菇類研究評估

.....王銘富、陳英茹、陳美杏... 87

菇類機能性成分與產品開發

.....楊淑惠、楊惠婷、廖俊旺、陳宜嫻... 97

菇類機能性研究現況

.....陳美杏、李瑋崧、呂昀陞、吳寬澤... 109

液態菌種在菇類產業之應用

.....呂昀陞、陳美杏、石信德、李瑋崧... 121

菇類病蟲害之非農藥防治技術

..李瑋崧、林宗俊、呂昀陞、石信德、吳寬澤、陳美杏... 129

台灣新興菇類栽培技術之開發

.....陳錦桐、石信德、吳寬澤... 141

菇類產業面臨的困境與挑戰.....黃聖雄... 149

機能性菇類栽培技術開發

吳寬澤、石信德、陳美杏、呂昀陞、陳錦桐、李瑋崧

行政院農業委員會農業試驗所植病組

電子郵件：wukt@tari.gov.tw；傳真：04-23338162

摘 要

近年來國人對於養生保健預防醫學觀念日漸提升，因菇類含有豐富營養以及多醣體、三萜類、固醇類、蛋白多醣、核苷酸、超氧歧化酵素、有機鍍等生理活性成分，具有對心血管系統、消化系統、呼吸系統、神經系統、凝血系統等方面的改善功效，以及增強免疫機能，消除氧化自由基，抗衰老、促進調節新陳代謝和抗腫瘤作用，是備受現代人重視的優質食品。農業試驗所以往大多集中在食用性菇類研究，隨著菇類發展趨勢及許多生理活性物質之研究發現，近年特別著重於機能性菇類包括北蟲草、舞菇、滑菇、銀耳、桑黃、茯苓及牛樟芝等的栽培技術及機能性產品的開發，期望藉由技術移轉業界，使機能性菇類有多樣性的利用價值，讓國人更為健康。

關鍵詞：機能性菇類、栽培技術

緒 言

以往人們對於菇類以食用性為主，隨著養生保健觀念的提升，不但講求其豐富的營養也重視其機能性功能，現在機能性菇類的定義不再只是做為藥用的概念，凡對於有益人體健康的菇菌類都包括在這範疇中。過去世

界報導的藥用菇類超過 400 種，已人工馴化栽培的僅有 50 餘種，而有規模商業化生產的約 30 多種，所以現今機能性菇類種類應更多，其包括幾種類型：(1)純藥用：其子實體不能直接鮮食用，需要經過加工或提取有效成分，供作成醫療保健產品，如靈芝、冬蟲夏草、茯苓、雲芝、北蟲草、桑黃等。(2)食用兼藥用：如猴頭菇、香菇、黑木耳、金針菇、巴西蘑菇、舞菇、滑菇、銀耳等。(3)藥食分明：例如虎奶菇子實體可食用，地下菌核可藥用；蜜環菌子實體可食用，與天麻地下莖之共生體為藥用(丁等，2006)。近年來台灣菇類在農業、食品及醫學方面，政府相關單位及業界均積極的投入機能性成分研究與養生保健產品的開發，如膠囊、濃縮液、錠劑、飲品和美容護膚產品等。農試所研發之機能性菇類栽培從早期的靈芝、雪耳、巴西蘑菇，到現今北蟲草、滑菇、舞菇、銀耳、桑黃、茯苓及牛樟芝等均有豐碩成果。

機能性菇類栽培技術研發

(一)雪耳

1991 年農試所由菇類業者獲贈一種「白色木耳」，經鑑定為台灣商業栽培生產之斤耳 (*Auricularia fuscusuccinea*) 的白色變種，菇體色澤雪白，呈光滑半透明，頗具市場發展潛力，定名為「雪耳」，並開始研發其菌絲生理特性與栽培技術，也經過委託農家栽培試驗，開發成功已推廣至業界進行商業栽培生產(吳, 1997)。雪耳利用太空包直立式進行栽培，開包方式在太空包周圍平均割開四至八個 1.5 公分長之 V 字型開口，每天早晚開門窗通氣各一次，每次約 1 小時，控制溫度在 22~26℃，並於地面及四壁上灑水以提高濕度為相對濕度 85~90%，約 1 週後菇蕾開始形成，待子實體發育約 1~2 公分大小時，進行子實體灑水，每天約 1~2 次，灑水後要進行通風，使子實體有乾乾濕濕交替，隨著子實體逐漸長大，要增加灑水量及通氣量，一般開包後約 20 天，子實體生長發育九分開約 8~10 公分大小即可採收(圖一、二)，採收期約二個月。

雪耳具脆嫩、彈齒、滑溜之特性，含有豐富蛋白質、氨基酸、維生素及礦物質，其脂肪含量低，且多為不飽和脂肪酸，雪耳和毛木耳及白木耳比較，其蛋白質及可溶性膳食纖維含量，以及抗氧化性、還原力，以及清

除自由基能力上，在三種膠質耳類中表現都居冠。雪耳因具有良好抗氧化性，可抵禦生活中的自由基傷害，且在皮膚表面形成屏障具保濕能力，可舒緩臉部皺紋，適合製作抗老保養品，目前業界已有開發相關保養面膜產品(吳等, 2016)。由於雪耳鮮品保存期限短，鮮銷市場不易推展，目前多開發為飲品，已有廠商進駐本所創新育成中心，經輔導栽培並開發相關雪耳保健產品上市。



圖一、雪耳直立式太空包栽培



圖二、雪耳太空包八個開口出菇盛況

(二)靈芝

靈芝應該算是台灣最早開發之機能性藥用菇類，中國藥典古籍《神農本草經》將靈芝列為無毒無副作用之上品藥，具有滋補強壯、扶正固本、延年益壽及鬆弛身心功效。根據研究記錄，世界上已知的靈芝已超過 200 種，且陸續有新種類被發現，目前在中國地區發現的種類已近 90 餘種，而台灣常見的野生靈芝有樹舌靈芝、台灣靈芝、拱狀靈芝、靈芝、熱帶靈芝、小孢子靈芝、松杉靈芝、新日本靈芝等(許, 1993)。許多科學研究及醫學臨床驗證靈芝含有益於人體健康的多醣體、三萜類、核酸類、微量元素、有機鍍及其他有效成分(高, 2000)。

台灣很早就利用木屑太空包栽培靈芝，最適合在夏季生產，4 月製包接種，6 月開始採收至入秋之前。本所近期開發以家庭式簡易設備 DIY 種植靈芝技術(吳, 2014)，利用賣場販售的不鏽鋼組合置物架，四周覆蓋透明塑膠布，在四個角邊留有縫隙，使前後兩邊塑膠布與栽培架之間各形成一個「通風道」以利通風換氣。栽培場所要選擇清潔乾淨、通風良好、陰涼、光線適量、陽光不直射的地方，至少有 2、3 坪以上的空間，依照空間大小來調整栽培架數量。在中間層架下方吊掛溫濕度計，可觀察溫濕度變化並

加以調節控制。

自業者購買走菌完成之靈芝太空包上架橫向擺放，然後拔除棉塞，並將四邊塑膠布全放下，保持溫度 26~27℃，空氣相對濕度 85%，並有些許散射光，同時保持栽培架放置場所之空氣流動順暢。栽培架內空氣相對濕度若低於 80%，可灑水在塑膠布內側及菇包上，以提高濕度，但不可噴入包口內。菇蕾會逐漸膨大伸長，之後菇蕾前端會分化出菇傘，此時要提供充足光線。隨著子實體發育長大，需要提高濕度為 85~90%，並每天早晚各一次掀開塑膠布通風約半小時。出菇及發育期間，要特別注意防止雜菌感染，栽培架內溫濕度過高或通風不良，均容易引發病蟲害。當菇傘邊緣白色或淺黃色消失時，子實體顏色轉為暗棕色時即可採收。如要採收靈芝茸，應在子實體生長至 5~6 公分大小，且菇傘邊緣仍為白色時，就要及時採摘(圖三)。採收時，以剪刀或刀片自菇柄基部切下靈芝子實體。靈芝採摘後，留在菇包之基部切口不要碰水，使其自然癒合，如有雜菌須將其切除。數日後切口癒合，並漸漸長出白色菇蕾，其後管理方法同上，當子實體發育成熟，即可採收第二潮靈芝，一般可陸續採收 4、5 次。希望藉由簡易設備降低栽培門檻，可達靈芝量化生產。



圖三、簡易栽培架生產靈芝

(三)巴西蘑菇

近年來國人對於食品的養生保健及安全十分重視，巴西蘑菇是其中被認為具有防癌保健食品之一，它是一種珍貴的食用兼藥用菇類，除含豐富營養外，因具有多醣體，尤其是 β -D-葡聚糖，為抗腫瘤及提升免疫的主要

成分而受到矚目。台灣巴西蘑菇早期以稻草堆肥栽培，但稻草容易受重金屬汙染，而且巴西蘑菇比其他菇類有較高的重金屬吸集能力，因此農試所研發利用木屑取代稻草，並選用無重金屬污染之米糠、粉頭、石灰等輔料、覆土資材及乾淨水源、加上環境控制及選用優良菌種等方法可以降低巴西蘑菇重金屬含量，提升巴西蘑菇品質(石&吳, 2015)。現在木屑太空包栽培巴西蘑菇已成為主流模式，有畦床栽培、床架栽培、箱式栽培及袋式栽培等栽培方式，巴西蘑菇大多數在傳統非溫控菇舍栽培，僅有極少數業者採用環控栽培生產，近年來也有業者利用牧草堆肥在環控貨櫃屋栽培生產巴西蘑菇，並透過農試所開發的「巴西蘑菇堆肥製造設備及生長基質之製造方法」技術(圖四)移轉提升栽培產能。



圖四、巴西蘑菇堆肥栽培生產



圖五、巴西蘑菇木屑太空包栽培

採用木屑太空包在傳統菇舍栽培巴西蘑菇，可選擇秋春兩季生產，其栽培流程分為兩階段：(吳, 2005)。

(1)木屑太空包培養：將木屑先進行堆積處理約一個半月以上，使其較為腐熟，再製成太空包並調節含水量為 65%，然後經過滅菌，接種巴西蘑菇菌種，於 23~28℃ 室溫下培養至菌絲長滿太空包，再繼續培養 2~3 個月，使太空包菌包後熟。

(2)覆土栽培管理：將成熟太空包脫去塑膠袋成為裸包，將其橫式擺放於菇舍地上、塑膠箱內或床架上，排滿後進行覆土，或者裸包上先覆蓋塑膠布數日，讓裸包菌絲再生旺盛濃密，再進行覆土。覆土酸鹼度調至 pH7 左右以及含水量約 25%，覆土約 3~4 cm 厚，覆土後以少量多次灑水使覆土含水量達 60~65%，控制室溫 25~28℃ 及 85% RH，減少通風，待土粒間有大量絨毛狀菌絲時，加強通風，誘發菌絲扭結，形成原基，控制溫度 20~

25℃，濕度 90%，二氧化碳濃度 1000 ppm。當菇蕾形成菌傘後開始灑水，並通風換氣半小時。子實體經 4~5 天生長發育，成長至七分成熟，菌蓋未開傘，菌膜尚未破裂時採收為宜(圖五)。採菇後清除殘留土中的菇體基部和死菇，以防滋生雜菌，並即時補土，保持床面平整衛生，停水 2~3 天，以利菌絲恢復，然後重新灑水，密閉菇舍，數天後待床面再出現原基時，重複前述管理流程。巴西蘑菇生產可採 4~5 週期，共計 3~4 個月(吳&石, 2016)。

(四)滑菇

滑菇又名滑子蘑、珍珠菇，原產於日本，目前日本、中國等地已大規模栽培生產，菇傘呈黃褐色，表面有一層黏液。滑菇除了富含多種營養，蛋白質含量 33~35%、糖類 38%以上，及多種礦物質和維生素 B1、B2，另外菇傘表面的黏性物質是一種核酸，對人類的精力和腦力大有益處，並有抑制腫瘤作用。滑菇屬於低溫性菇菌，適合在 7~15℃生長，可利用木屑、玉米桿、棉籽殼或高粱殼為主要材料，可以瓶栽、袋栽、箱栽、菌磚栽培及段木栽培等模式生產。過去台灣業者已有少量生產滑菇，但因具黏液常被消費者誤認為腐敗不新鮮，以至於民眾接受度不高，銷售成績不佳，未來將有賴推廣宣導。

農試所自 2007 年開始研究開發滑菇栽培技術，採用木屑太空包栽培，經走菌完成後，進行開包，栽培室環境控制為溫度 15℃、相對溼度 85%、二氧化碳濃度 1000 ppm，白天照光，以刺激出菇，經過約 7~10 天左右開始產生小菇蕾，此時濕度提高為相對濕度 90%，隨著菇體數量增多及成長，再提高濕度為 90~95%、二氧化碳濃度調降為 800~900 ppm 使其生長發育，開包後約 17~18 天子實體成熟即可採收(圖六)。滑菇開包後，受雜菌感染之太空包原本要丟棄，本所研發「切頭再生技術」(吳等, 2012)，可以讓這些太空包再出菇獲得約 200 克/包的產量，以減少栽培損失。



圖六、滑菇太空包栽培出菇

(五)舞菇

舞菇是國人較不熟悉的菇類，在日本稱為「舞茸」Maitake，中國大陸叫「灰樹花」，舞菇因其形狀似花瓣飛舞，或像仙女舞動衣袖翩翩起舞的樣子而得名，另一種說法是發現此菌類的人高興得手舞足蹈。舞菇具獨特芳香味，肉質柔軟脆嫩，日本研究顯示舞菇熱水萃取成分具有抗腫瘤、強化免疫系統功效；研究也證實舞菇抽出物可抑制愛滋病毒；另外舞菇還具有降低血糖、血壓和膽固醇及保護肝臟、預防糖尿病、瘦身等效果。

舞菇生產主要分布在日本、中國、歐洲及北美洲等國家，1975 年日本最早從事商業化生產，主要產地有新瀉、靜岡、福岡、北海道、群馬等地；中國大陸主要產區有浙江、河北、湖南、福建、雲南、吉林、安徽等地，其中以浙江慶元及河北遷西兩縣的產量最多；歐洲及北美洲則有少量栽培。舞菇栽培有袋栽、瓶栽及原木栽培等方式，袋栽採用方型包或菌棒，也可進行覆土栽培。

農試所開發完成舞菇環控瓶栽生產技術(圖七)，採用木屑、粉頭等原料調配成栽培基質，以自動化瓶裝生產設備進行裝瓶、滅菌、冷卻、接種，在培養室經過走菌後移至環控出菇室，依各生長發育階段控制不同溫度、濕度、二氧化碳濃度及光照等環境條件，進行栽培管理，生產質優高產舞菇。舞菇環控瓶栽生產之產瓶養菌期約 30 天左右，移入出菇室後約三週可採收，每瓶以採收一次較符合經濟效益，平均產量為 150 公克/瓶，本技術已公告受理業界技術移轉(吳, 2007)。



圖七、舞菇環控瓶栽量產



圖八、舞菇太空包栽培

本所近年也開始研發舞菇太空包栽培技術(圖八)，以現行太空包型態

作為基礎再做改良。栽培基質採用與開發完成之產瓶栽培模式之相同配方，太空包在 23℃ 培養室進行走菌一個月再移入出菇室，進行包口特殊處理與照光刺激原基形成，並控制適當溫濕度及二氧化碳濃度，研發初期之栽培管理方法多造成包口積水與雜菌感染，而導致爛包；經過技術改良，目前已可提高太空包出菇成活率至九成，產量平均每包 170 公克以上，單朵子實體最高可達 228 公克，但仍有改進空間，未來需針對出菇整齊度與穩定性、菇型完整性、最佳出菇時期及產量提升繼續研發改進，期望能盡速開發完成並技轉業界做商業化生產，讓國人可以品嚐到本土生產之舞菇(吳等, 2015)。

(六) 桑黃

桑黃好生於桑樹，且呈硫黃色而得名，最初在墨西哥東南部的尤卡坦半島被發現；在日本，因寄生於日本長崎男女群島之女島桑樹上，且形狀似瘤，命名為「Meshimakobu」，意即「女島瘤蕈」；韓國人直接將其英譯為「Sangwhang Mushroom」。桑黃主要分佈於日本、韓國、中國、朝鮮、俄羅斯、澳洲、北美、中南美等地區。桑黃是近年風行於東亞地區，包括中、日、韓等地著名的藥用真菌，因其珍貴，而有「森林黃金」之美稱(吳, 2012；吳等, 2012)。

1968 年日本國立癌症中心和東京大學研究發現桑黃對腫瘤抑制率高達 96.7%，為受測菇蕈類中最高者。全世界最積極投入桑黃研究的是韓國及日本，相關研究學術文章及針對桑黃功效研究的探討也最多，而且韓國也把桑黃的研究成果開發成藥物。桑黃的藥理研究，證實在動物試驗上具有抑制腫瘤形成與轉移、增強免疫力、抑制肝纖維化、抗突變、抗氧化、治療痛風、降血糖、抗發炎、抑菌等作用(宋等, 2004)。



圖九、桑黃太空包栽培



圖十、採收之桑黃子實體

台灣在 2005 年南台科技大學陳啟楨教授最早開始進行桑黃研究，並於 2009 年以木屑太空包栽培桑黃，菌絲培養 1.5 個月可長滿太空包，半年後開始出菇，8 個月發育為直徑 5 公分，厚 3 公分之子實體。2007 年農試所自國外引進桑黃「PL-U」、「PL-EN」、「PL-K」及「PL-04」品系並進行繁殖保存，2008 年起開始進行桑黃栽培研究，最初以太空包栽培結果四品系都無法形成菇蕾，經過培養基配方與栽培技術改進及品系篩選，在環控栽培室調控適當溫度、濕度、二氧化碳及光照，開包 10~12 天後，「PL-EN」與「PL-K」兩品系開始產生黃色原基體，太空包出菇率在 95% 以上，原基體逐漸發育為子實體，呈黃色半球型，並逐漸發育成褐色子實體，自太空包接種後 4 個月可以長到 6~7 公分大小、3 公分厚度及 20~40 公克重量(圖 9)，即可採收(圖 10)，目前兩品系可以小規模試量產。

「PL-EN」及「PL-K」品系學名鑑定，應用聚合酵素連鎖反應技術增幅其核糖體內轉錄核酸片段，再與 NCBI 之基因庫之核酸序列進行比對分析其親緣關係，結果顯示，「PL-K」品系與 *Inonotus baumii* strain PB0806 有 98% 相似度，而「PL-EN」品系則與 *Inonotus linteus* isolate FS656166 有 100% 高相似度。

結 語

台灣菇類年產值將近 100 億元新台幣(劉等, 2016)，是值得重視開發的產業，菇類主要作為菜蔬食用，隨著時代進步和國民生活水平提升，屬於綠色、天然、功能性菇類食品越受消費者青睞，因兼具動物性食品高蛋白與植物性食品低脂肪之優點，是現代人的優質食品(黃等, 2010)。此外菇類尚可開發利用於調節或改善機體功能的保健美容產品，以及疾病治療的醫療產品(陶等, 2007)。機能性菇類含多種生理活性成分，包括 β -葡聚糖、三萜類化合物、核酸、固醇類、蛋白質以及維生素等，在臨床上對心血管系統有心肌缺血保護(靈芝等)、降血脂血壓和預防動脈硬化(香菇、巴西蘑菇、冬蟲夏草、靈芝、銀耳等)、心腦血管保護等作用(靈芝等)；對消化系統有保護肝臟(雲芝、靈芝、銀耳、香菇、巴西蘑菇、樟芝等)、消化性潰瘍治療等作用(猴頭菇等)；對呼吸系統有治療慢性支氣管炎、支氣管哮喘、肺氣腫(冬蟲夏草等)、及鎮咳祛痰(靈芝等)功效；對神經系統有鎮痛、對抗中

樞興奮劑、解痙攣和協同催眠等作用(靈芝、蜜環菌等);對凝血纖溶系統具有抗凝血和抗血栓形成作用(靈芝、黑木耳、銀耳、舞菇、巴西蘑菇等);以及抗生素(冬蟲夏草、靈芝、舞菇、雲芝、香菇等)、抗輻射(靈芝、雲芝、冬蟲夏草、銀耳等)、降血糖(靈芝、木耳、銀耳、猴頭菇等)、抗腫瘤和免疫調節(舞菇、巴西蘑菇、香菇、金針菇、靈芝、雲芝、桑黃、滑菇、樟芝等)等作用(陶等, 2007;林等, 2002);以及美容保養作用(銀耳、雪耳等)(楊等, 2007;吳等, 2016)。因此透過栽培技術開發, 可以使機能性菇類有多樣性的利用價值, 對人類健康提升具有重要意義。

引用文獻

1. 丁湖廣、丁榮峰。2006。15 種名貴藥用真菌栽培實用技術。金盾出版社。北京。
2. 石信德、吳寬澤。2015。巴西蘑菇栽培技術。農業世界雜誌 387:33-38。
3. 宋力、孫培龍、郭彬彬、魏紅福、陳靈杰。2004。桑黃的研究進展。中國食用菌 24:7-10。
4. 吳寬澤。2014。家庭式簡易設備種菇技術。農業世界雜誌 368:65-68。
5. 吳寬澤。2007。國內外舞菇栽培生產技術之開發與未來發展。農業試驗所技術服務 72:15-19。
6. 吳寬澤。2005。巴西蘑菇。台灣農家要覽(增修訂三版)。豐年社。台北。p.637-640。
7. 吳寬澤。1997。雪耳栽培之研究與推廣。農業試驗所技術服務 31:23-27。
8. 吳寬澤、石信德。2016。巴西蘑菇高產栽培技術。豐年半月刊 66(17):79-85。
9. 吳寬澤、陳美杏、呂昀陞。2016。雪耳栽培技術與其應用。農業世界雜誌 393:67-71。
10. 吳寬澤、陳美杏、呂昀陞。2015。舞菇太空包栽培技術開發。農業世界雜誌 381:69-72。
11. 吳寬澤、陳美杏、呂昀陞。2012。台灣桑黃太空包栽培技術新突破。農業世界雜誌 346:62-66。
12. 吳寬澤、陳美杏、呂昀陞。2012。滑菇栽培技術開發。農業世界雜誌 350:32-35。

13. 吳聲華。2012。桑黃-古老的治癌新藥。科學人 119:118-119。
14. 林錫杰、王伯徹。2002。菇類之藥效功用及其生產研究。食品工業。34(5):18-30。
15. 高益槐。2000。世紀奇草話靈芝(1)。元氣齋出版社有限公司。台北市。p.51-58。
16. 陶文沂、敖宗華、許泓瑜、許正宏。2007。藥食用真菌生物技術。化學工業出版社。北京。
17. 許瑞祥。1993。靈芝概論。萬年出版社。台中市。
18. 黃年來、林志彬、陳國良。2010。中國食藥用菌學(上篇)。上海科學技術文獻出版社。上海市。
19. 楊淑惠、楊鎮榮、陳宜嫻。2007。銀耳多醣應用為皮膚保養原料之活體外及活體內評估。台灣農業研究。56(2):143-151。
20. 劉育姍、康瑋帆、呂昀陞、石信德。2016。我國菇類產業現況與技術發展策略分析。農政與農情 285:64-69。
21. 編輯部。2007。子實體孢子粉破壁孢子孢子油作為保健食品原料孰優孰劣。健康靈芝雜誌 38:6-9。

台灣菇類產業生產現況

陳宗明¹、呂昀陞²、石信德²

¹. 台灣菇類發展協會、². 農業試驗所植物病理組

摘 要

台灣菇類產業已有百年以上之發展歷史，期間經歷段木香菇栽培到洋菇王國，目前年產值已近百億，成為台灣蔬菜產業中相當重要之一環。目前國內香菇產業仍是菇類產業中產值與產量最高之菇種，而杏鮑菇已取代金針菇成為產值第二高之菇種。環顧台灣菇類產業雖迅速的發展，但木屑、勞力短缺之問題、菌種退化及老化之問題與電費增加導致成本提升等問題，不斷影響我國菇類產業之發展，因此為求台灣菇類產業之永續發展，還需要菇類生產業者與政府農政及研究單位共同努力。

關鍵詞: 菇類、菌種退化、永續發展

緒 言

台灣菇類產業發展自 1909 年起，即有香菇段木人工栽培之紀錄，至今已有百年以上之歷史，而在 1950 年代起台灣政府因推展農產品加工外銷，因此當時有蘆筍、鳳梨與洋菇三大罐頭產業，其中洋菇產業由於政府的推動，使得當時農村冬天時家家戶戶種洋菇，並使台灣在 1970 年代成為世界洋菇罐頭出口之大國，使台灣有「洋菇王國」之美譽，但隨著 1980 年代起，政府將產業重心由農業轉移到工業，並大量成立加工出口區，使得農村勞力下降，加上大陸地區與東南亞等國利用廉價之資源與人力投入洋菇之生產，也使得國內洋菇產業逐漸沒落，但洋菇產業當時墊下之基礎，也使得後續金針菇產業與香菇產業得以發展，至今仍是台灣最重要之兩大菇類品項，此外在 1990~2000 年由於台灣農業試驗所之推廣，開啟了台灣環控菇

類栽培的新一頁，此時期之代表為杏鮑菇，而隨著杏鮑菇等環控菇類產業之發展，使得台灣民眾能在一年四季皆可吃到不同品項之菇類，如台灣國人日常生活中常見的香菇、洋菇、木耳、金針菇、杏鮑菇、鴻喜菇、美白菇等，所創造之產值也相當驚人，整體菇類產業之產值目前已逾 97 億新台幣，佔台灣整體蔬菜產業之 16%，因此菇類產業為台灣農業相當重要之一環。本文將分別就台灣菇類產業之產業結構與市場狀態進行介紹，以期讓更多人瞭解台灣菇類產業之面貌。

台灣菇類產業結構

台灣菇類產業發展至今已有百年之歷史，目前菇類產業中各部份也已有明顯之專業分工，如：菇類菌種製作、太空包製作、盤商與廢包清運等不同產業結構，甚至如香菇產業目前已在香菇不同栽培時期，衍生出該時期所需之專業工，如：割紙工人、扣包工人與採收工人等，因此專業分工之程度相當高，此外也有像金針菇產業由菌種製作到採收包裝一貫化生產之工廠。

台灣由於國土面積小且交通建設發達，因此國內菇類生產模式主要仍是以太空包生產為主，藉由專業製包場製作品質優良之太空包(菌床)，分送至栽培戶進行栽培，採收包裝後再由盤商收購進入市場，因此栽培菇農不需投資大量之機械設備與培訓專業技術人員來進行菌種製作與太空包生產，而僅需將資金投入栽培設備之中，加上台灣輕工業發達等因素也使得環控栽培產業能在台灣推行。

此外台灣目前也有堆肥類如洋菇、巴西蘑菇與草菇等之生產；以及利用段木栽培之香菇與木耳等，但由於栽培戶較少，因此並非台灣菇類產業之主流。

台灣重要菇類栽培數量與面積

台灣目前市場上主要栽培販售之菇類包含洋菇、草菇、香菇、木耳、金針菇、蠔菇(鮑魚菇)、巴西蘑菇、秀珍菇、杏鮑菇、鴻喜菇、雪白菇、白精靈、珊瑚菇、猴頭菇、柳松菇等 15 種食用菇類，而常見之藥用菇類則包含靈芝、蛹蟲草、茯苓與牛樟等。除了上述幾種較大規模生產之菇類外，

其他還有如：豬肚菇（酒杯菇）、雞腿菇、韓國平菇（大力菇）、紅平菇（粉紅玫瑰菇）、斤耳與雪耳等，此些菇類生產量較少或主要係提供作為觀光農業使用之菇種，因此台灣現有栽培之菇種估計已超過 20 種。而在這些菇類產業中又以香菇、金針菇、杏鮑菇、木耳與秀珍菇等五種最為重要，因此本文後續將針對這五種菇類之統計資料進行介紹：

（一）香菇

香菇為台灣最重要之菇種，除其產值與產量皆為最高外，其栽培戶數亦是我國最高，約有 616 戶，其主要栽培地在台中市新社區、谷關、南投縣埔里鎮、魚池鄉、國姓鄉、竹山鄉、彰化縣溪州、台南關子嶺等地，依據 2013 年之統計約有 46,000 公噸之產量，而 2015 年之調查結果顯示，產量下降為 42,000 公噸，而產值約為 44 億八千萬元(表一)。香菇太空包之栽培量在穩定中略有成長，與前年相比多了近 0.5%，目前約有 2 億 2 千萬包之數量(表二)，而去年氣候不利於生產，加上菇類菌種退化問題使得產量下滑，使得價格約有 9%之上升。而在栽培戶數部份，在台中地區之香菇栽培戶有微幅之成長，但在南投地區則為下滑，而彰化地區之下滑更為嚴重，目前僅剩 1 戶栽培約 40 萬包之數量，此一現象可能與氣候暖化導致平地栽植香菇困難增加有關。

段木香菇主要栽培戶數約有 162 戶，目前主要栽培地在新竹縣尖石鄉與關西鎮、南投縣埔里鎮、仁愛鄉、信義鄉、桃園復興鄉、苗栗縣南庄鄉、台東縣大武鄉、達邦鄉、屏東縣牡丹鄉、宜蘭縣南澳鄉、大同鄉等地。目前就訪視栽培業者與菌種業者後，得知一年約有 7000 噸段木之栽培量，產量約為 140 公噸。

（二）金針菇

金針菇為台灣自動化程度最高之菇種，目前皆以自動化產瓶系統進行生產，也是台灣人過去冬季火鍋最喜歡添加之食材，然近年來金針菇之銷售量受到新興菇類影響，而有下滑之情形，因此也影響到栽培之數量，目前金針菇主要之栽培地為台中市霧峰區、大里區、后里區、南投縣草屯鎮、國姓鄉、彰化縣芳苑鄉、埔鹽鎮與苗栗縣苑裡鎮等地，總計 18 戶，栽培數量為 30,000 公噸，較去年統計時之 33,000 公噸下滑約 10%，其產值也由 149,690 萬元下滑至 134,700 萬元(表一)，因此許多金針菇栽培業者開始改

為栽培杏鮑菇或鴻喜菇，使得產瓶數目由 11,000 萬瓶下降到 10,000 萬瓶，下降約 10%(表二)，因此金針菇產業未來之變化值得密切注意。

此外金針菇產業所受之影響除由於新興菇類分享市場之衝擊外，外來進口之金針菇也是影響金針菇產業之關鍵，2015 年由日本、韓國、馬來西亞進口之金針菇為 579,700 公斤較去年成長 29%，價值 21,388,000 元，目前主要進口國為日本，進口單價約為 35.3 元/公斤，而韓國進口單價為 48.25 元/公斤，其中韓國單價已高於台灣全年之均價，另外值得注意的是由馬來西亞進口之金針菇單價僅 23.81 元/公斤，遠低於台灣目前台灣之平均單價。

(三) 杏鮑菇

杏鮑菇為目前發展最為快速之環控栽培菇類，一般業者主要是以太空包進行生產，少數利用自動化產瓶進行生產，其主要栽培地為台中市新社區、霧峰區、后里區、南投縣魚池鄉、彰化縣和美鎮、大村鄉、社頭鄉、溪湖鄉、嘉義中埔鄉與竹崎鄉等地，目前初步估計每年已超越 1 億 4 千萬個太空包之生產量(表二)，產量也已提升至 26,000 公噸，產值也由 176,000 萬元提升至 206,960 萬元，成長幅度約為 18%，但成長幅度已較之前變緩(表一)。目前杏鮑菇之生產業者主要係以自行製作太空包為主，僅少數業者會以購買太空包方式進行栽培，但多數業者無法自行製作菌種，因此菌種部分主要須向菌種商進行購買，近年來太空包製作量、產量與產值雖有明顯提高，目前平均每包產量約在 186 g，但也因此其價格相對較其他菇種穩定。

(四) 木耳

木耳由於受惠於近年來養生風氣之盛行，加上木耳露等加工品之開發，因此也成為目前菇類中少數有明顯成長之菇種，木耳之栽培主要集中於嘉義縣中埔鄉與竹崎鄉一帶，其產量約佔市場之 3/4，而近年來也有部份區域開始規模化生產木耳如台中縣新社區、苗栗縣南庄鄉與宜蘭縣冬山鄉等地，目前整體產量約為 17,500 公噸，較去年 14,000 公噸有所提升，產值也由 89,880 萬元，提升至 113,225 萬元(表一)，但平均單價下跌顯示市場已趨於飽和。

但近年來由於氣候暖化以及菌種弱化之影響，使得嘉義中埔鄉之產能

下滑，加上虎皮菇、紅蜘蛛與細菌性硬頭病等病蟲害，使得業者開始往較高海拔或北方之區域找尋栽培地點，因此目前在南投埔里鎮與魚池鄉等地之栽培戶數有 60 戶，惟栽培面積皆較小，不如嘉義地區 18 戶即可有 3/4 之市場率。

（五）秀珍菇

秀珍菇為台灣過去前五大之菇種，然近年來由於受到木黴菌之影響，使得許多菇農在收穫第二潮次菇後就無法繼續採收，因此導致產量嚴重受損，也因此目前栽培人口逐漸萎縮，並開始轉型栽培杏鮑菇或白精靈，以過去秀珍菇主要栽培地彰化縣二林鎮為例，目前已有超過半數之業者改為栽培白精靈。目前秀珍菇每年太空包製作量為 1,500 萬包且年產量約為 3,750 公噸，較去年 1,400 萬包年產量 3,500 公噸，稍微提升(表二)，且平均單價提升 2.1 元/公斤，因此產值也由 26,320 萬元提升至 29,025 萬元(表一)。

（六）其它

其他菇類如：洋菇、鴻喜菇、白精靈等菇類之調查結果顯示，其他菇種之整體產量有明顯提升，目前已由 13,000 公噸提升至 14,500 公噸，產值也由 180,000 萬元提升至 208,000 萬元(表一)，其中提升之主要菇種有如白精靈與珊瑚菇，而前幾年產量下滑之洋菇則有逐年提升之情形，而導致此結果之因素可能與洋菇菌種生產者增加使得產品有所提升有關，此外另與國內另外成立一家專職生產鴻喜與雪白菇之廠商有關。台灣食用菇類目前整體之產量約為 133,750 公噸，而產值可達 1,140,890 萬元(表一)，雖然因為香菇與金針菇產量與產值下降之因素導致較去年整體產值下降,但仍佔蔬菜整體產值中相當重要之一環。

台灣重要菇類栽培戶數與分布

台灣菇類產業主要集中於台中市、南投縣、彰化市與嘉義縣等地，雖然目前幾乎可說全台灣地區皆有業者在進行栽培，但整體產業聚落仍以中部地區為主體，其中又以南投縣之栽培戶數最多高達 404 戶，台中市 380 戶次之，而台中市與南投縣之栽培戶數較多又與香菇產業有著密不可分之

關聯(表三)。

金針菇產業則主要集中在台中市；杏鮑菇產業則以台中市與彰化市為主體，其中單一場栽培數量最多之農戶在台中市，但整體杏鮑菇產量最高之區域則為彰化縣；秀珍菇則以彰化為主體，總共有 72 戶，南投縣有 35 戶次之，但有逐漸沒落之趨勢出現；木耳雖然在南投縣栽培戶數最多，達到 60 戶，但整體產能仍以嘉義縣為大宗(表三)。

台灣菇類產業聚落集中於中部主要之因素包含：土地因素、生產成本與技術中心等，其中土地因素係由於台灣北部、中部多丘陵、台地，而南部多是平原，加上北部過去主要是以工商業為主要發展模式，因此北部土地購置或承租成本較高，而南部地區之土地雖然較便宜，但由於台灣南部位於北迴歸線以南氣溫較高，因此除少數地區冬季能栽培一季外，其餘時間皆須利用環控栽培，但也因此導致生產成本較高，較無競爭力，此外由於台灣菇類產業僅透過農業試驗所來進行研發與產業輔導，而目前農業試驗所位置坐落於台中市霧峰區，因此到主要之產區如台中市新社區、南投縣埔里鎮、魚池鄉與彰化縣等地皆可在 1 小時內到達，因此可就近協助產業之發展，也因此使得產業聚落形成在台灣中部地區。

台灣重要菇類經營者之年齡分布

目前國內菇類主要經營者在香菇部分一般年齡偏高，以 50~65 為主體，但目前已有許多業者開始進行世代交替，讓年紀較輕的第二代或第三代回鄉從事香菇栽培，而其他菇類產業經營者年齡大多在 45~55 歲間，其中由於金針菇產業已經歷過世代交替之過程，因此目前之經營者多為第二代或是新創業者，因此年齡不高；而其他如杏鮑菇與秀珍菇等業者，多是近 10~20 年來投入之業者，因此年齡主要是在 40~50 歲間；近年來南投地區投入木耳栽培產業之業者較多，但多半屬於中年創業為主，而嘉義中埔因從事木耳栽培時間較長，前次世代交替已逾 20 年，因此主要經營者年齡在 55~60 歲間，另外由於近年來台灣太陽能光電產業之發達，故許多新興之太陽能廠下方也有進行木耳栽培，而其主要栽培地則以雲林及彰化較多。

太空包製包廠生產概況

台灣菇類產業由於分工嚴謹，因此從上而下有菌種業者、太空包製作業者、栽培業者與通路商等分工，而多數菇種之栽培業者主要是以購買太空包為主，以香菇為例，幾乎9成以上菇農是屬於單純之栽培業者，僅有少數業者會同時製包並自行栽培；但如金針菇與杏鮑菇之業者由於其投入資本較高，目前大多數已有自行製包或瓶之能力，但除金針菇業者皆是自行製作菌種外，目前杏鮑菇僅有4家業者具有自行製作菌種之能力；秀珍菇栽培業者皆是購買太空包進行栽培之菇農；而木耳栽培業者在嘉義中埔鄉大多已具備自行製包之能力，而在其他地區之木耳栽培戶主要還須向製包業者購買太空包進行栽培。

臺灣太空包製作業者主要可分為香菇製作業者與雜菇(除香菇外菇種之總稱)製作業者兩類，一般由於香菇製作期較為集中，因此香菇製作業者不會製作其他如杏鮑菇、木耳與秀珍菇等雜菇，而是專心製作香菇太空包，目前香菇製包業者主要分布在台中市和南投縣，台中市共有17家，而南投縣則有13家，彰化縣溪湖鎮有一家，總共有31家，可供應全國每年2億2千萬包以上之需求；而金針菇業者廣義可視為自行製作生產之業者，目前雖已有許多業者前往大陸地區設廠投資，但仍有多數在台灣生產，其中以台中13家、南投3家與彰化2家共計18家；杏鮑菇栽培業者目前也多屬於自行製作為主，目前台中市有9家、南投縣3家其中有一家為專業製包場、彰化11家、嘉義1家、花蓮1家共26家；木耳製包場以嘉義為最多有8家，但大都為自製自栽型，而南投的4家和台中3家，主要以販售太空包為主，彰化的3家則自製自栽兼賣包；秀珍菇製包廠在南投有5家，其中有一家市占率較高，其餘台中市有5家，彰化有4家，但市佔率較低(表四)。

菇類菌種場生產概況

台灣在民國60、70年代洋菇發展時期有台灣省菌種協會，該協會製造菌種再由小型菌種場製種販售給洋菇農，當時菌種場以洋菇菌種為主，另有香菇、木菌種和香菇、平菇、木耳等菌種唯量不多，近20、30年來在洋菇菌種減少後，因香菇太空包的發展，主要菌種以香菇為主，其他菇則以雜菇稱之，菌種場也分為香菇和雜菇兩類。

香菇菌種場

在台灣主要有二場，均設於台中，大里、霧峰各一家，另外，生產香菇太空包業者也有 4 家，有自己生產菌種；生產段木香菇菌種亦有 2 家，一家為桃園大溪專業生產，另一家在台中霧峰，為兼業生產。

雜菇菌種場

在台中部份有 2 家專業生產唯量不大，另外兼業有 1 家，而彰化則有 2 家大型菌種場，而近年來洋菇菌種場有 2 家新設立，使得洋菇菌種品質有所提升。

台灣菇類市場概況

台灣菇類市場主要可分為兩類，第一類為係進入傳統市場，第二類則為進入大型量販店或賣場。目前多數菇類栽培業者皆是透過盤商來進行銷售，僅有少數業者具有直接進入果菜市場進行拍賣或供給大型量販店或賣場之能力。由於國內菇類買賣需透過盤商集貨，因此主要是採用議價制度，所以實際買賣價格會與拍賣市場價格有所差異。就不同菇類交易量與價格來看，洋菇之交易量逐年下降，但價格逐年上漲，可能與台灣近年來洋菇產量不佳有關；杏鮑菇之交易量與價格逐年下降，則可能與杏鮑菇業者多與通路商或量販店建立議價制度，因此進入拍賣市場之數量降低；木耳之交易量逐年增加，但價格逐年下降，則與目前台灣木耳業者投入數量增加有關；其他菇類交易量與價格各有變化，主要是與該種菇類當年生產狀況不同而有所變動，以香菇為例今年由於氣候合宜，鮮香菇產量有所提升。

台灣洋菇在過去曾是外銷之主力，並在當時為台灣奠定下洋菇王國之美譽，時至今日，由於台灣目前之菇類價格在東亞地區屬於偏高之區域，因此在外銷市場上已喪失了價格之優勢，加上如要出口到東協國家，將會被課取較高之關稅，因此目前相關市場也逐漸被韓國與中國大陸所吞食。但目前依關稅總局之統計我國仍有許多菇類有外銷之紀錄，如表六，出口數量中以金針菇最多，其銷售之區域以新加坡為最大，香港次之，而中國大陸則居第三位，如表七，但出口數量僅為香港之一半，因此雖然目前 ECFA 已將金針菇列為早收清單之項目，但由於近年來中國大陸內部金針菇產業已蓬勃發展，因此導致其內部價格偏低，嚴重影響我國產品銷售至大陸之意願。目前進口量以木耳與乾香菇進口量為最大且逐步成長中，但此兩類進口之菇類極可能是中國生產但轉由第三地進口台灣，也因此對產業之傷

害極大，此外杏鮑菇的進口量也逐漸增加，其進口國主要為韓國，且主要集中在春節前後，也因此會影響到國內杏鮑菇生產業者之收益。

台灣菇類發展未來三年的趨勢

香菇產業近兩年來，減產的趨勢並無緩慢甚至停止的跡象，如果在菌種、木屑和溫度的條件均未改善下，未來兩、三年內單位產量可能持續下跌，而單價勢必還會高漲。金針菇產業近幾年因受其他菇業的取代效果，產量稍減加上出口不順，一方面中國國內金針菇產量大增，另外，美、加、中南半島市場又被韓國攻佔，故金針菇在未來兩、三年內若能保持目前的狀況就算不錯。杏鮑菇近幾年來產量與價格相對穩定，主要在於杏鮑菇的栽培尚有技術性，未來兩、三年內應還會持續穩定。秀珍菇這幾年因木黴菌問題，遲遲無法解決，故產量並不穩定加上白精靈菇的部分替代，使得產量下降，未來兩、三年產量可能會緩慢下降，但價格應會穩定。木耳兩、三年來價格高漲，使得一些菇農增加栽培和轉作，因而產量增加，但木耳的虎皮菇病害仍然是單位產量不高的原因之一，故未來兩、三年木耳的整體產量因木耳露的帶動可望增加，但單位產量則需努力，而價格因產量的增加應不會再漲，趨於穩定。洋菇這幾年產量有下降的趨勢，溫控洋菇因菌種問題產量不好，傳統洋菇因栽培業者老化菇舍老舊，現存菇舍不多(台南)故整體栽培條件並不好，未來兩、三年若菌種問題能解決，可能產量會穩定否則產量會再往下走，但價格應維持穩定。鴻喜菇、美白菇、白精靈菇，這幾年來產量增加，在日本北斗公司電視廣告下消費量增加，但售價因產量增加而下滑，這一系列菇較少病害，未來兩、三年產量應會增加，但售價可能會往下走。綜合以上分析我國菇業來未來兩、三年產量可望增加的有鴻喜、美白、白精靈菇系列與木耳，杏鮑菇和金針菇產量可望穩定發展。

台灣菇類未來發展之展望

加強國內研發實力

國內目前菇類產業之研發能力相較周邊各國實屬薄弱，目前僅有農業

試驗所 6 名研究人員，每年所能運用之研究經費僅數百萬，但需服務產值近百億以上之菇類產業，比較鄰近之韓國在 1992~1999 年補助菇類產業升級之經費共計 1957 億韓元，投入研究人力更遠較台灣更多，因此才能創造 2007 年出口金額達到 127 萬美元之佳績，反觀國內菇類產業現今之發展確實多是農民自行努力之成果，但目前農民與業者已有如菌種弱化與新品種研發等問題需政府協助輔導解決，然而政府現有之研究單位人力與經費不足，使得研究牛步化，進而使得產業難以進一步提升。

過去我國菇類產業實力在亞洲僅次於日本，當時洋菇產業所投入之研發能量相當可觀，不論人力與經費，時至今日我國菇類產業之實力可能已敬陪日本、中國與韓國等國之末座，而中、韓能迅速崛起與其投入之研發能量有相當之關聯，目前中國主要之食用菌產區皆有設立食用菌研究所，藉以研發新菌種並協助輔導農民，但國內公部門僅有一個研究室在進行輔導與研究，相對之下，我國菇類產業研發能力仍有增強之空間。

設立專職菇類管理單位

菇類產業是一個特殊之產業，其栽培之菇類不屬於植物而是真菌，其投入之資本遠高於一般蔬菜生產，但目前其主管單位主要為農糧署與地方農業局，對菇類產業之了解不足，因此常會發生法令解讀或對業者生產決心之誤解；目前大陸地區在菇類主要之生產區域皆設有食用菌辦公室或食用菌管理局，藉以直接協助菇農進行服務，並有制定相關配套之法令以供菇類栽培業者遵循，而此一作法是值得政府深思。

適當引入勞動力

勞動力短缺雖是許多農業皆會遇到之問題，但由於菇類產業之規模與一般農業不同，因此缺工的影響更為顯著，加上現今青年無法從事較繁瑣且薪資較低之菇類栽培工作，所以如能適當引入勞動力來改善目前缺工之問題，相信可有效降低菇類生產之成本並增加菇類產業之競爭力。

導入節能科技降低菇類生產成本

油電雙漲後菇類生產成本不斷提高，因此如何降低菇類栽培成本實為增加菇類產業競爭力之重點，目前國內大力提倡節能省碳，並針對相關科技進行開發，因此如能將這些科技導入到菇類產業，不僅可達到節能減碳

之目的，還可減少菇類之生產成本。

結 語

本調查報告，是台灣首次對菇類產業資訊做較全面性的瞭解，從執行到結束總時間僅半年，要調查五種主要菇類，涵蓋全台範圍千家以上農戶，實在有點困難，因此筆者認為相關資料尚有疏漏與不盡完整之處，未來希望再經過幾年度之調查後，能提供更完整之資料，使讀者能對台灣菇類產業有充分的瞭解。

表一、台灣地區主要菇類品項之產量與產值

菇種	產量(噸)		產值(萬元)	
	2014	2015	2014	2015
香菇	46000	42000	519800	448980
金針菇	33000	30000	149690	134700
杏鮑菇	22000	26000	176660	206960
秀珍菇	3500	3750	26320	29025
木耳	14000	17500	89880	113225
其他	13000	14500	180000	208000
合計	131500	133750	1142350	1140890

表二、台灣地區主要菇類品項之栽培量與分佈地

菇種	台灣菇類栽培量		分佈
	2014	2015	
香菇	21000 萬包	22000 萬包	台中、南投
金針菇	11000 萬瓶	10000 萬瓶	台中、南投、彰化
杏鮑菇	13000 萬包	14000 萬包	彰化、台中、南投
木耳	4000 萬包	5000 萬包	嘉義、南投、台中
秀珍菇	1400 萬包	1500 萬包	南投、彰化
其他	5000 萬包	5500 萬包	

表三、台灣地區菇類栽培戶之分布與數量

菇種	地區									合計
	台中	南投	彰化	嘉義	桃園	新竹	台東	苗栗	其他縣市	
香菇太空包	321	285	4		1				5	616
椴木香菇		18		3	16	38	14	16	57	162
金針菇	13	3	2					0		18
杏鮑菇	15	2	15	5	1				1	39
秀珍菇	9	35	72	2					9	127
木耳	22	60	6	18				6	16	128
合計	380	401	101	28	18	38	14	22	88	1094

表四、台灣地區菇類製包場之分布與數量

製包廠 種類	台中		南投		彰化		嘉義		其他縣市		合計	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
香菇	16	17	12	13	1	0	0	0	0	0	29	31
金針菇	13	13	4	4	2	2	0	0	0	0	19	19
杏鮑菇	9	9	3	3	11	11	1	1	2	2	26	26
木耳	5	5	4	4	3	3	8	8	0	0	20	20
秀珍菇	5	5	5	5	4	4	0	0	0	0	14	14
合計	48	49	28	29	22	21	9	9	2	2	108	109

表五、台灣市場鮮菇拍賣交易量與平均價格

產 品	平均價(元/公斤)				交易量(公噸)			
	2015	2014	價差	增減 (%)	2015	2014	量差	增減 (%)
草菇	87.4	82.6	4.7	5.7	153.0	254.7	-101.6	-39.9
鮮木耳	64.7	64.2	0.4	0.7	1,762.3	2,081.3	-319.0	-15.3
鮮香菇	106.9	113.0	-6.1	-5.4	1,680.7	2,175.2	-494.5	-22.7
金針菇	44.9	45.3	-0.4	-0.9	3,237.6	4,178.5	-940.9	-22.5
蠔菇	60.0	61.7	-1.7	-2.8	203.5	288.4	-84.9	-29.4
巴西蘑菇	116.7	99.9	16.8	16.9	9.1	10.9	-1.8	-16.4
松茸	21.2	21.2	0.0	-0.1	4.4	4.3	0.1	1.5%
秀珍菇	77.4	75.2	2.1	2.9	740.9	1,005.1	-264.3	-26.3
杏鮑菇	79.6	80.3	-0.6	-0.8	2,733.1	3,566.7	-833.5	-23.4
鴻禧菇	41.6	53.7	-12.1	-22.6	1,131.3	1,100.9	30.4	2.8
珊瑚菇	45.0	52.1	-7.1	-13.6	167.9	174.1	-6.2	-3.6
猴頭菇	70.1	115.9	-45.8	-39.5	3.0	6.7	-3.7	-54.8
柳松菇	122.5	128.5	-6.1	-4.7	76.6	126.2	-49.5	-39.3
其他菇類	44.0	46.9	-2.9	-6.1	1,693.4	1,932.6	-239.3	-12.4
小 計	64.7	67.8	-3.1	-4.6	13,596.8	16,905.7	-3,308.8	-19.6

(資料來源:農產品交易行情站)

表六、台灣菇類主要出口品項與金額

年 度	金針菇		香菇		杏鮑菇		其他食用菇	
	數量	價值	數量	價值	數量	價值	數量	價值
100	616,146	27,062	21,169	4,336	9,825	1,595	857,327	43,291
101	1,395,232	65,619	28,578	6,581	10,938	1,311	196,885	25,271
102	838,133	43,608	30,478	7,180	16,858	2,240	176,938	29,067
103	894,416	43,637	230,989*	14,586	19,648	2,983	193,400	35,523
104	408,488	21,720	175,163**	6,758	17,432	2,856	141,222	26,099

數量單位：公斤 價值單位：千元

*含乾香菇重 20,106 kg，乾鮮重比 1:10，因此換算鮮重為 201,060 kg

**含乾香菇重 11,206 kg，乾鮮重比 1:10，因此換算鮮重為 112,060 kg

表七、台灣菇類主要出口國

年度	金針菇	香菇	杏鮑菇	其他食用菇
100	新加坡、香港、大陸	香港、澳大利亞、新加坡	新加坡、香港、澳大利亞	新加坡、大陸、越南
101	香港、新加坡、泰國	香港、澳大利亞、新加坡	新加坡、澳大利亞、香港	越南、香港、大陸
102	新加坡、香港、大陸	香港、澳大利亞、美國	新加坡、澳大利亞、香港	香港、新加坡、美國
103	新加坡、香港、菲律賓	香港、澳大利亞、泰國	新加坡、香港、澳大利亞	香港、新加坡、澳大利亞
104	新加坡、香港、美國	香港、澳大利亞、中國	香港、澳大利亞、新加坡	香港、美國、新加坡

臺灣菇類產業之發展與輔導

方怡丹、蔡清榮

行政院農業委員會農糧署作物生產組

電子郵件:denise@mail.afa.gov.tw

摘 要

近10年臺灣菇蕈類產量由95年約10萬公噸，至104年產量約15萬公噸，提升50%，傳統菇類轉型為新興菇類，如杏鮑菇、秀珍菇、鴻喜菇、巴西洋菇及珊瑚菇等菇類，以植物工廠之生產方式，全年皆可生產。104年產值約137億元。近年來消費者逐漸體認食用菇蕈產品之益處，消費量日增，評估菇類產業仍具有競爭潛力。菇蕈產業雖具產品安全衛生，採收後處理技術穩定等優勢，惟面對中國菇類產業發展迅速，投入大量研發量能，並自日本、韓國等國家引進先進生產設備與技術，其自動化程度已超越臺灣，針對國內菇類研發量能不足、生產成本高，菌種弱化及國內菇類消費有淡旺季等問題，未來亟需研發優良菌種及保存技術並導入智慧農業，建立自有優良品牌及加強行銷，以安全、衛生、新鮮及優質特色區隔市場，同時輔導業者拓展外銷及開發新市場。

關鍵詞：菇類、產業政策、輔導措施

緒 言

食用菌菇類熱量低，含有人體必需之纖維素、維生素及蛋白質，且其特有之多醣體及三萜類有益身體健康，是現代人注重健康之最佳保健食品，完全符合聯合國糧農組織（FAO）和世界衛生組織（WHO）對新食品資源「天然、營養、保健」的原則。隨著科技的進步，人類生活水準的提升，生鮮食用菌菇類已成為人類三大食物結構(植物性食物、動物性食物及菌類

食物)組成之一，全世界的消費量與貿易量逐年增加。隨著杏鮑菇、金針菇等環控菇類產業之發展，使得臺灣民眾能在一年四季皆可吃到不同品項之菇類，相對也創造驚人產值，104年產值已逾137億新臺幣，佔臺灣整體蔬菜產值之17.5%，近10年產值由70億增加至137億，在蔬菜產值佔比例由13.7%增加至17.5%，顯示菇類產業已成為臺灣農業相當重要之一環。

臺灣菇類產銷現況

一、生產情形

臺灣菇類主要產區分布於臺中縣、彰化縣及南投縣，一般栽培方式有傳統菇舍栽培者，如香菇、木耳、草菇、靈芝、秀珍菇等；以及環控庫房栽培者，如杏鮑菇、金針菇、洋菇、滑菇等。目前從事菇類栽培相關產業人口數約1萬人，戶數1,220戶（其中段木香菇栽培戶132戶）。臺灣菇類栽培生產情形與主要產區如表1，以香菇、杏鮑菇栽培量最大，其次為金針菇、秀珍菇、木耳、洋菇與其他菇類。

二、進口情形：

104年菇類進口量4,308公噸，進口值2.23億元（新臺幣），進口種類以乾香菇、鴻喜菇、美白菇、乾木耳及乾銀耳等為主，主要進口國包括中國大陸、韓國、日本、馬來西亞、泰國、印尼及越南等。

三、出口情形：

104年菇類外銷量1,353公噸，出口值1.13億元（新臺幣），主要出口品項為金針菇、杏鮑菇、鴻喜菇、乾木耳、美白菇及鮮香菇，主要出口國包括中國大陸、日本、澳大利亞、香港、美國及奧地利等。

產業面臨困境與因應措施

一、加強國內菇類研發量能

中國大陸自日本、韓國等國家引進先進生產技術，菇類產業發展迅速，臺灣應加速整合菇類產業之資源，加強研發人才培育及技術研發。

二、解決菌種供應與品質問題

我國香菇和其他菇類之菌種商及栽培業者因自行留種及繁殖，造成菌種弱化、老化問題，因此如何運用我國現有之技術能量提供菇類產業安定化菌種生產為一極需解決之議題。

三、出口品質與價格競爭

近年我國菇類產品出口值呈現下降趨勢，與我國生鮮菇類出口價格較高有關，在價格不具競爭力的情況下，對於新鮮菇類出口可能需考量降低生產成本、開發保鮮技術以強化出口鮮菇品質，以提高我國菇類產品之出口競爭力。

四、環控菇場產期調節

國內菇類可周年穩定生產，目前我國環控菇類之大部分菇場的生產線在冬季多為全開的狀態，但夏季因需求量下降(如3-7月為金針菇之淡季)會進行縮量調整，然此一調整會造成菇場之勞動力穩定性下降和生產成本提高之狀況，然環控菇場若全年產線全開，則勢必需擴大國內市場或開拓國外市場，或考慮開發環控菇類之加工產品延長保存期限，以減少過盛產能造成之問題。為拓展菇類外銷，近年積極開發澳大利亞、紐西蘭及東南亞等南向市場。

產業輔導重點與成果

一、推廣臺灣香菇標章及產銷履歷驗證以區隔進口產品

- 1.輔導臺灣菇類發展協會於92年取得「臺灣香菇」標章，截至104年12月累計核發包裝袋及標籤貼紙數量67萬9千張，教育消費者認識與購買。
- 2.推動農產品產銷履歷制度，建立履歷追溯系統。目前已訂定有太空包栽培菇類、堆肥栽培菇類及產瓶栽培菇類等3種臺灣良好農業規範。至104年12月31日已有290單位，計162公頃輔導通過驗證。

二、輔導成立臺灣菇類菌種產發研究中心

由於菇類栽培業者長年自行留用菌種，造成老化與弱化情形，影響菇類質量，已輔導新社區農會成立臺灣菇類菌種產發研究中心，正式進入營運階段，未來以建立菌種生產技術為主，待技術成熟進入量產階段，將籌設菌種栽培場，並邀集菇農入股共同投資，建立利潤共享，專業經營菌種供應國內菇農使用，預計每年至少能創造近 5,000~6,000 萬元之營收。

三、穩定栽培太空包木屑供應來源

本署 102 年推動調整耕作制度活化農地計畫納入契作短期經濟林措施，已公告「契作短期經濟林作業規範」，鼓勵農友於休耕農地造林，並媒合木屑業者及林農契作生產相思樹、杜英、楓香及油桐等適合栽培菇類樹種，可穩定木屑來源，至去（104）年 12 月底契作短期經濟林面積 165 公頃。

四、菇類栽培廢棄物回收再利用

- 1.輔導主要菇類產區設置專業廢棄太空包處理場 10 場。
- 2.102 年 6 月 3 修正「農業事業廢棄物再利用管理辦法」條文，其中有關菇類培植廢棄包等 9 項再利用管理方式，包括：來源、用途、產品、運作管理及再利用機構資格等，協助解決廢棄菇包去化處理問題。

五、加強查緝走私與協助鑑定

配合行政院安康專案於港口、海岸巡防及市面等加強查緝走私，並協助鑑定進口農產品，防杜走私進口。去（104）年協助鑑定菇類案件 359 件，銷毀走私菇類 20 公噸。

未來發展方向

一、以產品特色及環保永續生產發展

輔導菇類栽培場通過CAS、有機、產銷履歷或ISO驗證，以取得消費者認同。降低能源使用及提升生產效益，以節能、環保之方式永續

發展。

二、持續推動短伐期造林方案

為加速推動短伐期造林穩定供應菇蕈業者栽培所需木屑，加強媒合木屑業者及農民契作，實施契作造林生產，穩定木屑供應。

三、導入智慧農業生產

國內菇類生產成本高漲、欠缺自動化與整合升級，因此如何降低菇類生產成本並提高生產技術及品質，實為增加菇類產業競爭力之重點，因此如能將智農生產力科技導入到菇類產業，不僅可達到節能減碳之目的，還可減少菇類之生產成本，提升整體菇類產業競爭力，拓展未來全球市場。

四、建立自有優良品牌加強行銷

輔導菇類業者開發多樣化食藥用菇類保健及加工產品，以安全、衛生、新鮮及優質特色自有品牌區隔市場，拓展行銷通路。

五、輔導出口業者設置大型蔬果集貨場拓展外銷

輔導出口業者及農民團體設置大型蔬果集貨場，並以蔬果併櫃方式拓展外銷通路，參加國外目標市場舉行之重要綜合食品展及專業展，爭取外銷訂單。在國外設立臺灣菇類農產品宣傳展售據點，建立展示、推廣、物流及網路行銷多元服務平臺。

結 語

面對中國大陸及韓國等國外競爭壓力，加強輔導國內菇類栽培場通過CAS、有機、產銷履歷或ISO驗證，以質優、安全、衛生之特色，開發不同消費市場。積極整合業者拓銷國外及南向市場，並週年持續供應，以穩定國內菇類淡旺季之生產及就業人力。加強菇類研發成果之應用與培育人才，並導入智農生產協助業界提升技術與解決產業問題，並開發多樣化產品，以有效降低成本與增加產品附加價值。

表一、104 年臺灣菇類生產情形

項 目	栽培量 (萬包(瓶))	產量 (公噸/鮮)	產值 (百萬元)	產地
太空包 香菇	22,581	51,190 (其中椴木香菇 2,650 公噸)	6,249	臺中市、南投、 彰化縣
金針菇	10,000	30,000	1,347	臺中市、南投、 苗栗、彰化縣
杏鮑菇	14,000	26,000	2,069	臺中市、彰化、 南投縣
秀珍菇	1,500	3,750	290	臺中市、彰化、 南投縣
木耳	5,000	17,500	1,132	彰化、南投、嘉 義縣
洋菇	4,060(坪)	4,820	503	彰化、南投縣、 臺中市、臺南市
草菇	1,962(坪)	966	58	臺中市、南投縣
其他	5,500	14,500	2,080	中部地區、屏東 縣
合計	58,581(萬包) 6,022(坪)	148,726	13,728	

菇類智慧生產 4.0

石信德、呂昀陞、李瑋崧、陳錦桐、陳美杏、吳寬澤

行政院農業委員會農業試驗所植物病理組
電子郵件：tedshih@tari.gov.tw；傳真：04-23302308

摘 要

我國菇類產業之總體產值目前已逾 130 億新台幣，為台灣農業相當重要之一環。國內菇類產業市場多屬於內銷，屬於淺碟型市場，菇類產業常有明顯淡旺季之別。近年來由於部分菇類菌種因老化或退化導致活力不足，全球氣候變遷之因素導致產能下降，加上缺乏基層勞力，使得產業面臨轉型壓力。目前外銷菇類以金針菇為主，杏鮑菇次之，鴻喜菇、美白菇、秀珍菇、香菇、木耳及柳松菇佔少數，外銷至東南亞地區及美國，但近年因生產成本高漲，在品質與規格化管理上較為不足，連帶使得產業停滯不前，出口價格較中國及韓國為高，在國際市場上較難有競爭力。產業生產設備自動化升級與系統整合，是當前產業再造的利基點。智慧農業生產力 4.0 將導入菇類全環控與自動化採收智慧化生產技術以作為未來產業再造的發展趨勢，經由開發菇類生產設施、相關機械之軟硬體與整合及導入節能設備的相關研究，希冀串接生產端、供應面與消費端等面向之需求，以提升我國菇類整體產業競爭力。

關鍵詞：菇類產業、智慧生產 4.0

緒 言

菇類營養美味也含有豐富之蛋白質、纖維素及維生素，且具有低脂肪及低卡路里之優點，是國人平日餐桌上少不了的好食材。現今菇類不再是傳統產業，而是具有綠金價值的農業生技產業(陳等, 2010)。台灣菇類產業發展自 1909 年起，即有香菇椴木人工栽培之紀錄，至今已有百年以上之歷史，而在 1950 年代起台灣政府因推展農產品加工外銷，因此當時有蘆筍、鳳梨與洋菇三大罐頭產業，其中洋菇產業由於政府的推動，使得當時農村冬天時家家戶戶種洋菇，並使台灣在 1970 年代成為世界洋菇罐頭出口之大國，使台灣有「洋菇王國」之美譽，但隨著 1980 年代起，政府將產業重心由農業轉移到工業，並大量成立加工出口區，使得農村勞力下降，加上大陸地區與東南亞等國利用廉價之資源與人力投入洋菇之生產，也使得洋菇產業逐漸沒落，但洋菇產業當時墊下之基礎，也使得後續金針菇產業與香菇產業得以發展，至今仍是台灣最重要之兩大菇類品項，此外在 1990~2000 年由於農業試驗所杏鮑菇之推廣，開啟了台灣環控菇類栽培的新頁，而隨著杏鮑菇等環控菇類產業之發展，使得台灣民眾能在一年四季皆可吃到不同品項之菇類，如國人日常生活中常見的香菇、洋菇、木耳、金針菇、杏鮑菇、鴻喜菇、美白菇等(呂等, 2014)。我國目前新鮮菇類年產量約 14 萬公噸，產值逾 133 億元，佔蔬菜總產值 733 億元之 18.1%，顯示菇類蓬勃發展，已是國內極為重要的產業(石, 2015)。然而近年來，由於部分菇類菌種因老化或退化問題，加上全球氣候變遷因素，導致產能下降並且價格居高不下。臺灣目前面臨農業就業人口減縮及老化壓力、產業受國際競爭前後夾擊之雙重挑戰，在接踵而來的第四次工業革命，如何促使國內產業創新轉型、掌握關鍵技術自主能力、維持國際競爭力及提供就業機會是未來產業發展之重要課題，因此行政院於 104 年 9 月 17 日核定「行政院生產力 4.0 發展方案 (Taiwan Productivity 4.0 Initiative)」，其中農業結構優化之方向為「強化產業結構調整與科技研發創新」以提升農業生產力。

我國菇類產業面臨問題

根據農委會 104 年度雄才大略計畫所召開菇類研發團隊與業者討論會議，蒐集我國菇類產業主要研究團隊與相關業者之意見，其中科技部分主要呈現之問題可分為三大部分，其一為菌種相關之問題，包括對品種鑑別技術、安定化菌種相關技術之需求；其次為栽培生產相關之技術，包括生產設備研發與汰換、栽培技術開發與引進、菇類栽培節能技術、降低生產成本或提高單位產量之栽培技術、菇類生產管理相關資料庫等；其他則與行銷和應用面相關，包括採收後處理與長途運輸保存技術、加工應用產品/技術開發和電子商務系統建構等(劉等, 2016)。

表一、菇類生產面 SWOT 分析表

SWOT 分析	
優勢 (Strength)	劣勢 (Weakness)
1.我國菇類產業鏈完整。 2.相關輕工業發達。 3.從業人員具專業訓練。 4.業者操作靈活，轉型速度快。	1.勞動力缺乏。 2.菇類生產與採收作業依賴人工程度高。 3.欠缺設備整合系統與自動化升級。
機會 (Opportunity)	威脅 (Threat)
1.國內已有菇類自動化生產工廠及相關自動化設備產業。 2.國人每日菇食攝取量尚有相當大成長空間。 3.自動化系統建置及相關組件生產公司林立。 4.有機安全認證公司眾多，互相競爭，具一定公信力。	1.原物料及油電價上漲，生產成本增加，業者獲利空間壓縮，不利外銷。 2.韓國、中國大陸及東南亞國家均積極投入菇類產業，產業競爭加劇。

生鮮菇類的生產至運銷分為四個階段，第一個階段是將菇類菌種接種至滅菌過的栽培瓶或太空包進行走菌，第二個階段是將長滿菌絲的栽培瓶或太空包移至環境控制的出菇室進行出菇管理工作，第三個階段是進行菇體(子實體)的採收及包裝，第四個階段則是利用物流方式進行菇類產品的運銷與販售。目前國內菇類業者從栽培瓶或太空包的基質組成、滅菌及植菌之流程、走菌及出菇之環控條件、乃至採收等，是根據自有的經驗去做調整控制，雖然現有機噐及設備可以進行相關生產操作，但目前仍欠缺整

合或還有缺口，這些問題分析如下：1.生產面仍無法全面自動化，如專業製包場或一貫式金針菇或杏鮑菇等環控生產場的太空包製作的流程仍屬半自動化，每條生產線需要 5-6 人方能操作。出菇室囿於空間限制，栽培瓶或太空包的上架及下架仍仰賴人員爬上爬下，除需人力搬運外，且有公安的風險。2.雖然部分菇場已開始應用液態菌種，然僅限於栽培瓶方能進行自動接種，大部分菇場仍使用固態菌種。此外，以太空包方式生產場尚無液態菌種的全自動化接菌機械。3.菇類生產過程中的栽培環境深受外界氣候影響，縱使全環控的栽培室其空氣仍須與外氣進行不同程度的交換，目前多數菇類栽培場的環控設備老舊仍有整合的空間，如引進空氣預冷室、節能變頻裝置等設備。4.出菇所需的環控參數應包括溫度、濕度、二氧化碳及光線，多數菇場僅利用人工方式紀錄溫度及濕度，或其控制面盤仍停留在單純的機械開關，尚無法連線進入電腦化的資訊蒐集，更遑論提供數據管理。5.出菇後的菇體(子實體)採收及分級包裝，耗費大量人力，無法提升工作效率。6.目前菇類生產面仍欠缺可作為產業應用之標準化生產流程。7.國內食安問題迭有發生，消費者對於農產品的安全性要求越來越高，溯源管理亦是菇類生產業者所必須強化的工作，如能結合菇類產業上下游端形成智農聯盟，是創造產業面的新利基。整體而言，台灣菇類產業除需提升各個環節的自動化外，目前仍缺乏智慧化管理技術的導入與利用，如生產流程各個單元資訊面的蒐集、整合與加值利用而發展成產業可利用之專家系統或決策支援系統等。

他山之石可以攻錯

日本由於工資高漲及一般年輕人較無意願投入菇場工作，使得勞動力缺乏等現象，因此日方在機械設備使用率較台灣國內菇類栽培業者更高，雖然機械設備在初期投入成本較高，但可以省卻掉許多勞動成本與人事管理成本，更可以使產品之規格化程度更高。筆者參訪日本菇類產業，看到九州菇廠之香菇生產由前端木屑製作起形成一貫化的栽培模式，由於可掌握前端木屑品質，因此每包為 2 公斤之香菇太空包可生產約 800 公克之鮮香菇，其生物效率較國內太空包為高。此外，該場由於利用環控栽培因此可以層架式生產香菇，此方式較國內現行平面式生產之土地利用率高，且

其香菇品質更容易控制，因此認為相當值得國內研究借鏡(石等, 2014)。在北海道看到菇場內利用機械化製作磚型的菌床(太空包)，僅需二個人力即可完成。該廠並利用栽培框的覆蓋搭配，可相當迅速完成培養料床製備，該廠之機械化程度良好，在庫間內運送可以簡易堆高機由一女工獨立完成，搬運載有菇包之層架至菌包培養室，顯示出其規劃提昇運轉效率。舞菇在環控菇舍內栽培，菌包與菌包間的擺放空間距離較大，使得舞菇的生長相當良好；每包菌床可生產出 500 公克的鮮菇，在採收後以托盤秤重分裝，每盤秤重 100 公克，經機械保鮮包裝後裝箱上市。滑菇的栽培則採用瓶栽方式，採用自動化製瓶、滅菌與機械接種，栽培的庫房設計門為開放式，可讓堆高機直接運送整床架之菌瓶入內，再用透明冷凍式的拉門。此二種菇類的栽培並不在同一區，以避免相互干擾。該廠的自動化機械採收滑菇作業，利用輸送帶由機械採收、清洗、分級、秤重分裝、包裝入箱。該廠高度機械化可減少人力之使用，且可使農產品直接升格成商品(石等, 2014)。

我國菇類產業面臨與日本相同之問題，因此如以日本為借鏡，國內應積極加強菇類相關機械設備之研發；如日本除將滑菇的生產自動化外，也可自動化採收，並且清洗後直接機械包裝封袋上市，所需人力大幅下降。而國內目前在此方面之研究較少，因此未來我國應加強不同領域專長之結合，並以日本為借鏡，以建立適合國內菇類產業之安定化生產技術。

菇類智慧生產 4.0 的願景

農業生產力 4.0 在技術研發面須佈建農用智慧生理感測元件、智能化作業機械與人機輔具、生產場域物聯網整合系統、應用巨資支援產銷決策、溯源管理與推播介面等五大類。且需藉由基礎環境面以及專業應用面的關鍵技術跨域研發與投入，包括物聯網應用開發平台、環境感測元件開發與應用、人機協同自動化智慧採收輔具技術、監測及結合場域資訊與 IoT 整合系統、雲端產銷決策 與風險控管整合平台、溯源安全履歷智動化推播介面等，讓產業得以補足經營缺口和升級(行政院, 2015)。

一、近年來發展的亮點技術與未來 4.0 整合

為因應菇類產業朝向自動化、規模化與國際化，近年來農業試驗所積極發展菇類栽培及整合應用技術，以下介紹液體菌種及移動式植物工廠(場)二個亮點技術，是未來橋接生產力 4.0 的關鍵轉折點(Tipping point)。

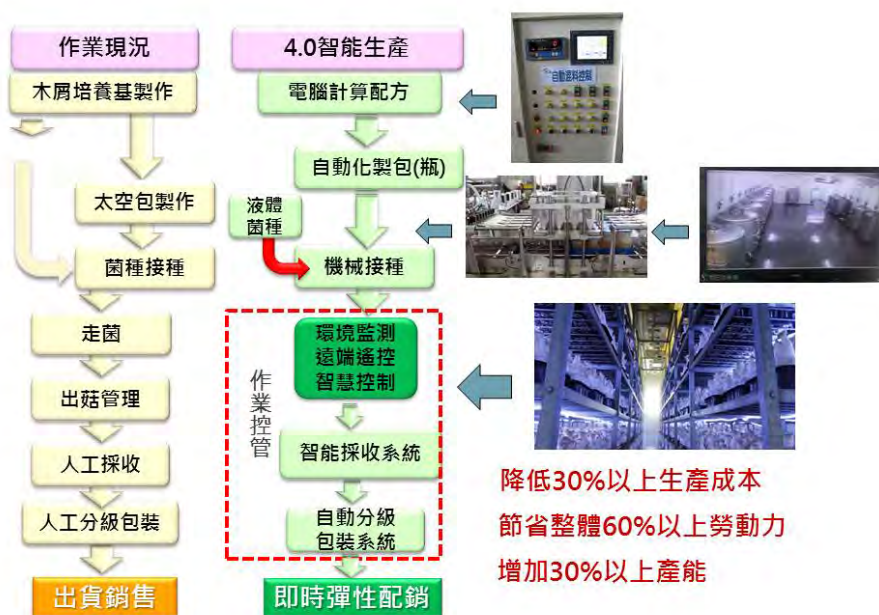
(一) 液體菌種

傳統的食用菇類生產過程中，使用的菌種大多是固態(體)菌種。固體菌種一般生產模式為試管母種繁殖至生產原種，再由原種擴增培養生產栽培種(塑膠瓶或袋)。這樣的傳統菌種生產模式，一般要經過60-90天的時間才能進行栽培生產，生產週期較長，其培養成本也較高，生產受季節和氣候影響較大，而且菌種品質仍有很大需改善之處。相較於固體菌種，應用液體菌種於菇類，除可縮短培養時間、菌絲生長快速、菌齡整齊及增加庫房設施使用效率等優點外，還有利於食用菇類生產的規模化及工廠化，又具有降低栽培成本而提高收益(石, 2010)。農業試驗所利用液體菌種方式生產杏鮑菇，發現可節省其菌種之製備時間、接種後菌絲培養及出菇採收所需時間，較傳統固體菌種栽培方式縮短30-32天，並可降低培養基之成本及提高栽培庫房的年利用率4-5次(石, 2016)。未來應用液體菌種生產技術串接太空包製作自動化技術(Chen, *et. al.*, 2010)，是菇類生產力4.0的重要工作。

(二) 菇類移動式植物工廠(場)

讓菇類在人為的環境控制下，達到有效率的生長，是利用「菇類栽培工場」生產菇類的目地。當中的環境控制包括溫度、濕度、二氧化碳及光照。金針菇是台灣最早利用環控植物工廠模式操作的案例，目前環控菇類尚包括杏鮑菇、秀珍菇鴻喜菇及美白菇等。農業試驗所建置菇類移動式植物工場，是菇類生產力 4.0 的示範模組，在外觀結構部分(庫體)主要採用模組化、可快拆、移動及鋼架結構，以雙層版式的庫版，內充 PU 材質做為隔間，達到保溫及保濕的目的；庫體內設有吸、排風設備，並可在外區加裝太陽能板，利用太陽能板轉換來的電，提供植物工場內的簡單照明。在軟體設備配置可程式控制器(PLC系統)，可以根據不同菇類量身訂做一套適合的溫、溼度監控系統，以北蟲草生產為例，其生長溫溼度監控尤其重要，採用微霧加濕可達到

剛好的水份供應量。此外，透過網路監控遠端電腦，隨時掌控植物工場內的菇類生長動態。



圖一、菇類生產現狀與投入智慧生產預期效能

二、具體作為

菇類智慧生產 4.0 之具體研發需求重點為開發菇類全環控與自動採收智慧化生產應用技術，以掌握(1)菇類環控人機自動控制系統相關技術及(2)菇類自動採收關鍵技術等自主能力。經由 turn-key 方案佈局創新菇類生產設施(備)事業營運模式，催生(1)環控節能設備整合業者(2)菇類自動採收設備生產業者。促進國內業者開發(1)菇類環控降提溫系統相關設備。(2)菇類環控換氣系統相關設備。(3)菇類環控人機自動控制系統相關設備。(4)菇類雲端系統。(5)環境因子自動化感測之相關設備。(6)菇廠節能評估設備。此外，研發平台亦將培育菇類全環控、自動採收智慧化生產與行銷應用人才。

三、未來應用情境

菇類產業現況面臨生產成本高漲、欠缺自動化與整合升級、非安

定化生產，品質規格待提升等。未來導入生產力 4.0 相關配套應用，期待發展全環控智慧生產、提供消費者安心的溯源產品、建構智農聯盟，批次接單量產，競逐亞洲市場。



圖二、菇類智慧生產 4.0 未來產業應用情境

(一) 情境一

安全又有鮮味的即食調理杏鮑菇從真空包裝袋取出，經由掃瞄 QR Code，「台灣一號」的消費者坐在樓高 100 層的摩天住宅輕鬆看到位在第 20 層植物工場所栽種的杏鮑菇是如何在潔淨的自動化環控廠房所生產及採收。

(二) 情境二

澳洲的通路商一方面藉由農業雲端供應鏈系統將彰化菇類物流公司所外銷的台灣金針菇迅速在澳洲最大的 Woolworths 超市鋪貨，另一方面經由雲端下單訂購 7 個月後的鮮香菇，台灣菇類菌種產發研究中心的工作人員則藉由 RFID 系統正在準備這批要外銷的香菇菌種。

結 語

菇類為我國農業生產力 4.0 領航產業的重要區塊，未來將透過產業服務團及 SIG 小組的運作，結合產官學研的力量，協助菇類生產業者及行銷業者打造智慧供應鏈滿足食農二端需求，經由降低菇類生產成本，提高生產技術及品質，透過「整合分工」、「產權連結」及「品牌建立」提升整體菇類產業競爭力，拓展未來全球市場。

引用文獻

1. 劉育姍、康瑋帆、呂昀陞、石信德。2016。我國菇類產業現況與技術發展策略分析。農政與農情 285: 64-69。
2. 陳錦桐、鄭吉助、黃健覃、石信德。2016。杏鮑菇液體菌種開發之研究。台灣農業研究 65(2):136-145。
3. 行政院生產力4.0發展方案核定本。2015。行政院科技會報辦公室，188頁。
4. 石信德、謝廷芳。2015。菇類新品項、新技術與多元化產品，以及訓練、技轉與輔導成果。技術服務 26(3)：38。
5. 呂昀陞、石信德、林宗俊、陳宗明。2014。台湾のきのこ産業の歴史と最新動向。2014年度版きのこ年鑑。P.32-40。株式會社特産情報。
6. 石信德、呂昀陞、林宗俊。2014。日本九州地區菇類發展現況(上)。農業世界 373:81-85。
7. 石信德、呂昀陞、林宗俊。2014。日本九州地區菇類發展現況(下)。農業世界 374:85-89。
8. 石信德、陳錦桐、林宗俊。2014。日本北海道地區菇類發展現況(上)。農業世界 375:27-32。
9. 石信德、陳錦桐、林宗俊。2014。日本北海道地區菇類發展現況(下)。農業世界 376:71-91。
10. 石信德。食藥用菇類液體菌種栽培技術之潛力。2010。農業生技產業季刊 23:26-31。

11. 陳美杏、呂昀陞、石信德。2010。新興菇類的栽培與發展。科學發展 446 : 8 -15 。
12. Chen, J. T., W. S. Li, and H. D. Shih, Practical training for substrate preparation techniques for mushrooms. Pages 78-86 in : International Training Course on Edible Mushroom Production for Asian Farmers and Entrepreneurs. M. H. Chen, T. Y. Ku, and H. D. Shih. ed. 100pp. Special Publication of TARI No. 148. Taichung, Taiwan.

杏鮑菇海運外銷保鮮技術之開發

黃肇家、黃慧穗、蔡金玉

行政院農業委員會農業試驗所作物組

電子郵件：cchuang@tari.gov.tw; 傳真 04-23317121

摘 要

杏鮑菇目前有固定外銷新加坡與香港及少量到加拿大等地區，每週有海運外銷香港，本報告以海運香港為目標，據反應有櫥架壽命偏短的問題。經測試以 1.5℃貯藏 7 日模擬海運後，於 18℃置放 3 日櫥架，發現有萁傘新長菌絲的問題，損耗約 35~40%。若模擬海運後再冷藏 3 日，櫥架劣化更嚴重，萁柄也會軟化，手輕壓即會產生褐化，損耗高達 55~67%，供應整週會有困難。

杏鮑菇販售小包裝以塑膠硬盒作底盤，外面繞封保鮮膜，再每 12 盒以一個大 PE 袋作密封包裝，裝於紙箱內運輸。在改善販售品質的研究，在小包裝盒內放置乙烯吸收劑或乙烯作用抑制劑(1-MCP)，並沒有改善之效果。杏鮑菇於小包裝後，進行真空預冷，可將溫度於 0.5 小時內降至 4℃，對照組則維持於 10℃左右，亦無改善之效果。將外包裝大 PE 袋抽氣後填充 CO₂ 或 N₂，這種氣變包裝可以降低損耗，於對照組為 71%時，分別降為 38%及 19%。目前研究一種改良型的氣變包裝，可將損耗由 35~40%降為 0~4.2%。於運輸 7 日後再貯藏 3 日，損耗可由 50~67%降到 0~25%，改良型包裝仍有 25%損耗是因為初次操作時，技術不純熟所影響。此新技術可大幅改善外銷品質，使櫥架延長到 3 日外，並使海運香港後再貯藏 3 日成為可行，使貨架上能整週供貨，對穩定供需極有幫助。

關鍵詞：運輸、品質、包裝、預冷

緒 言

杏鮑菇是台灣菇類重要的項目之一，有過產之虞，因此希望能開拓外銷以減輕過產之壓力。目前杏鮑菇有固定外銷新加坡與香港及少量到加拿大等地區。外銷香港每週以海運出口，本報告以海運香港為目標。據業者反應，目前出口最主要之問題為海運後販售櫥架壽命偏短，通常只有 2 日之壽命，時間延長會有新長菌絲與色澤劣化之情形，影響販售甚鉅，因此延長櫥架壽命至 3 日是本研究之基本目標。

杏鮑菇採後處理貯運之研究不少，在冷鏈的條件下，以氣變包裝通常有很好的效果。杏鮑菇採收後以 1-MCP 在 15℃ 下處理 24 小時，以保麗龍盒盛裝後以保鮮膜繞封，再置入紙箱內之大 PE 袋，扭結密封，於 1℃ 下可貯藏約 6 週(林 2011)，包裝袋內維持 2% O₂ 及 30% CO₂，在 20~25℃ 下效果最好(Li *et al.*, 2013)，放射線處理有很好的效果(Akram *et al.*, 2012)，使用乙烯吸收劑可以減緩可溶性蛋白質，維生素 C 及總糖含量之下降(艾等 2011)。氣變包裝可以減緩游離糖和可溶性總糖之變化(劉等 2012)，使用甲殼素和甘油等複合物浸塗，可以減緩褐變，胺基酸可溶性蛋白質等之變化(孔等 2013)。

材料與方法

本研究以目前外銷香港之包裝與作業為基礎，以模擬貯運之方式進行試驗。杏鮑菇取自彰化菇類生產合作社，取其外銷香港包裝好之材料(以紙箱包裝，內襯一層大 PE 袋，裝 12 盒杏鮑菇，每盒以保鮮膜繞封)，以低溫半小時運到農試所，放 3℃ 預冷隔夜，次日移到常溫放 1 小時模擬搬運裝櫃，再於 1.5℃ 貯藏 7 日模擬海運，之後打開紙箱，將杏鮑菇盒放置 18℃ 3 日模擬販售櫥架再調查品質。

一、乙烯抑制劑與乙烯吸收劑之效果

為瞭解乙烯之影響，將小盒包覆之保鮮膜切 1 小縫，加入 1 小袋乙烯吸收劑(ETS)或乙烯抑制劑(1-MCP)，再將小縫密貼。對照-1 為原始包裝完全不切縫，對照-2 則同樣切縫與密封，但不加吸收劑。

二、真空預冷之影響

杏鮑菇在外銷包裝場包裝好，運送到農試所後，於盒上用刀切割 1 小縫約 2 公分長，進行真空預冷至 3~4℃，將切縫密封，放冷藏庫預冷及模擬貯運，對照組同樣切縫與密封。

三、外包裝填充 CO₂ 或 N₂ 之效果

將包裝之大 PE 袋改用 2 層，打開一小縫，灌入 CO₂ 或 N₂，抽掉一部分再灌一次，捆綁密封，對照組維持現行做法，只包 1 層大 PE 袋，同樣捆綁密封。

四、改良型氣變包裝

改良型氣變包裝是以上述氣變包裝方式改良而成。

結 果

一、乙烯吸收劑與乙烯抑制劑之效果

杏鮑菇經 1.5℃貯藏 7 日及 18℃放置 3 日後，對照組有一部分發生萁傘、萁柄、切口新長菌絲之情況(圖一、圖二)。新長菌絲影響外觀，一有發生即視為不良品，尤其發生於萁傘，其發生率高達到 48.5% (表一)，切縫再貼封者發生率略有提高，使用乙烯吸收劑及乙烯作用抑制劑都沒有改善之效果。

二、真空預冷之影響

真空預冷可以快速降低杏鮑菇包裝盒內之溫度，到約 3-4℃只需半小時(圖三、圖四)，對照組之溫度大約維持於 10℃，緩慢下降。真空處理對降低新長菌絲沒有幫助(表二)。

三、外包裝填充 CO₂ 或 N₂ 之效果

將大 PE 袋充灌 CO₂，萁傘新長菌絲率由對照組之 71.3%降到 37.5% (表 3)，有顯著降低新長菌絲發生率之效果，在萁柄也有顯著之效果，但在切口則效果不明顯。萁柄和切口新長菌絲通常不多也較不明顯，因此影響性

較低。填充 N₂ 效果更佳，萵傘新長菌絲下降到 18.8%，對萵柄也有降低新長菌絲之效果。

四、改良式氣變包裝

以現行方法於貯運 7 日及櫥架 3 日後，萵傘新長菌絲有 35.0~40.6%。改良型氣變包裝為 0~4.2%(表四、圖五)，若模擬貯運 7 日後再多貯藏 3 日及櫥架後，現行方法萵傘新長菌絲有 50.0~66.7%，改良型氣變包裝為 0.0~25%(表五、圖六)，改良型包裝仍有 25%損耗是因為初次操作時，技術不純熟所影響。改良型包裝產生之新長菌絲的程度都很輕微，而現行法則大多嚴重，而且現行方法萵柄發生軟化有 12.5~41.7%，改良型者僅有 0~4.2%，顯示新方法對萵柄也有顯著的保鮮效果，其他對萵柄質地、色澤都有顯著的幫助(表四、表五、表六)。

結 語

杏鮑菇以現行作業海運香港確實有櫥架壽命短之問題，通常只有 2 日之壽命，延長櫥架壽命至 3 日則發生新長菌絲之情況很多，包括在萵傘、萵柄、切口，其中在萵傘影響最大。若運到香港後再貯藏 3 日及櫥架 3 日，品質劣化會更嚴重，因此要整週供應市場之需求造成困難，對出口數量與售價影響甚鉅。

在研究上，經試驗多種方法，包括使用乙烯吸收劑、乙烯抑制劑、真空預冷等，都沒有效果。於外包裝大 PE 袋填充 CO₂ 或是 N₂，有顯著之效果但是仍不夠完善。以改良型包裝目前測試結果，有大幅改善品質之效果，使櫥架壽命由 2 提高到 3 日外，並使海運香港後再貯藏 3 日成為可行，能順利整週供應貨架的需求，對穩定供需極有幫助。

引用文獻

1. 孔芳、薛正蓮、楊超英。2013。殼聚糖複合塗膜對杏鮑菇保鮮效果的研究。中國農學通報 29(18):215-220。
2. 艾玉春、胡花麗、王毓寧、李志強、李鵬霞。2011。乙烯吸收劑對薄膜包裝杏鮑菇貨架品質及抗氧化能力的影響。江蘇農業學報 27(6)：

1352-1356。

3. 林慧玲。2011。菇類採收後保鮮處理。菇類產業發展研討會專刊。農試所特刊 155 號 p.115-128。
4. 劉鵬、邢增濤、邵毅、劉海燕、趙曉燕、趙明文。2012。氣調包裝(MAP)對杏鮑菇子實體中游離糖的影響。上海農業學報 28(3)：37-41。
5. Akram, K., J. J. Ahn, S. R. Yoon, G. R. Kim, J. H. Kwon. 2012. Quality attributes of *Pleurotus eryngii* following gamma. Postharvest Biology and Technology 66: 42-47.
6. Li, P., X. Zhang, H. Hu, Y. Sun, Y. Wang, and Y. Zhao. 2013. High carbon dioxide and low oxygen storage effects on reactive oxygen species metabolism in *Pleurotus eryngii*. Postharvest Biology and Technology 85: 141-146.



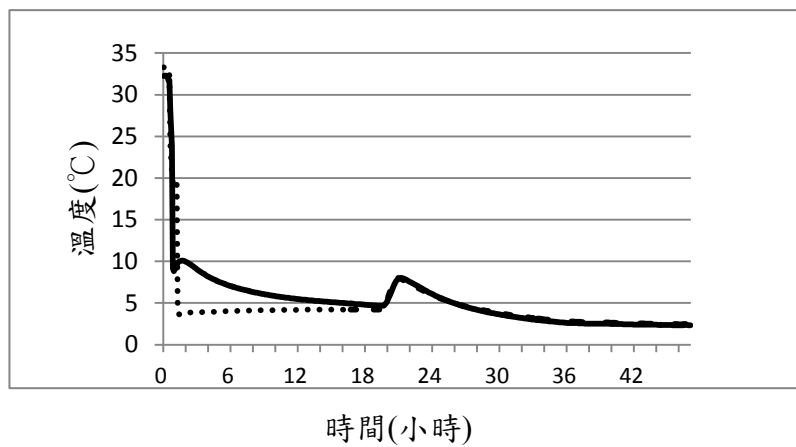
圖一、杏鮑菇經 1.5℃貯藏 7 日模擬海運香港後，在 18℃放置 3 日模擬販售，有一部分在萼傘、萼柄、切口產生新長菌絲之情況。



圖二、杏鮑菇經 1.5℃貯藏 7 日模擬海運香港後，在 18℃放置 3 日模擬販售，有一部分發生萼傘新長菌絲之情況(上方 2 盒)，有些則未發生(下方 1 盒)。



圖三、杏鮑菇以外銷香港之小盒包裝後，以真空預冷，測定溫度變化之情況。



圖四、杏鮑菇以外銷香港之小盒包裝後，以真空預冷降溫以及後續貯藏與模擬運輸 1 日之溫度變化。虛線為真空處理組，可以將溫度快速降溫，實線為對照組，於 20 小時處，溫度上升是模擬裝櫃作業。



A：現行方法



B：改良型包裝

圖五、改良型包裝對杏鮑菇經 1.5°C 貯藏 7 日模擬海運後，在 18°C 放置 3 日櫥架品質之影響。A：現行方法；B：改良型包裝。



A：現行方法



B：改良型包裝

圖六、改良型包裝對杏鮑菇經 1.5°C 貯藏 7 日模擬海運後再貯藏 3 日，於 18°C 放置 3 日櫥架後品質之影響。A：現行方法；B：改良型包裝。

表一、包裝盒內置放乙烯吸收劑與乙烯抑制劑對杏鮑菇經 1.5℃ 貯藏 7 日及 18℃ 放置 3 日後新長菌絲之影響。

處理	萁傘新長菌絲 (%)	萁柄新長菌絲 (%)	切口新長菌絲(%)
1 對照-1 (未切縫)	48.5	12.5	15.7
2 對照-2 (切縫再貼封)	53.4	13.7	11.6
3 同 2，加乙烯吸收劑	58.5	18.8	14.3
4 同 2，加乙烯抑制劑	62.0	14.5	21.2

表二、真空預冷對杏鮑菇經 1.5℃ 貯藏 7 日及 18℃ 放置 3 日後新長菌絲之影響

處理	萁傘新長菌絲 (%)	萁柄新長菌絲 (%)	切口新長菌絲 (%)
對照組	41.7	8.3	4.2
真空處理	54.2	50.0	37.5

表三、外包裝填充 CO₂ 或 N₂ 對杏鮑菇經 1.5℃ 貯藏 7 日及 18℃ 放置 3 日後新長菌絲之影響

處理	萁傘新長菌絲 (%)	萁柄新長菌絲 (%)	切口新長菌絲 (%)
對照組	71.3	53.1	40.0
填充 CO ₂	37.5	28.1	43.8
填充 N ₂	18.8	19.4	36.3

表四、改良式包裝對杏鮑菇經 1.5°C 貯藏 7 日模擬海運香港及 18°C 放置 3 日櫥架品質之影響。

	萵傘新長 菌絲(%)	萵柄新長 菌絲(%)	萵柄色澤 不可售(%)	萵柄質地 不可售(%)	總計 不可售(%)
測試 1					
現行處理	35.0	0.0	0.0	12.5	47.5
改良式包裝	4.2	0.0	0.0	0.0	4.2
測試 2					
現行處理	40.6	0.0	0.0	6.3	40.6
改良式包裝	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表五、改良式包裝對杏鮑菇經 1.5°C 貯藏 7 日模擬海運香港後再貯藏 3 日，於 18°C 放置 3 日櫥架品質之影響。

	萵傘新長 菌絲(%)	萵柄新長 菌絲(%)	萵柄色澤 不可售(%)	萵柄質地 不可售(%)	總計 不可售(%)
測試 1					
現行處理	66.7 (嚴重)	16.7	4.2	12.5	66.7 (嚴重)
改良式包裝	25.0 (輕微)	8.3	0.0	4.2	25.0 (輕微)
測試 2					
現行處理	50.0	25.0	0.0	41.7	50.0
改良式包裝	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表六、改良式包裝對杏鮑菇經 1.5℃貯藏 7 日模擬海運香港後再貯藏 3 日，於 18℃放置 3 日櫥架茸柄品質之影響。

處理	茸柄色澤 (評分 0-5)	茸柄質地 (評分 0-5)
現行處理	3.4	3.5
改良式包裝	4.4	5.0

品質評分：最佳 5 分，中等 2.5 分，極差 0 分。

台灣菇類生技產業發展

王伯徹 研究員

財團法人 食品工業發展研究所 / 經濟部嘉義產業創新研發中心

電子郵件：wbc@firdi.org.tw；傳真：05-2844578

摘 要

食藥用菇不僅能提供營養獲致保健功效，其在護膚美容保養的利用價值上也是一絕。菇類的幾丁質敷料在醫學美容應用上將能與 21 世紀的生物醫學時代接軌，而其同時整合生產、生活、生態三生於一體的觀光休閒產業更是能帶給人們寓健康于生活的樂活享受。食藥用菇生技養生產業是樂活產業的砥柱，將會帶來劃時代的經濟發展。

關鍵詞：臺灣、食藥用菇、營養、保健、保養品、生技養生

緒 言

菇蕈產業發展符合健康意識與環保意識的潮流主張，隨著生活水準提升，消費者越來越重視自身的健康，而菇類除了具有營養及嗜好特性外，亦具有生理活性，並符合聯合國糧農組織 (FAO) 及世界衛生組織 (WHO) 對新食品資源的定義--「天然、營養、保健」的原則，是 21 世紀生物科技與生物醫學時代的明星產業。比爾蓋茲 (Bill Gates) 認為「下一個世界首富必將出自生物技術領域」，而 The New York Time 亦載述，2020 年全球將進入生物經濟時代，不久的將來，生物經濟將倍於資訊經濟。台灣經濟研究則闡明，就生技產業發展歷程而言：第一波紅色生技是以醫藥研發產業為主，目前則是在第二波綠色生技的農業生技產業，未來第三波白色生技的世界則是整合生命科技與其他高科技產業，應用於工業生技與能源環保領

域之研發。針對目前備受業界關注之食藥用菇生技養生產業的發展，本文中將提供相關的議題有：1. 菇類之營養價值及養生保健功效，2. 菇類保養品養生產業，3. 菇菌做為生物醫學材料之應用，以及 4. 菇類休閒養生觀光產業之發展。

生技養生健康產業發展利基

2009 年行政院提出六大新興產業發展(生物科技、綠色能源、醫療照護、精緻農業、觀光旅遊及文化創意)，因著人口老化，養生保健成為具發展潛力之產業。根據聯合國統計資料顯示，1993 年台灣 65 歲以上人口佔總人口數 7.1%，成為聯合國世界衛生組織界定的高齡化社會，至 2006 年台灣老年人口佔總人數 10%，估計 2036 年相關比例將達 21.7%。而行政院經建會推估，2022 年台灣出生與死亡人口相當，人口將開始負成長，且據 2009 年台灣人口統計資料，台灣平均生育人數僅 1.07 人，成為生育率低的國家。隨人口快速老化，國內身心功能障礙或老衰人口也同時增加，因此養生保健需求之產品市場正快速成長。2009 年行政院通過「健康照護升值白金方案」，推動醫療照護產業四年計畫，該計畫包括醫療照護、長期照護、國際醫療、智慧醫療、衛生安全、養生保健六大方向。

近年來，由於國人保健意識抬頭以及生活水準的提升，使得訴求「健康」和「養生」之保健食品熱賣，各類保健食品推陳出新，消費者透過多元之銷售通路的買氣增強，使得保健機能食品蔚為一股風潮。市面上許多宣稱具有「保健功能」的食品如雨後春筍般爭相上市，使得保健食品市場逐漸蓬勃發展，競爭也日益激烈。廣義的「保健食品」是指具有保健功效的食品，範圍包括經衛生署認證的健康食品、機能性食品、膳食補充食品及特殊營養食品等。但目前消費大眾所認知的「保健食品」是指那些不僅是維持生命所需，同時亦涵蓋對健康有助益的食品，因此雖然各國對具有保健或特殊營養成分的食品定義和名稱不盡相同，但都具有下列三大特性：1.提供特定營養成分，2.能調節生理機能，並且具有促進健康功效，以及 3.適合特定族群使用。發展保健食品的最終目的是希望運用現有的醫學、營養學、生命科學、生物科技和食品科技等之技術，生產出符合民眾健康需求的產品。

目前國內健康產業相關計畫包括銀髮族 U-Care 旗艦計畫、健康照護創新服務計畫、科技化健康照護創新服務計畫及健康照護增值白金專案等，運用 ICT 資通訊技術、管理服務平台、服務網絡等技術，建構完善的健康照護體系。一般而言，健康照護指以延緩老化、活化機能與身心照護為主，故對促進健康、維持健康、恢復健康、短期照顧及長期照護等，皆屬於此範疇。健康照護產業講求人性化與科技化，可分為軟硬體兩部分，軟體含健康照護的營運模式、服務技術，硬體則是促進服務品質的環境設施、輔助設備與器材，而促進身心健康的保健食品、化妝保養品、醫美生物材料與健康休閒活動亦包含於產業範圍內。

食藥用菇相關生技養生潛力市場

(一) 菇類之營養價值及養生保健市場

新鮮菇萁的水分含量約佔 85-90%，熱量約為 350-400 kcal/100 g (dw)。乾燥後的菇體中蛋白質含量很高(約為 200-250 g/kg)，脂肪較低約為 20-30 g/kg，菇類的脂質中含有大量 n-3 系不飽和脂肪酸如亞麻油酸(linoleic acid)和油酸(oleic acid)，此些脂肪酸為必須脂肪酸，常攝取這類脂肪酸有益人體健康。菇類的灰分約為 80-120 g/kg，野生菇萁之灰分含量通常高於人工栽培的菇萁。碳水化合物的含量在不同菇種間差異較大，主要的碳水化合物組成物為幾丁質、肝醣(glycogen)、海藻糖(trehalose)、甘露糖醇(mannitol)及 β -葡聚醣(β -glucan)。在微量元素方面，菇類的鉀含量高，若菇類栽培於受污染的地區，則可能會累積高量的鎘及汞。菇類含有大量麥角甾醇(ergosterol)、維生素 D2 原(provitamin D2)和酚酸類(phenolic acid)，是很好的抗氧化物質的來源。除了營養成份外，菇類含有多達百種以上的香味物質、核酸、游離胺基酸、低分子游離糖及有機酸，可增添食物的風味，增加食物的嗜口性(Kalač, 2013)。菇萁類具有特殊的風味、豐富的營養組成及對人體有益的成份，是國人重要的營養來源之一(陳彥霖，2013)。

菇類的蛋白質含量高且具有低脂、低膽固醇的優點，是極佳的蛋白質來源，但不同種菇萁的蛋白質含量可能有很大的差異，表 1 為人工栽培菇類的營養成份表，如表一所示不同來源的洋菇 (*Agaricus bisporus*)、金針菇 (*Flammulina velutipes*)、香菇 (*Lentinula edodes*)及杏鮑菇 (*Pleurotus eryngii*)之蛋白質含量可能相差 1 倍以上。此外，不同來源之洋菇及香菇的脂質含

量亦呈現明顯差異。不同蠔(平)菇樣品(*Pleurotus ostreatus*)的蛋白質及脂質含量差異更大，相差可達 5 倍以上。但是不同品系的鴻喜菇(*Hypsizigus marmoreus*)之營養組成則差異不大(Kalač, 2013)。表二為野生菇類的營養成份表，各菇種的乾燥物、蛋白質、脂質等營養組成亦呈現很大的差異(Kalač, 2013)，雖然一般人多認為野生菇類會有較佳的營養價值，但由表一及表二的數據可發現，野生金針菇及杏鮑菇的營養組成落在人工栽培菇類的變動範圍內，顯示野生菇類產品的營養價值不一定優於人工栽培的產品。由表一及表二可知菇類的熱量極低，再加上菇類的碳水化合物中含有人體不易消化吸收的幾丁質及甘露糖醇，所以菇類被視為是一種高蛋白、低升糖指數、低熱量的養生食品。

食用菇的營養價值主要在於它富含蛋白質和人體必需胺基酸、多種維生素和礦物質元素。菇類的香味物質被廣泛使用於如湯、沙拉用的調味汁、肉汁以及許多不同種類的冷凍食品中，以提供特殊的風味。從熱量的測定結果來看，食用菇更是理想的低熱量食物。而且很多食用菇都含有一些具有特殊生理活性的多醣類物質，可增強人體的免疫力，抑制腫瘤的生長，實為一種一舉數得的有益健康的食品。菇類發展在傳統上以食用菇類為主，隨著世人生活水準的提升，對於養生保健越趨重視，使得近年來在農業、食品及醫學界，均積極地從事保健藥用菇類的開發。

藥用菇類有些可作成美味佳餚供食用，其成分或代謝產物對於實驗動物的腫瘤細胞有抑制或殺滅作用，因此被製成抗癌的助療藥品或保健品，如膠囊、濃縮液、飲料、調料、茶和美容護膚產品等。由現代的分離與分析研究得知，菇類有許多的生理活性成分，如多醣體、三萜類、蛋白質(含免疫蛋白)、核酸、類固醇等等。這些菇類的萃取物質具備有生理活性功能，包括：抗腫瘤、增加免疫力、降高血壓、降膽固醇、降血糖、抑制血小板凝集、抗病毒、抗細菌、抗寄生蟲等等，已經引起醫界廣泛的注意。目前在日本，已有雲芝經液體培養後的菌絲以熱水提取的抽取液 krestin (簡稱 PSK)、香菇子實體多醣 (lentinan)、裂褶菌經液體培養後的胞外多醣 schizophyllan，三種由菇菌生產並上市的多醣抗癌劑製品。近年來食藥用菇類具有的生理活性在臨床醫學上漸被重視，且以菇類為主的保健食品在市場已蔚為主流且具有極高的產值。近年來以現代科學方法分析菇類所具生理活性成分之研究，如雨後春筍般地大量出現並日益受到重視，開發得的

保健性食品或其他醫藥上特用化學品，已然成為養生保健新興市場的新寵。

（二）菇類保養品養生產業

根據經濟部工業局統計，化妝保養產品具有相對低風險及產品附加價值高之特點，目前台灣較大型企業如台鹽、台糖、台塑、統一、永光及知名藥廠如順天堂、勝昌、杏輝等公司紛紛切入此一化妝保養產品市場。在所有品項當中，皮膚保養品占有最大市場，其次為髮用產品及彩妝品。全球吃的保養品市場規模推估約 10 億美元，未來市場規模將成長一倍。目前市面上保健機能飲品主流為膠原蛋白、玻尿酸(透明質酸)、輔酵素 Q₁₀、寒天、維生素 A、C、E 等「吃的保養品」(nutricosmetics)，消費對象主要為粉領階層，訴求為保濕、抗斑點、防皺紋及皮膚改質等，未來市場看好延緩老化和永保青春的保健功效。

皮膚位於身體和外界環境的交界點，飽受外界環境的影響和刺激，老化程度較快，也成為現今高齡化社會中大眾關注的熱門話題。因此，與皮膚相關的市售化妝保養品便不斷的被開發，標榜各種功能的產品遂應運而生。根據化妝品市場調查的報告顯示全世界的化妝品銷售額達 253 億美金，且有持續增加的趨勢，其商機潛力無限。

菇菌類應用在保養品產業並不多見，但近年來有逐漸增加的趨勢。國內常見的有桐核麥菇菌多醣體美妝保養系列、葳橋生技 EGF 酯 C 時空膠囊、寶拉珍選抗氧化與修護面乳、貝洛美樂菇菌多醣肽煥膚面膜、貝洛美樂菇菌多醣肽青春精華霜等；國外則以品木宣言青春無敵蘑菇系列產品為代表。其中，多醣體中的 β -葡聚糖為主要訴求化合物，原料主要來自於牛樟芝、雲芝、靈芝、冬蟲夏草、裂褶菌、阿魏菇、香菇、白木耳、茶樹菇等材料(陳啟楨等 2013)。

銀耳俗稱白木耳，其除了傳統之食用保健功效外，尚能開發成高價值之護膚保濕產品，提昇農產品“非食用性”之高附加價值。農試所鳳山分所利用銀耳萃出的銀耳多醣體製作成精華液，塗於皮膚上能提高皮膚角質層的含水率，並顯著降低皮膚水分之散失；而且長期使用具有淡化皮膚斑點的效果。此外，木耳萃取出來的多醣類吸水率高可留住水分，保持皮膚濕度，也可以製成保濕敷料，增進傷口敷料療效；市場上已有從木耳萃取多醣製成果凍面膜及保濕乳液的產品頗受消費者喜愛。除了膠耳類的保養品

以外，目前產業市場也可以看到如：菇葷多醣胜肽青春精華霜、菇葷多醣胜肽煥膚面膜、修護潔面乳與抗氧化精華液等護膚產品，訴求滋潤、緊實、調理肌膚保持肌膚光滑細緻、抗氧化、保濕嫩白，迎合養生保健消費者之肌膚保養需求，市場商機無限。

(三) 菇菌在生物醫學上之應用

菇菌細胞壁主要是由多醣(polysaccharide)、幾丁質(chitin)以及一些類似黑色素(melanin)之成分所組成(Alexopoulos *et al.*, 1996)。幾丁質最早發現在甲殼類之外骨骼，蟹殼幾丁質在 1992 時已被開發成傷口敷料，對傷口癒合具有良好促進功效。同樣含有幾丁質之靈芝殘渣，因此也被眼尖的創新科學家構思發展出類似功能及外觀的產品。靈芝中的幾丁質可被萃取當作敷料，研究顯示靈芝幾丁多醣能抑制細菌的增殖生長，並有助傷口肉芽組織增生。敷料使用靈芝萃取的幾丁多醣有助縮短發炎、紅腫疼痛的時間、促進細胞再生、組織修復、加強鎮定舒緩肌膚、增加真皮層膠原蛋白合成，藉以達到加速傷口癒合的效果，為一菇菌在生物醫學材料上應用之成功實例(蘇慶華，2013)。

靈芝殘渣是一種堅韌、革質化、咖啡色之纖維，實際上就是構成靈芝子實體的菌絲細胞，細胞有很厚的細胞壁，含有較高之幾丁質(40-50%)，而一般像洋菇、金針菇、香菇等可口柔嫩肉質子實體的幾丁質含量經常不超過 1%。檢視由螃蟹殼純化幾丁質之程序，發現如果從靈芝殘渣來純化幾丁質，其過程會更為簡單(Nakajima & Atsumi, 1985)。首先，因為靈芝並沒有蟹殼中所含高量之碳酸鈣，所以可以免除酸處理(經常使用 1N HCl)，而以熱鹼(1N NaOH 90°C)去除殘餘脂蛋白、核酸、脂肪及漂白去除黑色素之程序則相同。另一個更有利的條件是，靈芝殘渣本身就是菌絲所構成，並不需要繁複的手續做成幾丁質纖維，再將這些纖維織成不織布就很快完成濾紙狀多孔性的原型白色薄膜(Su *et al.*, 1996)。開發產品 SACCHACHITIN 除了能被做為皮膚瘡傷癒合之生醫材料外，也在化妝品或醫美材料中扮演適當的要角。

由於社會經濟結構的改變已經直接影響到國人的飲食習慣，許許多多的文明病應運而生，也因此使得國人健康意識抬頭。近幾年來，許多學者陸陸續續發現一些食藥用菇類的機能性成分，並多方面加以報導，使得一向洞燭市場先機的業者發現不少菇類可開發之市場前景，市場一片叫好。

1. 增強體力：全球消費者最重視的保健功效以抗疲勞居首位，寄望能經由食用保健食品以維持長久的好體力，因此增強體力保健食品市場商機可期。

2. 免疫調節：人體每天遭受數百萬個微生物侵襲，以至對免疫系統造成威脅，尤其未來隨著高齡人口數增加及新感染疾病的發生，預期菇類具有的免疫調節市場將向上攀升。

3. 抗癌：由於癌症始終位居各國死因之前幾位，對於能抗癌之不少菇類食品或是藥品，自然受到採用輔助療法之癌症病患的青睞。

4. 心血管保健功效：心血管疾病始終高居全球死因首位，引發全球消費者對心血管疾病的高度關切。菇類中發現具有降低膽固醇之幾丁質和幾丁聚醣及對心臟保健有益之 β -葡聚糖，無疑是開啟了菇類保健食品作為預防心血管疾病之另一扇大門。

5. 延緩衰老：隨著高齡化社會的來臨，全球抗老化護膚美容保養品市場規模將因著銀髮族人數的增加而向上攀升。菇類具有抗氧化功能之超氧歧化酵素等機能性成分，迎合市場的需求下自有其一片海闊天空。

6. 體重管理：由於肥胖容易引起其他造成全球死亡主因之慢性疾病的發生，如心血管疾病及糖尿病等，因此衣食富裕的現代人經常必須經由控制體重以營求身體的健康。而菇類具有豐富的膳食纖維，能增加食用後之飽足感，並且又是高營養卻低熱量之養生保健品，足見菇類膳食纖維素材在體重管理市場上之寬廣未來。

（四）菇類休閒養生觀光產業

隨著工商社會的生活步調趨於緊湊，工作繁複節奏單調，雖然國民所得提高，在物質生活獲得滿足後，人們已經逐漸開始注重休閒活動。迄今遊憩觀光已成為現代人生活中不可或缺的一部分，對於休閒生活的要求不斷提高。近年來，不論國內或國外都在努力發展觀光休閒事業，以因應人們在觀光遊憩上的需求，同時帶動了地方上的經濟發展，使得觀光休閒事業成為地方經濟發展上重要的一環。各國為了能吸引國內外遊客的青睞，各城鄉無不極力推展其特有的自然景觀、文物古蹟、歷史文化等地區特色資源，以推展當地的觀光休閒產業，帶動經濟發展繁榮城鄉。

利用來自農林的農業資源，休閒農業結合生產、生活、生態三生一體的農業經營方式，推動發展農業生產、農產加工及農業休閒服務等相關產業，提供了國民日漸需求的休閒旅遊、休閒產品、休閒活動服務，是目前國內農業發展的一個重要政策及趨勢。配合此一觀光產業的發展，國內已有南投埔里的豐年生態農場、台中市新社區的阿亮香菇休閒農場、彰化縣

埔心鄉的葦優生物科技農場、以及南投草屯的欣隆休閒農場等 4 家菇類休閒農場，於此可以盡情過著休閒觀光、教育及養生生活，享受修身養性健康獲益的樂活人生。

菇類產業經營模式隨著時代在改變，過去菇類經營是以生產為主，生產者無法接觸、瞭解消費市場及消費者之需求與趨勢，而隨著人們的經濟能力增加及休閒觀光的意識抬頭，菇類經營由生產轉型為休閒觀光是一個必然的趨勢。但並非所有生產型的農場均具備有轉型為休閒觀光農場之適合條件，上述之四個菇類農場在過去的經營上均以生產為主，現今則為配合地區觀光產業之發展才轉型而成，目前均以休閒及養生體驗來吸引消費者，並強化農場的農產品行銷機制以提升經營效益。整體說來，要發展菇類休閒觀光農場必需評估地區是否有不同的觀光資源及具有發展休閒觀光之潛力產業為首要條件，經整合產學研各方資源，加上透過策略聯盟聯結上中下游業界間合作，推動多元化產業異業結盟以產生群聚效應，才是發展地區休閒農業之關鍵作法。另外，針對現有觀光組織及網路運作機制之善加運用、菇類休閒農場設立地點的利基評估、作業流程之規劃、產品研發及創新、有效的行銷策略構思等等，也都必須慎加考量，以能成功行銷並促進地區休閒觀光產業的發展。菇類農場轉型為休閒化、多元化及養生化產業，是生活水準提升後的必然趨勢(休閒觀光及體驗農業、養生農業)。因此，國內菇類休閒農場的發展不僅僅是要講求知識性及教育性，更要講求使活動有體驗的樂趣，才能符合休閒養生產業的發展趨勢。整體看來，未來菇類農場發展的方向有(1)生產：不同鮮食藥菇類生產；(2)食藥菇類加工產品及養生產品研發；(3)消費者菇類栽培DIY；(4)菇類生態體驗及解說；(5)採菇體驗；(6)菇類養生美食餐飲之研發；(7)菇類產品展售及行銷；(8)網路及宅急便行銷產品。菇類農場行銷養生、休閒觀光、保健餐飲及教育功能的策略，則是未來菇類農場經營的另一個營運契機，也是一種既利他(地區)又利己(農場)的良性產業發展利基(洪等 2013)。

結 語

近幾年來許多學者陸續發現一些食藥用菇類的機能性成分，並多方面加以報導，使得一向洞燭市場先機的業者，積極利用菇類子實體、菌絲體及其發酵液製成各種不同形式之產品上市銷售，包括膠囊、錠劑、茶

包、口服液及飲料等。保健食品的風潮已是全球化的趨勢，其中食藥用菇不僅符合 FAO 及 WHO 對新食品資源的定義，即「天然、營養、保健」的原則，而且其許多的生理特性(藥理作用)亦逐一獲得證實，故其未來的發展榮景可期。

食藥用菇具備有發展生技養生健康產業的潛力，近來全國人口明顯老化的趨勢，從市場需求角度而言，造就了菇類養生產業發展的機會。菇類養生產業可發展的類別包含：1. 菇類之營養價值及養生保健市場，菇類經適度加工後，由於能迎合現代消費者健康之需求，因此其市場加值之經濟效益將極其可觀。2. 菇類保養品養生產業，食品與生技廠商開發化妝保養品，以提供健康養顏美容的樂活人生需求。3. 菇菌在生物醫學上之應用開發，提供醫美廣大市場使用。4. 菇類休閒養生觀光產業，提供休閒保健及養生食療，發展具經濟效應的休閒養生產業。相較先進國家菇類市場的開發，我國的推動腳程並未落後，因此在推動食藥用菇生技養生健康產業的路途上應該是有機會與先進國家並駕齊驅的(王伯徹 2013)。

引用文獻

1. 王伯徹。2013。綜論食藥用菇生技養生產業。食品工業 45(5)：1-6。
2. 洪進雄、劉黃碧圓、周秀宜。2013。菇類休閒養生觀光產業之發展。食品工業 45(5)：48-58。
3. 陳彥霖。2013。菇類之營養價值及養生保健功效。食品工業 45(5)：7-20。
4. 陳啟楨、謝詠筌、許嘉哲。2013。菇類保養品養生產業。食品工業 45(5)：21-39。
5. 蘇慶華。2013。菇菌做為生物醫學材料之應用—SACCHACHITIN 之研發過程。食品工業 45(5)：40-47。
6. Alexopoulos, C. J., Mims, C. W. and Backwell, M. 1996. Introductory Mycology, 4th ed., John Willey & Sons, USA p.28.
7. Kalač, P. 2013. Review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and cultivated mushrooms. J. Sci. Food Agric. 93: 209–218.
8. Nakajima, M. and K. Atsumi. 1985. Chitin is an effective material for sutures. Japanese J. Surgery 16: 418-424.
9. Su, C. H., Juan, S. W., Sun, C. S. and Tung, I. C. 1996. Application of

extracted waste from basidiomes of *Ganoderma* for healing enhancement of skin wounds. *Mushroom Biol. Mushroom Prod.* Royse (ed.) Penn State University, p. 195-230.

表一、人工栽培菇蕈類之營養組成

菌種	乾燥物 ¹ (g/kg)	粗蛋白 ² (g/kg)	脂質 ² (g/kg)	灰分 ² (g/kg)	碳水化合物 ² (g/kg)	能量 ¹ (kcal/kg)
<i>Agaricus bisporus</i>						
White	87.3	140.8	21.8	97.4	740.0	325
Brown	83.6	154.3	16.7	113.6	715.4	303
Unspecified	—	264.9	25.3	87.8	622.0	—
Unspecified	97.0	363.0	8.0	120.0	509.0	—
<i>Agaricus brasiliensis</i>	—	267.4	26.2	68.1	638.3	—
<i>Flammulina velutipes</i>	121.3	38.7	28.9	72.5	859.9	467
	—	266.5	92.3	75.1	566.1	—
<i>Hypsizigus marmoreus</i>						
Normal strain	—	196.0	40.9	77.5	685.6	—
White strain	—	210.6	56.2	82.6	650.6	—
<i>Lentinula edodes</i>	202.2	44.0	17.3	67.3	871.4	772
	—	204.6	63.4	52.7	679.3	—
<i>Pleurotus ostreatus</i>	108.3	70.2	14.0	57.2	858.6	416
	—	238.5	21.6	75.9	664.0	—
	100.0	416.0	5.0	60.0	519.0	—
	88.0	166.9	54.5	67.0	711.6	—
<i>P. eryngii</i>	110.0	110.0	14.5	61.8	813.7	421
	—	221.5	15.7	57.6	705.2	—
<i>P. sajor-caju</i>	100.0	374.0	10.0	63.0	553.0	—

(Kalač, 2013)

註 1, 新鮮菇蕈子實體中所含的乾燥物含量及能量

註 2, 乾燥菇蕈子實體中所含的粗蛋白、脂質、灰分及碳水化合物含量

表二、野生菇蕈類之營養組成

菌種	乾燥物 ¹ (g/kg)	粗蛋白 ² (g/kg)	脂質 ² (g/kg)	灰分 ² (g/kg)	碳水化合物 ² (g/kg)	能量 ¹ (kcal/kg)
<i>Agaricus campestris</i>	118.3	185.7	1.1	231.6	581.6	364
<i>Armillaria mellea</i>	117.3	163.8	55.6	67.8	712.8	470
	—	172.5	65.6	123.4	638.5	—
<i>Boletus aereus</i>	83.5	178.6	4.4	88.7	728.3	306
<i>B. armeniacus</i>	285.0	182.5	15.6	120.9	681.0	1053
<i>B. edulis</i>	108.5	210.7	24.5	55.3	709.5	423
<i>B. erythropus</i>	116.4	209.2	7.5	259.0	524.3	349
<i>B. reticulatus</i>	89.0	225.7	25.5	197.2	551.6	297
	—	279.0	31.4	166.2	523.4	—
<i>Calocybe gambosa</i>	90.8	154.6	8.3	138.9	698.2	317
<i>Calvatia utriformis</i>	220.0	203.7	19.0	178.1	599.2	744
<i>Cantharellus cibarius</i>	—	357.9	14.7	64.2	563.2	—
<i>Clitocybe odora</i>	115.1	173.3	24.6	95.5	706.6	431
<i>Coprinus comatus</i>	148.1	156.7	11.3	128.5	703.5	525
	—	294.7	54.2	158.8	492.3	—
<i>Fistulina hepatica</i>	83.3	500.9	18.9	164.0	316.2	286
<i>Flammulina velutipes</i>	93.2	178.9	18.4	94.2	708.5	346
<i>Laccaria laccata</i>	117.5	627.8	37.6	206.9	127.7	345
<i>Lactarius deliciosus</i>	—	202.0	80.2	71.5	646.3	—
<i>L. salmonicolor</i>	122.8	372.8	20.3	232.8	374.1	389
	—	135.3	10.9	61.6	792.2	—

續前表

菌種	乾燥物 ¹ (g/kg)	粗蛋白 ² (g/kg)	脂質 ² (g/kg)	灰分 ² (g/k g)	碳水化合物 ² (g/kg)	能量 ¹ (kcal/kg)
<i>Lycoperdon echinatum</i>	147.6	235.2	12.2	94.3	658.3	544
<i>Pleurotus ostreatus</i>	—	132.3	35.8	80.8	751.1	—
<i>Russula cyanoxantha</i>	155.6	168.0	15.2	70.3	746.5	590
<i>R. delica</i>	133.1	505.9	9.1	229.3	255.7	416
<i>R. olivacea</i>	154.2	168.4	19.9	377.8	433.9	399
<i>Suillus mediterraneensis</i>	88.0	243.2	26.1	276.4	454.3	266
<i>S. variegates</i>	92.3	175.7	33.1	153.6	637.6	328
<i>Tricholoma imbricatum</i>	175.8	504.5	18.8	64.5	412.2	674

(Kalač, 2013)

註 1, 新鮮菇蕈子實體中所含的乾燥物含量及能量

註 2, 乾燥菇蕈子實體中所含的粗蛋白、脂質、灰分及碳水化合物含量

台灣藥用真菌的發展現況

陳勁初 副總經理

葡萄王生技股份有限公司

電子郵件：gkbioeng@grapeking.com.tw；傳真：03-4572128

摘 要

藥用真菌在此一詞乃相對於食用真菌，代表強調功效的一群，以區別著重口味的食用菇類，而非專指取得藥品證號的菇菌類。所以以機能訴求的保健食品用菇類乃成藥用真菌主流，從 1980 年代興起的靈芝，1990 年代的冬蟲夏草，到 2000 年的樟芝，巴西磨菇等各領風騷若干年。雖然素材高峰期已過，卻未曾消失，仍然深植人心，擁有死忠的基本客群。

睽諸過往興替的各種菇類素材，大多與抗癌訴求相關。概因是西醫無法有效治療，病人抱持姑且一試，而且相對無西藥之副作用，所以以輔助療法的概念成為市場寵兒。2000 年以後由於健康食品管理法的通過，審核制度的完整建構，藥用真菌無可避免的參與時代潮流，故諸如護肝、免疫調節、延緩老化、降血壓等功效的產品逐一冒出。但在代謝症候群方面，由於台灣健保給付完善普及，西藥領用便宜且療效快，故在三高的保健食品市場未如預期的豐收。

事實上從樟芝以後，台灣業界就一直企盼能有下一個接棒產品，然十餘年過去(註:筆者公司樟芝王產品於 1999 年底上市)，尚未見有明朗的發展，這期間有蛹蟲草之竄起，但僅曇花一現，甚至有多家廠商關門。桑黃則是另一個受期待的題材，但迄今仍未被消費者廣泛認知。木耳與銀耳則是近年來廣受民眾接受，兩者大抵以食品型態銷售，強調養生概念，相對於眾多以抗癌為訴求的菇類，以抗神經退化性疾病的猴頭菇菌絲體及以保腎、護眼為重點的大蟬花則漸漸發展成熟，此三種疾病與癌症類似，同樣在西藥上少有顯著的效果，且在可見的未來，將有大量的需求，趁早佈局或可將台灣的藥用真菌推廣到國際。

關鍵詞:靈芝、樟芝、桑黃、猴頭菇、蟬花

緒 言

台灣菇類保健品之發展受到中國、日本兩國影響很大，由早期的靈芝、冬蟲夏草、巴西蘑菇、蛹蟲草、舞茸、雲芝等，皆一步步透過工業化量產，產品行銷而深入民眾的腦海中。近年來韓國的桑黃、馬來西亞的虎乳靈芝亦漸漸開始傳開。樟芝則是唯一傾國內產學研之力作，不僅在國內蓬勃發展且行有餘力推廣到中國、日本、越南、新加坡等國。

樟芝的發展，吸引許多生技業者與學者的介入，導入藥品開發的種種觀念，例如：藥動學的吸收率，人體臨床試驗，90 天的慢性毒性試驗等等，將台灣業界帶入新的科學與商業境界。

菇類栽培從床栽、瓶栽、袋栽長出的子實體因外觀相同，難以產生差異化，必須靠食品加工來差異化及品牌化，若能掌握自有通路，串起一條鞭模式，才有競爭力。例如雙鶴靈芝從生產、萃取、乾燥、粉末充填、包裝、行銷皆不假他人的作法，便能贏得市場與品牌。但技術的發展一直前進，液體培養菌絲體，固態培養菌絲體，皿培式，椴木栽培等競相竄起。唯有不斷的研發創新才能永續發展，以下茲介紹台灣幾個藥用真菌的發展過程及現況。

靈 芝

1970 年代後期由於太空包栽培技術的突破，靈芝不再成為山中傳奇，稀有珍品，但其貴氣仍存人心，因此以子實體萃取濃縮乾燥之膠囊產品，大量藉由直銷方式在台灣蓬勃發展，創下 20 多億以上的業績，其後在 1990 年代初期，味全公司在董大成教授協助下首開菌絲體之工業化研究，並獲得經濟部之研究發展獎，開放供同業觀摩，可惜未能進一步產業化。反而由後起跨入發酵領域之葡萄王首先實踐 20 噸級之量產，由於生產成本大幅降低，以低價及多醣為訴求，加上強力廣告，一炮而紅，後者雖然獲利，但營業額並不如預期，主因是單價低，僅約直銷價 1/3~1/4，故即使完全移轉，營業額亦僅 5 億以下而已。然而 20 年過去，靈芝仍是長青產品。

冬 蟲 夏 草

由於冬蟲夏草無法培育出子實體，加上靈芝菌絲體一戰成名，所以有發酵能力廠商大量投入，第一波廠商包括台糖公司、大醇、葡萄王等，由於中醫藥委員會對中藥冬蟲夏草之管理做出菌絲體非為傳統中藥材之認定，故菌絲體得以食品上市，迅速攻占市場，其中以台糖公司最為成功，但由於換黨執政，董座更替，產生經銷權問題，故一個假菌種問題，拖垮整個產業，當時分子生物技術在分類上尚未成熟，所以眾多中國學者自行由冬蟲夏草分離菌種，並加以分類鑑定，發表出來的結果竟然有 2 屬 10 多種，孰是孰非，莫衷一是，而中國國家型計劃產品 Cs-4 則屬於蝙蝠蛾擬青霉。國內業者藉著各種交流，各自取得自己的菌種，由於當時衛生署食品處要求須有菌種來源證明，所以各家廠商皆洽購 BCRC36421 以取得證明，但其實已有業界私下傳言，飲用 36421 發酵液後出現頭昏情形，所以業者實際上不敢使用 36421 株，不久 36421 亦被鑑定為中國彎頸霉。隨後雖然經開公聽會而漸漸平息，但傷害已成，整體市場萎縮。後來衛福部公告只承認中華被毛孢菌株。若為其他伴生菌如蝙蝠蛾擬青霉等，須有完整的安全性報告報部備查，中華被毛孢需生長於 18℃ 以下，培養時間長，目前雖以 40 噸級發酵生產，然成本仍高。近一年來中國在子實體培養上有了重大突破，廠商先請當地居民收集蟲及蟲卵，所以先養蟲，再感染，再長出子實體。有傳言年產可達 5 噸，但亦有同行質疑。其對野生蟲草價格之衝擊，則尚待觀察。冬蟲夏草以對肺腎功能著稱，固有“金水寶”產品之命名，國內有廠商以護腎衍伸為壯陽，但其效果無法與威爾鋼相比，故市場接受度不佳。

巴 西 蘑 菇

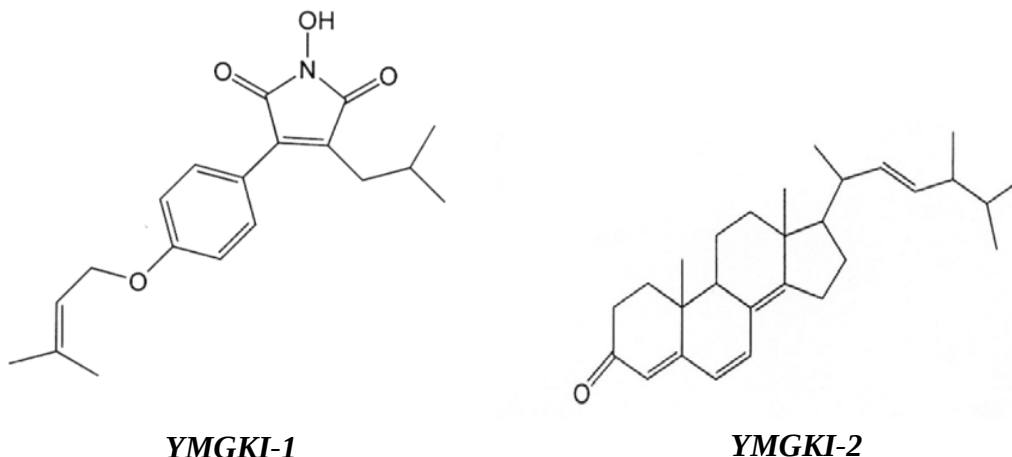
巴西蘑菇挾著日本研究菇類抗癌第一名的名銜，果然立刻吸引業者目光，又因栽培技術被突破，一時之間日本產，巴西產，中國福建產，國產皆如雨後春筍般冒出，其中尤以福建仙游一帶產量最大，早於 1998 年前即已銷往日本，但一個重金屬鎘含量過高的報導，即導致市場衰退不起。巴西蘑菇因其菌絲深入土壤中，會透過吸收蓄集土中的鎘，鎘並非由巴西蘑菇產生，而是由栽培土中吸收而來，因此只要環境中無鎘，就可解決這個問題，故以發酵槽生產的菌絲體，因使用純水培養，就可免除鎘重金屬污染的問題，而且據日本學者(水野&川合 1997)之研究:菌絲體多糖的抗癌活性，無論是濾液多醣或菌絲多醣皆優於子實體多醣，如表一，但儘管其抗

癌活性強，但卻也漸漸淪為配角的角色。巴西蘑菇淡出的原因是科學性文獻未能持續發表，以延續話題性，因其活性成分為大分子多醣，不似樟芝中有眾多活性小分子吸引各方學者開發研究。

樟 芝

樟芝是台灣特有菇類，稀有珍貴價昂，也因為過去少有其他國家對它的研究，因此吸引大批國內學者發表相關論文，粗估應在 90%以上，好處是台灣成為樟芝研究重鎮，壞處是對外國人士而言，易淪為老王賣瓜。樟芝商品化崛起於 2000 年，雖有許多功能性研究，亦發現不錯的結果，但一般民眾仍以抗癌聖品視之。商品行銷亦大抵築基於此。護肝則是其次，主要是健康食品申請中並無抗癌一項。故目前取得者大都為護肝功效，隨著護肝功能性驗證的修正案通過，導入許多更多貼近日常生活可易見的功效，如：酒精性或藥品性護肝等，業界可能乘勝追擊，以取得更多功能認證。但從已發表的數據來看，樟芝粗萃取物或純化之成分之抗癌效果不及現有西藥甚遠，但可喜的是對癌幹細胞的抑制性強於西藥的 taxol、cisplatin 等，目前已找到活性成分，如 YMGK1 (Antrodin C) 及 YMGK2 (Chang, 2016; Chen *et al.*, 2016)。另新近亦有報導 4-Acetylanthroquinonol B 對癌幹細胞有作用 (Chang *et al.*, 2015)，並完成動物試驗。另外南台科大團隊 (Chang *et al.*, 2008) 發現樟芝酒萃物可抑制癌細胞多重抗藥性蛋白的產生，後來葡萄王團隊亦從菌絲體中發現三個有效成分並取得專利 (陳等 2016)。一個毒樟芝事件，儘管官方認為可能是野生採集之牛樟芝子實體，因保存不當長黴所致，但已重創整個產業，隨著法令要求提升，只要是以原料供應者一律需有 90 天的安全性報告，業者只好花大錢以求合法，目前國內樟芝產業發展遲滯，反而一些外銷的廠商時有佳音，以滴丸型態外銷中國、越南、泰國或以膠囊型態銷往日本、新加坡，都可見台商活力。所幸在低迷的時候，學界的努力發表保住了生機，2015 及 2016 年臨床的論文相繼出爐 (Tsai *et al.*, 2016)，針對提高代謝產物的培養方法也陸續開發 (Li *et al.*, 2015)，以純化的活性成分進行動物試驗亦大量湧出 (Kuo *et al.*, 2016a、b)，其中菌絲體三萜成分 dehydroeburicoic acid 的降血糖效果，在動物試驗中效果優於 metformin 及 fenofibrate 二種西藥 (Kuo *et al.*, 2015)，深具潛力。Antroquinolol 甚至吸引到 Bristol Myers Squibb 大藥廠的興趣 (Villaume *et al.*, 2015)。以上種種或可

視為樟芝產業再躍進前的蹲步，在業界不放棄的情況下，樟芝產業之發展仍舊可期。



圖一、抑制癌幹細胞之兩種樟芝菌絲體成分(Chang *et al.* , 2014)

蛹蟲草

子實體剛在台灣栽培成功時，以其橘紅色的外觀，迅速吸引眾人目光，玻璃瓶裝填糙米，經接菌、光刺激約一個月，即可採收。初始因稀有，故在購物台以近萬元的價格販售，利潤很好，蛹蟲草以其特有的蟲草素(cordycepin)，因結構與腺苷(adenosine)類似，故可在干擾中斷 RNA 合成方式，抑制腫瘤，病毒或細菌的增生，也曾被報導可以在老鼠試驗中有快速的抗憂鬱效果，並有一項抗癌的臨床試驗在進行中。但是 cordycepin 很容易被人體中的 adenosine deaminase 所破壞，必須與該酵素的抑制劑共同使用，才易發揮效果。而腺苷本身即為注射藥品，具有強力的抗心律不整及冠狀動脈擴張的作用，可活化心房，竇房結及房室結的鉀離子通道。也是一種抑制性的神經傳導物質，可能促進睡眠。目前衛福部對蛹蟲草訂有食用限量。

桑黃

桑黃菌絲體在韓國以藥品上市，訴求亦為抗癌，多年以前就有學者認

為是樟芝的接棒者，但這些年來進展緩慢，主要有二，一為子實體栽培技術並未突破，培養時間仍需約一年，不符經濟效益，新近農試所在技術上突破，僅需四個月，或可帶來新的榮景。二為日、中、韓的研究早於我國。一些活性成分如 Hispidin、Hispolon 等皆已有研究，故國內學者對桑黃的研究興趣遠低於樟芝。所以缺乏助瀾之力。所幸在菌絲體方面被衛福部列入正面表列，故仍有靜宜大學團隊投入開發，亦有葡萄王公司持續生產開發中，只是在功能應用方面亟需發掘新的應用潛力，例如有研究指出 Hispolon 有助骨鬆的改善等，若能加以研發，亦是廣大商機，而 Hispidin 可抑制阿茲海默症患者的 β -secretase，亦是未來發展重點，而不須一味的皆強調抗癌。

木耳與銀耳

目前僅只子實體栽培，未見菌絲體者，原因是木耳偏向食用菇，栽培容易，單價不高所致，黑木耳國內的研究不多，主要拜廣告所賜，以增加飽足感減肥，纖維減便秘，改善貧血食補養顏美容的概念行銷市場，國內相關功能性研究並不多，亦無特殊的(有別於其他菇類)的功效，所以立足點應為民眾對木耳早已認知，又有見黑三分補的概念，加上黏黏稠稠有料(顆粒)而獨樹一幟。銀耳栽培成功後以其清新脫俗的外觀迅速竄紅，以素燕窩的型態獲得消費者的認同，美容的概念亦廣為消費者接受。

猴頭菇

猴頭菇屬藥食兩用真菌，過去長期以來被認為有顧胃、治療胃潰瘍的效果，機制可能為抑制胃蛋白酶活性，而促進潰瘍癒合，在中國被批准為藥品片劑，用於胃、十二指腸潰瘍及胃痛、胃脹及慢性胃炎的治療，對幽門螺旋桿菌有好的抑制效果。

1990 年代日本靜岡大學教授 (Kawagishi *et al.*, 1991, 1994) 陸續發表從子實體中找到猴頭菇酮 (herisenones) 及菌絲體中分離的猴頭菇素 (erinacines) 兩類成分皆可促使老鼠星狀神經細胞產生神經生長因子 (Nerve growth factor, NGF)，而 NGF 有助於改善神經退化性疾病，如阿茲海默症 (AD)，帕金森氏症 (PD)，老化，杭亭頓舞蹈症 (HD) 等。2008 年 Mori 等人

改用人類神經膠細胞株 1321N1，卻發現猴頭菇酮無法使其產生 NGF，但 Shimbo 等(2005)證實菌絲體中的猴頭素 A 在動物實驗可增加大腦中海馬迴及藍斑區 NGF 的量。目前葡萄王公司以 40 噸槽，發酵 9 天可得到 240mg/L 的 erinacine A，這是全球首例含有 erinacine A 的菌絲體產品，上市第一年在台即有 9000 萬的營業額，並完成三項基因毒 (Li *et al.*, 2014)，急毒，28 天亞急毒 (Li *et al.*, 2014)，90 天慢性毒性及致畸胎毒，並發表了防止中風再灌流傷害(Lee *et al.*, 2014)，預防帕金森氏症(Kuo *et al.*, 2016)及阿茲海默症(Tzeng *et al.*, 2016)，相關論文 4 篇。隨著全球人口老化的來臨，猴頭菇在預防神經退化性病的商機必將更為成長。

蟬 花

蟬花屬於蟲草屬，但宿主為蟬，外觀上即有別於冬蟲夏草的蝙蝠蛾(毛毛蟲)，蟬花很早即有古書記載，可上溯至南北朝的雷公炮炙論，宋朝時期尤多論述。明朝本草綱目有云：功同蟬蛻。然日籍 (松岡恕庵 1759 年用藥須知後編三) 透露是以蟬蛻代替蟬花。睽諸常理：蟬蛻所在多有，而蟬花難覓。因此較可能是因找不到蟬花時，以“功同蟬蛻”一詞，而以蟬蛻代之。故在傳統方中，可見許多以蟬花為名，卻以蟬蛻使用的情形。如表二。

蟬花在近代中國有許多保護腎臟的科學文獻發表(徐等 2015)，腎臟病西藥不多，國人洗腎情況嚴重，因此注重腎臟保健極為重要。

另由古書中可見蟬花對眼疾多有所描述，茲整理於表三中。目疾在古代或許非為主要疾病，但現代社會廣受電子產品影響，眼睛疾病惡化嚴重，在我們的研究中發現菌絲體萃取物對乾眼症有很好的防護效果，目前已申請專利保護，並進一步探索其中的有效成分。野生蟬花資源有限，以菌絲體培養則可永續經營，且能針對有效成分加以提高。目前已在噸級發酵槽量產，並完成三項基因毒性 (徐等 2015)、口服急性毒性、90 天慢性毒性 (Chen *et al.*, 2015) 及致畸胎等毒性評估及降血糖人體試驗，且更進一步取得美國 FDA 之新膳食成分 New dietary ingredient (NDI) 字號，可以在美國銷售。在國內則屬非傳統食用食品，需待 TFDA 的審核通過。在中國新資源食品中，亦尚未見蟬花子實體及菌絲體獲得通過，法規問題將造成蟬花上市的最大變數。

結 語

睽諸上述保健素材除蟲草外，大都訴求抗癌，原因是西醫並無完全把握可以治癒(根治)，所以一般人聞癌色變，概皆源於此，在尋求西醫之餘，總是希望能多一些作為，因此保健食品得以興起。後來則因健康食品法規確立，功效確認合法可述，所以開始擴大其他的功能認證，常見包括免疫(靈芝、樟芝)、降血壓(樟芝)、抗過敏(靈芝)、護肝(樟芝、靈芝)、延緩老化(靈芝)、改善腸胃功能(抑制幽門桿菌)-(猴頭菇)，上述產品雖辛苦取得健字號的加持，市場的發展卻未必平順。

商品化之前提是必須產業化大量生產，由於菇類子實體屬於農產品，一旦很多農民都能栽培，在以量制價下，保健食品稀有性、高單價、高毛利之現象必然打破，所以香菇、金針菇、秀珍菇、杏鮑菇、洋菇、草菇等雖亦皆有文獻闡述其功效，卻始終無法進入保健食品素材之可能原因，反觀木耳與銀耳在栽培技術尚未普及下，以食品型態(例如飲品)，養生或美容概念進入市場反而更親民，更被接受。因此以技術障礙或資本障礙限制多數一般業者進入便成了菇類保健食品的重要考量，當然學者的發表絕對是整體產業發展的關鍵所在，期待有更多的人投入這個行業。

引用文獻

1. 水野卓、川合正允。1997。菇類的化學生化學。國立編譯館。台北。253頁。
2. 陳勁初、許勝傑、陳彥博、林定威。2016。一種具降低癌細胞抗藥性之樟芝菌絲體萃取物及其醫藥或食品組合物。中華民國專利I551291。
3. 徐瑞霞、陳勁初、陳炎鍊、葉淑幸。2015。蟬花之保健功效。食品工業月刊 47(5):14-34
4. 徐瑞霞，葉淑幸，黃維茜，陳勁初。2015。大蟬花菌種分離、鑑定及其液態培養菌絲體之基因毒性評估。檢驗及品保雜誌。4:114-127
5. Chang, C. W., Y. S. Chena, and C. C. Chen, S. J. Sheu, T. W. Lin, T. C. Lee, and J. F. Lo. 2014. Lyophilized particles and ethanolic extracts of *Antrodia cinnamomea* mycelia suppress the tumorigenicity of head and neck cancer cells *in vivo*. *BioMedicine* 4(26):37-41.

6. Chang, T. C., C. T. Yeh, B. O. Adebayo, Y. C. Lin, L. Deng, Y. K. Rao, W. H. Lee, A. T. Wu, M. Hsiao, C. H. Wu, L. S. Wang, Y. M. Tzeng. 2015. 4-Acetylanthroquinonol B inhibits colorectal cancer tumorigenesis and suppresses cancer stem-like phenotype. *Toxicology and Applied Pharmacology* 288(2):258-268.
7. Chang, C. Y., Z. N. Huang, H. H. Yu, L. H. Chang, S. L. Li, Y. P. Chen, K. Y. Lee, J. J. Chuu. 2008. The adjuvant effects of *Antrodia camphorata* extracts combined with anti-tumor agents on multidrug resistant human hepatoma cells. *Journal of Ethnopharmacology* 118(3):387-395.
8. Chen, Y. L., S. H. Yeh, T. W. Lin, C. C. Chen, and C. F. Kuo. 2015. A 90-day subchronic toxicity study of submerged mycelial culture of *Cordyceps cicadae* (Ascomycetes) in rats. *International Journal of Medicinal Mushrooms* 17(8):771-781.
9. Chen, C. C., I. C. Li, T. W. Lin, H. L. Chang, W. H. Lin, and Y. C. Shen. 2016. Efficacy and safety of oral *Antrodia cinnamomea* mycelium in mildly hypertensive adults: A randomized controlled pilot clinical study. *European Journal of Integrative Medicine*. (<http://dx.doi.org/10.1016/j.eujim.2016.06.001>)
10. Chen, Y. T., Y. C. Shen, M. C. Chang, and M. K. Lu. 2016. Precursor-feeding strategy on the triterpenoid production and anti-inflammatory activity of *Antrodia cinnamomea*. *Process Biochemistry* 51(8):941-949.
11. Hsu, F. L., H. C. Chen, and M. K. Lu. 2016. Polysaccharides from *Cunninghamia konishii* promote the mycelial growth of *Antrodia cinnamomea*. *Food Hydrocolloids* 53: 2-6.
12. Kawagishi, H., M. Ando, H. Sakamoto, S. Yoshida, F. Ojima, Y. Ishiguro, N. Ukai, and S. Furukawa. 1991. Hericenones C, D and E, stimulators of nerve growth factor (NGF)-synthesis, from the mushroom *Herichium erinaceum*. *Tetrahedron Letters* 32(35):4561-4564.
13. Kawagishi, H., A. Shimada, R. Shirai, K. Okamoto, F. Ojima, H. Sakamoto, Y. Ishiguro, and S. Furukawa. 1994. Erinacines A, B and C,

strong stimulators of nerve growthfactor (NGF)-synthesis, from the mycelia of *Hericium erinaceum*. Tetrahedron Letters 35(10):1569-1572.

14. Kuo, Y. H., C. H. Lin, and C. C. Shih. 2015. Antidiabetic and antihyperlipidemic properties of a triterpenoid compound, dehydroeburicoic acid, from *Antrodia camphorata* *in vitro* and in streptozotocin-induced mice. Journal of Agricultural Food Chemistry 63(46):10140-10151.
15. Kuo, H. C., C. C. Lu, C. H. Shen, S. Y. Tung, M. C. Hsieh, K. C. Lee, L. Y. Lee, C. C. Chen, C. C. Teng, W. S. Huang, T. C. Chen, and K. F. Lee. 2016. *Hericium erinaceus* mycelium and its isolated erinacine A protection from MPTP-induced neurotoxicity through the ER stress, triggering an apoptosis cascade. Journal of Translational Medicine. (<https://dx.doi.org/10.1186%2Fs12967-016-0831-y>)
16. Kuo, Y. H., C. H. Lin, and C. C. Shih. 2016. Dehydroeburicoic acid from *Antrodia camphorata* prevents the diabetic and dyslipidemic state *via* modulation of glucose transporter 4, peroxisome proliferator-activated receptor α expression and AMP-activated protein kinase phosphorylation in high-fat-fed mice. International Journal of Molecular Sciences. (<https://dx.doi.org/10.3390/ijms17060872>).
17. Kuo, Y. H., C.H. Lin, and C. C. Shih. 2015. Ergostatrien-3 β -ol from *Antrodia camphorata* inhibits diabetes and hyperlipidemia in high-fat-diet treated mice *via* regulation of hepatic related genes, glucose transporter 4, and AMP-activated protein kinase phosphorylation. Journal of Agricultural Food Chemistry 63(9):2479-2489.
18. Kuo, Y. H., C. H. Lin, and C. C. Shih. 2016. Antcin K, a triterpenoid compound from *Antrodia camphorata*, displays antidiabetic and antihyperlipidemic effects *via* glucose transporter 4 and AMP-activated protein kinase phosphorylation in muscles. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2016: 4867092. (<http://dx.doi.org/10.1155/2016/4867092>)
19. Li, H. X., Z. M. Lu, Y. Geng, J. S. Gong, X. J. Zhang, J. S. Shi, Z. H. Xu, and Y. H. Ma. 2015. Efficient production of bioactive metabolites

- from *Antrodia camphorata* ATCC 200183 by asexual reproduction-based repeated batch fermentation. *Bioresource Technology* 194:334-343. ([http:// dx.doi.org /10.1016/j.biortech.2015.06.144](http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2015.06.144))
20. Li, I. C., Y. L. Chen, W. P. Chen, L. Y. Lee, Y. T. Tsai, C. C. Chen, and C. S. Chen. 2014. Genotoxicity profile of erinacine A-enriched *Hericium erinaceus* mycelium. *Toxicology Reports* 1:1195-1201. (<http://dx.doi.org/10.1016/j.toxrep.2014.11.009>)
 21. Li, I. C., Y. L. Chen, L. Y. Lee, W. P. Chen, Y. T. Tsai, C. C. Chen, C. S. Chen. 2014. Evaluation of the toxicological safety of erinacine A-enriched *Hericium erinaceus* in a 28-day oral feeding study in Sprague-Dawley rats. *Food and Chemical Toxicology*. 70:61-67. (<http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2014.04.040>)
 22. Lu, M. Y., C. C. Chen, L. Y. Lee, T. W. Lin, C. F. Kuo. 2015. N6-(2-Hydroxyethyl) adenosine in the Medicinal Mushroom *Cordyceps cicadae* Attenuates lipopolysaccharide-stimulated pro-inflammatory responses by suppressing TLR4-mediated NF- κ B signaling pathways. *Journal of Natural Products* 78(10):2452-2460.
 23. Mori, K., Y. Obara, M. Hirota, M., Y. Azumi, S. Kinugasa, S. Inatomi, and N. Nakahata. 2008. Nerve growth factor-inducing activity of *Hericium erinaceus* in 1321N1 humanastrocytoma cells. *Biological and Pharmaceutical Bulletin* 31(9): 1727-1732.
 24. Shimbo, M., H. Kawagishi, and H. Yokogoshi. 2005. Erinacine A increases catecholamine and nerve growth factor content in the central nervous system of rats. *Nutrition Research* 25(6):617-623.
 25. Shu, C. H., H. J. Wu, Y. H. Ko, W. H. Lin, R. Jasiwal. 2016. Effects of red light and addition of monoterpenes and tangerine oil on the production of biomass and triterpenoids of *Antrodia cinnamomea* in submerged cultures. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers* 67:140-147.
 26. Tsai, M. Y., Y. C. Hung, Y. H. Chen, Y. C. Huang, C. W. Kao, Y. L. Su, H. H. Chiu, K. M. Rau. 2016. A preliminary randomised controlled study of short-term *Antrodia cinnamomea* treatment combined with chemotherapy for patients with advanced cancer. *BMC Complementary*

and *Alternative Medicine* 16:322. (<https://dx.doi.org/10.1186/s12906-016-1312-9>)

27. Tzeng, T. T., C. C. Chen, L. Y. Lee, W. P. Chen, C. K. Lu, C. C. Chien, F. C. Y. Huang, C. C. Chen, and Y. J. Shaio. 2016. Erinacine A-enriched *Hericium erinaceus* mycelium ameliorates Alzheimer's disease-related pathologies in APPswe/PS1dE9 transgenic mice. *Journal of Biomedical Science* 23(1):49. (<https://dx.doi.org/10.1186/s12929-016-0266-z>)
28. Villaume, M. T., E. Sella, G. Saul, R. M. Borzilleri, J. Fagnoli, K. A. Johnston, H. Zhang, M. P. Fereshteh, T. G. M. Dhar, and P. S. Baran. 2015. Antroquinonol A: scalable synthesis and preclinical biology of a phase 2 drug candidate. *ACS Central Science* 2(1):27-31.
29. Chang C. W, Y. S. Chen, and C.C. Chen, I. O. Chan, C. C. Chen, S. J. Sheu, T. W. Lin, S. H. Chou, C. J. Liu, T. C. Lee, and J. F. Lo. 2016. Targeting cancer initiating cells by promoting cell differentiation and restoring chemosensitivity via dual inactivation of STAT3 and src activity using an active component of *Antrodia cinnamomea* mycelia. *Oncotarget*.

表一、從巴西蘑菇子實體，菌絲體及培養濾液所得多糖體的抗腫瘤活性的比較(Sarcoma 180，固型癌/小白鼠，ip 法)

多 糖 體	投予量 (mg/kg/日)	腫瘤抑制率* (%)	腫瘤完全退縮率* (隻數)
對照(生理食鹽水)	0.25ml*10	0	0/68
子實體 ABP	1*10	80.7	10/16
	10*10	93.6	6/10
	10*10	100	10/10
菌絲體 ATOM	0.5*10	52.6	0/10
	5*10	99.5	11/11
	20*10	98.2	10/11
併用 ATOM+5-FU	10*6	72.5	3/10
培養濾液 AB-FP	5*11	99.7	11/11
	20*11	99.3	11/11

5-FU：flurouracil

註：在腫瘤移植後第 28 日或 35 日測定。

摘自水野卓&川合正允著之菇類的化學生化學

表二、以蟬蛻代替蟬花入藥的傳統方劑

方劑	年代	處方
蟬花無 比散	宋朝 《太平惠民和劑 局方》	蟬蛻, 蛇蛻, 羌活, 當歸, 川芎, 石決明, 防 風, 蒼術, 茯苓, 赤芍, 炙甘草, 白蒺藜
萬應蟬 花散	元末明初 《元機啟微》	蟬蛻、石決明、當歸、防風、川芎、赤芍、 羌活、蒼術、甘草
蟬花五 味散	現代	蟬退、天冬、麥冬、女貞子、白術、當歸、 白芍、杏仁、菊花、黃耆、枸杞子、何首烏、 五味子、甘草等

表三、蟬花治眼疾之古籍

朝代	作者	書名	記載內容
唐	孫思邈	《銀海精微》 [卷上] 花翳白陷	人之患眼生翳如蘿蔔花，或魚鱗子，入陷如碎米者，此肝經熱毒入腦，致眼中忽然腫痛，赤澀淚出不明，頭痛鼻塞，乃是肝風熱極，腦中風熱極致使然也。宜服瀉肝散，加味修肝散主之。 蟬花散 蟬蛻、菊花、蒺藜、蔓荊子、草決明、車前子、防風、黃芩、甘草上等分。水煎服。
唐	孫思邈	《銀海精微》 [卷下]	胞腫如桃，可服蟬花散
宋代	姚寬	《西溪叢語》卷下	「成都有草名蟬花，今有乾者，視之，乃蟬額裂面抽莖，上有花，善治目疾。」
宋	陳承	《太平惠民和劑局方》	「蟬花無比散」，專治急性結膜炎、慢性眼瞼炎、慢性淚囊炎及翼狀胬肉等。
宋	陳承	《太平惠民和劑局方》 卷之七〔寶慶新增方〕	「蟬花散」 治肝經蘊熱，風毒之氣內搏，上攻眼目，翳膜遮睛，赤腫疼痛，昏暗視物不明開，多生眵淚，內外障眼。
宋	楊倓	《楊氏家藏方》 [卷第十一眼目方二十八道]	「蟬花散」 治肝經蘊積風毒，上攻眼目，腫痛昏暗。或生翳膜，視物不明。
元末明初	江蘇名醫倪維德	《元機啟微》卷下	「萬應蟬花散」其藥方包括蟬蛻、羌活、防風、當歸、川芎、赤藥等，諸藥合用再配合局部熏洗，內服外用。主治各種眼疾，口乾舌苔，眵多羞澀。
元末明初	江蘇名醫倪維德	《元機啟微》卷下	「蟬花明目方」 主治眼目脹痛、羞明(畏光)、黑眼、眼前有星點等疾患。

明朝	李時珍	《本草綱目》	記載其性寒、味甘、無毒，曬乾後可入藥，有散風熱、鎮驚、明目、退翳障、透疹之功效。主治小兒天吊、驚癇、心悸、夜啼。 「蟬花功同蟬蛻，又止瘡疾。」 「小兒天吊，驚癇瘰癧，夜啼心悸。」
明朝	張介賓	《景岳全書》	「蟬花散」：治肝經風熱，毒瓦斯上攻，眼目赤痛，及一切內外翳障。
明朝	張介賓	《景岳全書》 [卷之二十七必集· 雜證謨眼目] 論治 (共六條)	翳障遮睛，凡火有未清者，宜蟬花散
明 成化六 年	董宿 西元 1470 年	《奇效良方》[瘡 診論卷之六十五 論瘡疽初出證第 一] 論雜病第四	翳障不見光明者，蟬花散為良。
清朝	陶承熹	《惠直堂經驗方》 卷二 眼目門	「蟬花無比丸」：治大人小兒。遠近風眼氣眼。臉上風疹痛。癢。翳膜侵睛。頭風牽搐。兩目漸赤爛。或白睛帶青。黑珠帶白。黑白之間。赤環如帶。謂之抱輪紅瘡。視物如霧。或口乾舌苦。淚多羞澀。及小兒痘疹眼病並效。
清	程國彭	《醫學心悟》[卷 四目]	「蟬花無比散」：通治男婦小兒，遠近目疾，赤腫脹痛，或目胞風粟癢痛，或翳膜遮睛，或眼眶赤爛，或驚睛肉，或瞳人突出，或拳毛倒睫，小兒痘疹風眼，並皆治之，其應如響。
清	鄧苑	《一草亭目科全 書》 [附刻薛氏選 方] 蟬花散	治肝經蘊熱，毒瓦斯上攻，眼目赤腫，多淚羞明，一切風熱昏翳。
現代	張宗祥	《本草簡要方》 [卷之七蟲部] 蟬	主治：散上焦風熱、頭風眩暈、目昏障翳、喉風、喉痹、白喉、小兒驚癇壯熱、破傷風、

		蛻	疔腫毒瘡、大人失音、婦人生子不下。蟬花（蟬之一種）主治：小兒天吊驚癇、夜啼、心悸，功效略同蟬蛻。
--	--	---	--

延緩衰老功能性驗證平台與機能性菇類研究評估

王銘富¹、陳英茹²、陳美杏³

¹ 靜宜大學食品營養系、國際加齡產業研究發展中心。特聘教授。電子郵件：mfwang@pu.edu.tw；傳真：04-26530006

² 靜宜大學食品營養系。助理教授。

³ 農業試驗所植物病理組

摘 要

隨著醫療科技之進步，民生保健意識抬頭，現代人對健康觀念亦越來越重視下，台灣食品產業朝向以優質、具健康特色等利基開發兼具美味與健康概念的食品。老齡化社會及出生率降低影響台灣人口結構呈現快速老化的趨勢，延緩衰老及銀髮相關健康照護產業成為最具發展潛力的新領域。阿茲海默症、老年失智症等為常見之腦部退化性疾病，透過營養科學角度探討健康食品素材對延緩衰老及改善學習能力退化，為目前世人所關注的健康課題。延緩衰老驗證平台採用國際認可之老化模型動物，老化促進小鼠(senescence accelerated mice; SAMP8)進行相關研究。透過行為活動力、老化指數、主動及被動學習記憶測試、血液生化分析、老化生物活性指標測定、抗氧化生化指標測定、腦部病理判讀及存活期試驗等驗證，可協助業者開發具市場競爭力的多元化保健食品。國內菇類產業蓬勃發展，本研究以香菇、猴頭菇、桑黃、靈芝等進行一系列延緩衰老及學習記憶能力之相關研究探討。未來可研發具有調節人體生理功能、適合食用的保健營養品，以提高國產農特產品的新價值鏈。

關鍵字：延緩衰老、學習記憶、老化促進小鼠、保健食品素材

緒 言

隨著社會進步、醫藥發達，出生率及死亡率逐年降低，加上國人平均壽命的延長，台灣老年人口的比例正亦隨著逐年增加，2018 年，台灣 65 歲以上老年人口比率將達 14.36%，正式邁入國際慣稱的「高齡社會」；到了 2025 年，台灣更將走入每 4 到 5 人當中就有一位老人的「超高齡社會」，顯示台灣高齡化速度來得又急又快。調查顯示，「身體健康」為國內 65 歲以上老人對於未來最為擔心的問題，其次是「經濟來源」及生病時的「照顧問題」，顯示出目前老人最重要的需求為健康與經濟。因此相對地，銀髮族相關產品與服務需求將湧現。例如：健康養生、老人用品、老人醫療照顧與安養等，將是未來極具市場潛力的新興產業。

台灣農特產品向來具有品質優良之國際聲譽，而隨著生活水準日漸提高，消費者除了要求口感、優質及安全之外，更期望具有保健營養等功能。觀察國內近年來保健食品市場的年成長率約為 9%，整體產值亦高達 681 億元。因此面對高齡社會的來臨，以及慢性病管理與預防觀點的健康管理需求，行政院農委會提出了抗老化、抗憂鬱、視力保健、抗代謝症候群及外用產品五大範疇之農特產品機能性及保健功效新興計畫。目前台灣健康食品共有十三項保健功效，其中延緩衰老更是亞洲地區台灣獨有的保健功能，透過老化狀態、學習記憶、體內抗氧化能力與腦部病理觀測等驗證，開發延緩老化保健食品素材。

國內菇類產業蓬勃發展，依據農糧署的統計，民國 102 年鮮菇的總產量達 146541 公噸，年產值超過 120 億元。菇類除了作為餐桌上的食物之外，還富含多醣體、三萜類、腺苷、麥角固醇、多酚化合物等功效成分，對於抗氧化、抗發炎與修復神經元細胞具有良好功效，過去在傳統醫學上，菇類一直被當作養生保健的聖品。近年來菇菌類保健食品在台灣在接受度逐漸提高，在健康食品認證方面也逐年提高，該類型之產品劑型最多為膠囊，價格比一般市面上子實體便宜，符合一般民眾需求，因此要如何才能擴大產品供應鏈及價值鏈，提高該類型之保健食品整體產值，尤其以相關性功能評估驗證，成為目前重要之課題。

老化與學習記憶

老化現象是一種普遍性(universal)、進行性(progressive)、累積性(cumulative)及傷害性(deleterious)之內外因素所引發之分子、細胞及系統方面的效應改變。年齡是多疾病主要的危險因子，例如：糖尿病、癌症、各種退化性疾病，包括阿茲海默症(Alzheimer's disease)、杭丁頓氏舞蹈症(Huntington's disease)及帕金森氏症(Parkinson's disease)。隨著年齡造成的生理功能衰退，有兩種情形，一為純粹與年齡增長有關之功能衰退(age-related physiologic deterioration)，另一為出現伴隨年齡增長之疾病(age-associated disease)，但兩者往往共同存在。

關於老化的原因，迄今已提出的學說和意見不勝枚舉。其中最具信賴性的學說為自由基學說(free radical theory)。一旦體內自由基的數量超出人體天然防禦的範圍，造成氧化壓力(oxidative stress)，則各種疾病與老化便接踵而至。因此，當自由基形成後就會造成連鎖反應，促使細胞物質氧化，造成過氧化物的堆積，進而破壞體內細胞，使生理功能逐漸消失，產生疾病。若能增加生物體內抗氧化防禦系統，分解活性氧物質，則能減少細胞傷害，延緩生物體的衰老與死亡。

隨著增齡，大腦會出現生理性老化或病理性功能衰退，存在著智力減退，尤其是知覺整合能力、近事記憶力、思維敏捷度等減退明顯，臨床上表現出健忘、反應遲鈍、動作不協調等症狀，甚至喪失社會活動能力，生活不能自理。衛福部調查顯示，台灣 65 歲以上老人中輕微認知障礙(Mild cognitive impairment, MCI)佔 18.58%；失智症人口佔 8.09%。流行病學調查亦表示，年紀愈大失智症盛行率愈高，且有每五歲盛行率即倍增之趨勢。伴隨著高齡人口數攀升，如何維護高齡生活的品質與尊嚴，保持健康體態與認知能力，是目前人類要共同面對的新課題，因此延緩老化的相關研究刻不容緩。



圖一、老化促進小鼠之照片(左圖：老化指數低；右圖：老化指數高)

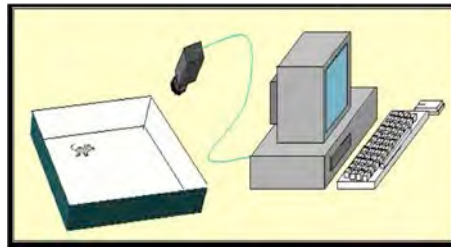
Fig. 1. Senescence-accelerated mice, SAMP8

延緩衰老功能性驗證平台

一、實驗動物模型介紹

進行延緩衰老評估需選用適合之老化動物作為實驗動物模式，一般可選用長期飼養至老化年齡的老齡動物模式、基因遺傳型老化動物模式、誘導型老化動物模式。

老化促進小鼠(senescence-accelerated mice, SAMP8)為國際認可之基因遺傳型老化動物模式，係由日本京都大學以 AKR/J 系小鼠採同胞兄妹互相交配繁殖，培育出來之加速老化動物模型。其主要老化特徵包括生命期短(10~17 個月)、外觀毛色缺乏光澤且粗糙、毛髮脫落、活動力降低、眼睛周圍發炎及脊椎彎曲等(圖一)。因 SAMP8 體內粒線體功能異常及高度氧化壓力狀態，進而引起學習及記憶能力缺損和快速老化的特性，且腦部會產生大量的類澱粉前驅蛋白(amyloid precursor protein, APP)與類澱粉蛋白(β -amyloid protein, A β)，被認為是研究阿茲海默症的良好動物模式，亦適合探討老化現象、學習記憶能力及體內生理變化等多方面之議題。



圖二、活動量裝置圖示

Fig. 2. The apparatus of open field activity test system.

二、老化外觀的評估—老化指數評估法(aging score)

老化指數系統是為了評估老化促進小鼠的衰老程度而制定的，評估 8 個與老化有關的特徵項目，包括有行為(behavior)方面：探索反應(reactivity)及逃避反應(passivity)；外表方面(appearance)方面：毛髮光澤度(glossiness)、粗糙度(coarseness)、毛髮稀疏脫落程度(hair loss)及皮膚潰瘍狀態(skin ulcer)；眼睛周圍紅腫發炎程度；脊柱前後彎曲程度(lordokyphosis)。每一個項目分為 5 等級計分(grades)，每一個項目的等級均有清楚的定義明列，並且根據

動物本身的老化強度(intensity)來區分的。老化等級與發生率及老化指數的總分，會伴隨年齡的增長而增加。

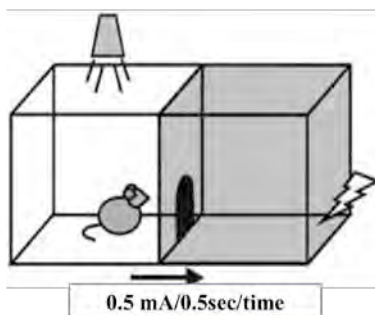
三、活動量測定法(open field activity test)

由於學習記憶測試法為平面移動之行為表現，因此監測平面移動量目的在了解小鼠平面步態移動之情形，作為活動量是否異常之評估依據。將小鼠放置於箱型裝置之正中央(圖二)，並在光線微弱且寂靜的環境下進行測試，紀錄下小鼠每 5 分鐘內的活動情形(locomotion; sec / 5 mins)。

四、學習及記憶能力測定

(一)單次被動迴避試驗(single-trial passive avoidance test)

藉由古典制約原理及小鼠趨暗之特性，判定試驗素材對小鼠學習記憶能力之影響。採用專屬之 shuttle cage，分成明室及暗室，其中央有一小閘門相隔並可相通，箱底設有間隔 1 cm 平行排列的金屬桿，並接上電流器(圖三)。測試時先將小鼠置於明室且打開閘門，使其自由探索，若小鼠進入暗室，隨即關上閘門並給予 0.5 微安培 0.5 秒之電擊(shock)，此為學習訓練。完成訓練後之 24 小時、48 小時及 72 小時的記憶能力，測試時採同樣方法操作，但此時不再給予任何電擊，記錄其在明室中滯留的時間，每次測試時間最大期限為 180 秒。滯留明室的時間越長，表示小鼠記憶能力越佳。



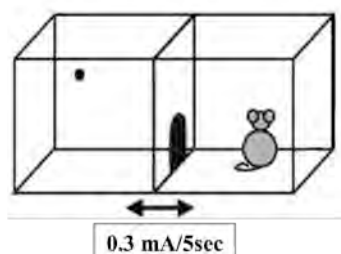
圖三、單次被動迴避試驗裝置圖示

Fig. 3. The apparatus of single-trial passive avoidance test.

(二)主動迴避試驗(active shuttle avoidance test)

藉由古典制約原理及小鼠厭惡聲光刺激之特性，判定試驗素材對

小鼠學習記憶能力之影響。建議於活動量試驗後，才進行主動迴避試驗。採用專屬之 shuttle cage，分成兩個箱室，其中央有一小閘門相隔並可相通，箱底設有接上點流器之間隔 1 cm 平行排列的金屬桿，實驗流程全由電腦程式設計控制時間、聲光及電擊(圖四)。先給予小鼠 10 秒鐘的光及聲音的刺激 (conditioned stimulus; CS)，若小鼠無迴避 CS 之反應，系統則給予電擊(unconditioned stimulus; UCS)；若小鼠迴避了 CS，則不給予電擊。試驗動物將接受連續 4 天，每天 4 次，每次 5 回的 CS/UCS 測試。此測試探討於 CS 系統下迴避反應的次數，判定小鼠學習記憶能力之影響。



圖四、主動迴避試驗裝置圖示

Fig. 4. The apparatus of active shuttle avoidance test.

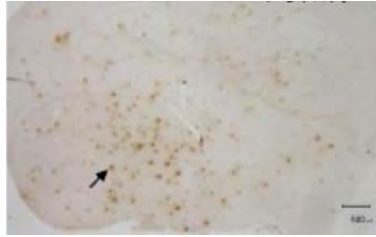
五、抗氧化能力測定

細胞會利用氧分子作為能量的來源，但為了避免活性氧物質對細胞造成氧化傷害，而產生了一套抗氧化防禦機制來保護自己，這套抗氧化防禦系統包括酵素性及非酵素性防禦系統。酵素系統包含了超氧歧化酶 (superoxide dismutase, SOD)、觸酶(catalase)、谷胱甘肽過氧化酶(glutathione peroxidase, GPx)等。藉由測定體內相關抗氧化酵素活性及等相關氧化指標及 8 羥基-2'-去氧鳥嘌呤核苷 (8-hydroxy-2'- deoxyguanosine, 8-OHdG)、氧化修飾後蛋白羰基功能基含量、腦內多巴胺含量等生物指標分析，來評定體內的抗氧化及抗衰老的狀態。

六、腦部病理組織測定法

隨著老化所引發之老年失智(senile dementia)為當前備受關注，類澱粉蛋白(β -amyloid protein, A β)是形成阿茲海默症的危險因子之一，A β 會在大腦皮質及海馬迴中過度分泌且大量堆積，導致神經元損傷產生老年斑塊及

神經糾結的現象，此為阿茲海默症之病理特徵(Flood *et al.*, 1991)。A β 於腦部中快速沈積，會導致記憶學習與行為認知的降低與不足。可藉由腦部病理切片進一步評估實驗動物腦部海馬迴組織中之 A β 沈積情形，褐色斑塊為經免疫染色後的 A β (圖五)。受試物若明顯降低海馬迴組織中 A β 沈積，表示改善阿茲海默症效果顯著。



圖五、腦部免疫染色之 A β 病理切片(箭頭處為 A β 之蓄積)

Fig. 5. The β -amyloid deposits in the brain.

七、存活期試驗

小鼠 6 月齡開始進行實驗，每天觀察及紀錄死亡月齡，直至全部自然死亡。實驗結果比較試驗組與對照組的平均壽命和最高壽命，畫出生存曲線圖，計算半數動物死亡的天數。

菇類與延緩衰老保健食品的開發

由於生活品質不斷提升，人類對延緩老化的需求是共同了心聲。透過健康照護，固然可以延長醫療的成效，但最根本的就是透過食療方式獲得更好的健康條件，各國科學家也陸續開發能延緩衰老的各種保健食材。舉凡具特定成分，能調節生理機能之食品皆稱為保健食品，包括特殊營養食品、機能性食品、膳食補充食品及健康食品。

自 20 世紀初期，日本人將香菇栽種技術引進台灣後，隨即開啟了發展菇類的產業，除了歸功於得天獨厚的菇草生長氣候，農民們勤奮的栽培亦功不可沒，再加上政府機關輔導相助，於 1950 年成功栽培自美國引入的菇類菌種，我國的菇類產業即進入另外一個新的時代，並具有「菇類王國」的美譽。。

菇類含有人體必需胺基酸、礦物質、維生素 B 群、維生素 D、低脂肪

且富含膳食纖維是現今最流行的保健食品。隨著菇類的開發與深入研究，菇類食品與人體健康密切關係越來越受到人們的關注。因此，對於菇類所具生理活性物質的功能及特性，已成為新興的研究重點。

靈芝自古為我國傳統醫學中滋補強壯、扶正固本的珍貴藥材，並有久食輕身不老的記載。文獻指出靈芝具有抑制腫瘤生長 (Liu *et al.*, 2012)、免疫調節作用及提升抗氧化與清除活性氧物種的能力(Pan *et al.*, 2013)，另有研究發現，靈芝能促進神經祖原細胞增殖及分化的活性並可延長果蠅壽命(蔡 1998)。因此，靈芝在抗老化作用更進一步的被證實。

此外，本研究室也與行政院農業委員會農業試驗所合作，利用在地生產的香菇、猴頭菇及桑黃進行具延緩衰老的菇類保健機能性產品之開發。

香菇屬真菌類，為食用菌類孢子植物，由於味道鮮美、營養豐富，並能藥食兩用，所以又有"菇中之秀，菌中之王"美稱。由香菇菌絲體產生的 α -葡聚糖 (Active Hexose Correlated Compound, AHCC)在許多癌症中顯示出正面的效果(Hangai *et al.*, 2013)，能活化巨噬細胞、T細胞，促進抗體的產生。另外，從香菇子實體分離出一種降血清膽固醇物質 lentinacin，能加速膽固醇之排出及代謝分解(Coates *et al.*, 2005)。

猴頭菇的生理活性包含抗菌、抗腫瘤活性、抗氧化、免疫調節，等功能，近年來猴頭菇與神經系統、認知障礙有密切地研究。猴頭菇具有能夠刺激神經生長因子 (NGF) 的能力(Kawagishi *et al.*,1996) 又被稱為「大自然的神經元營養素」。在動物實驗中，給予大鼠猴頭菇水草物能快速恢復神經損傷，促進早期階段的神經再生(Lai *et al.*, 2013)。

桑黃是一種傳統使用的藥用真菌，中國使用的菌種為 *Phellinus igniarius* 或 *Phellinus baumii*，日本、韓國使用的菌種為 *Phellinus linteus*，雖然這些菌株的子實體外觀相似，但是菌種不同，生理活性也可能有所差異。桑黃主要的活性成分是多醣與 hispidin 類的多酚化合物，研究顯示桑黃具有抑制腫瘤細胞生長、調節免疫、清除自由基(Yuan *et al.*, 2009)等生理活性。

經初步研究顯示，以小鼠巨噬細胞株 RAW264.7 為模式進行抗發炎評估，猴頭菇和桑黃具有降低細胞中促發炎細胞激素及一氧化氮的生成能力，並抑制脂多醣(Lipopolysaccharides, LPS)刺激後 cyclooxygenase-2 (COX-2)發炎蛋白的表現。以 H_2O_2 誘導氧化損傷之 PC12 神經細胞進行神經保護活性評估，桑黃能降低活性氧自由基，減少 H_2O_2 造成的 DNA 損傷，並增加細

胞內抗氧化物質，對於 H₂O₂ 誘發 PC12 細胞損傷有神經保護的功能。綜合上述，猴頭菇及桑黃具有較佳的抗發炎作用，桑黃之神經保護效果最好，此成果可進一步的透過動物實驗進行延緩衰老及改善學習記憶能力驗證評估，作為延緩衰老健康食品開發之依據。

結 語

食品已從單純提供人類營養機能及美味可口機能，進一步發展成具人體健康之調節機能，可以提供改善防禦功能、調節體能、延緩老化、預防疾病、回復疾病等功能。面臨人口結構高齡化，我國各行政體系及醫學研究機構日漸重視老化相關議題。因此藉由營養科學的角度，建立了延緩衰老之健康食品素材驗證平台，提供延緩衰老及改善學習能力退化之保健功效，開發更多種有益健康的機能成分，增加食品更多對健康有益的訴求功能，使得能在平均餘命不變下，能壓縮疾病期或臥床時間，積極的提升老年期健康生活品質，降低政府對因老化所衍生健康保險及社會成本的負擔與壓力，同時也為食品生技相關產業提供了升級的空間。

引用文獻

1. 2014 年食品產業年鑑。2014。食品工業發展研究所
2. 內政部主計處。國民生命表。
3. 衛生福利部統計處。臺閩地區老人狀況調查分析報告。
4. 蔡勝發。1998。中藥靈芝抗老化及抗癌作用之研究。國立陽明大學生物藥學研究所碩士論文。
5. Coates P. M., P. M. Coates, M. Blackman, M. R. Blackman, G. M. Cragg, M. Levine, J. D. White, J. Moss, and M. A. Levine, 2005. Shiitake (*Lentinus edodes*), S. P. Wasser. Encyclopedia of Dietary Supplements.
6. Flood, J. F., J. E. Morley, and E. Roberts. 1991. Amnestic effects in mice of four synthetic peptides homologous to amyloid beta protein from patients with Alzheimer disease. Proc. Natl. Acad. Sci. U S A. 88:3363-66.
7. Hangai S., S. Iwase, T. Kawaguchi, Y. Kogure, T. Miyaji, T. Matsunaga, Y. Nagumo, and T. Yamaguchi. 2013. Effect of active hexose-correlated

- compound in women receiving adjuvant chemotherapy for breast cancer: a retrospective study. *J. Altern Complement Med.* 19:905-10.
8. Kawagishi, H., A. Shimada, S. Hosokawa, H. Mori, H. Sakamoto, Y. Ishiguro, S. Sakemi, J. Bordner, N. Kojima, and S. Furukawa. 1996. Erinacines E, F, and G, Stimulators of nerve growth factor (NGF)-synthesis, from the mycelia of *Hericium erinaceum*. *Tetra. Lett.* 37:7399-402.
 9. Lai, P. L., M. Naidu, V. Sabaratnam, K. H. Wong, R. P. David, U. R. Kuppusamy, N. Abdullah, and S. N. Malek. 2013. Neurotrophic properties of the Lion's mane medicinal mushroom, *Hericium erinaceus* (Higher Basidiomycetes) from Malaysia. *Int. J. Med. Mushrooms* 15:539-54.
 10. Liu, Y. J., J. Shen, Y. M. Xia, J. Zhang, and H. S. Park 2012. The polysaccharides from *Ganoderma lucidum*: Are they always inhibitors on human hepatocarcinoma cells? *Carbohydr Polym.* 90:1210-5.
 11. Pan, K, Q. Jiang, G. Liu, X. Miao, and D. Zhong 2013. Optimization extraction of *Ganoderma lucidum* polysaccharides and its immunity and antioxidant activities. *Int. J. Biol. Macromol.* 55:301-6.
 12. Yuan, C, X. Huang, L. Cheng, Y. Bu, G. Liu, F. Yi, Z. Yang, and F. Song 2009. Evaluation of antioxidant and immune activity of *Phellinus ribis* glucan in mice. *Food Chem.* 115:581-4.

菇類機能性成分與產品開發

楊淑惠¹、楊惠婷²、廖俊旺³、陳宜嫻⁴

¹ 行政院農業委員會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所。副研究員兼主任。電子郵件：debbie@fthses-tari.gov.tw；傳真：07-7315590

² 中國醫藥大學營養學系副教授

³ 中興大學獸醫病理生物學研究所教授

⁴ 靜宜大學化妝品科學系副教授

摘 要

銀耳萃取物銀耳多醣為天然高分子聚合物，具有保濕及抗發炎之特性。應用為化妝品保濕劑，可減少皮膚水份散失；製成創傷敷料醫材，可促進創口癒合；高保水力也可應用為便秘改善劑，增加糞便含水量，減少盲腸內容物產氣莢膜梭菌菌數。木耳萃取物含有木耳多酚、麥角固醇及維生素D₂，具多項機能性，如改善卵巢切除大鼠血脂、血糖代謝及增加骨質密度；減少實驗動物靜止不動的時間，顯著增加於水中激烈掙扎的時間，同時降低血液中 n-6/n-3 脂肪酸比例，推測可藉由降低發炎反應，達到有效改善類似憂鬱症動物行為。菇類胺基酸含量豐富，開發之菇類胺基酸複方，含抗疲勞保健食品的有效成分總支鏈胺基酸及完整必須胺基酸，可應用為運動補充品。

關鍵詞：銀耳、銀耳多醣、木耳、木耳多酚、菇菌類、胺基酸

緒 言

國內菇菌類產品品質優良、產量平穩，唯鮮品食用量，淡旺季消費量

差異大，產品價格也隨之波動，又菇類加工品創新力不足，消費者購買意願不高，無法達到舒緩產量過剩之需求，嚴重影響菇農收益。農試所投入菇蕈產品的加值研發，期待能為菇蕈產業找出創新的價值。

銀耳 (*Tremella fuciformis* Berk)

銀耳，俗稱白木耳 (white jelly fungi)，屬真菌中擔子菌 (basidiomycetes)，銀耳科 (Tremellaceae)；可食用部份為子實體。古籍記載，銀耳性味甘、平，具有滋陰潤肺、養胃生津之功效，自古以來被人們視為延年益壽的藥膳珍品。銀耳多醣屬於酸性異質多醣體 (acidic heteropolysaccharide)。

一、天然保濕劑

銀耳萃取物，銀耳多醣分子量為 1,600-2,000 KDa。安全性試驗顯示，銀耳多醣不會抑制 STO 小鼠胎體層纖維細胞正常生長，如表一所示。經連續 14 天長期培養對其膠原蛋白生合成有部份促進效果。銀耳多醣不會導致 L929 細胞變形，無細胞毒性；對供試動物皮膚刺激指數為零，表示對皮膚無刺激性。表二所示為銀耳多醣塗抹於人體皮膚經 180 分鐘的保濕功效評估，結果顯示銀耳多醣溶液能提高正常皮膚角質層 35-56% 的含水率，可提高乾燥皮膚角質層 20-44% 含水率，故銀耳多醣為安全之天然保濕原料，且無刺激性。銀耳多醣 (圖一) 為天然植物性保濕劑，能廣泛應用於有保濕需求的化妝產品中，並可部分取代玻尿酸，添加於美容保養之精華液、乳液眼霜、隔離霜、粉底液等產品，如圖二所示。

二、生物可分解創傷敷料

天然多醣高分子材料，具有良好的生物可分解性與生物相容性，已有商業型敷料於臨床應用。萃取自銀耳子實體的天然高分子聚合物-銀耳多醣，具有保濕及抗發炎之特性。本研究以矽酸鈣鹽不織布為陰性對照組，市售敷料 Kaltostat[®] dressing 為陽性對照組，銀耳多醣不織布為試驗組如圖三所示。分析皮膚創口面積結果如表三所示，在術後第 14 天陽性對照組敷料與銀耳多醣敷料組，創口癒合面積 90-93% 均顯著大於陰性對照組 (Alg-NC) 80% ($p < 0.05$)。

三、便秘改善劑

銀耳多醣具強大保水力及物理特性。本研究以每日 2 次皮下注射藥物 2 mg/kg Loperamide 誘導大鼠腸蠕動降低而導致便秘症狀發生為負控制組，並同時給予體重 1%或 5%銀耳多醣粉末，添加於粉狀飼料為實驗組，另以皮下注射生理食鹽水為正控制組，實驗時間共 14 天，以評估在飲食中添加銀耳多醣對於大鼠便秘症狀的改善情形及盲腸菌相。結果顯示，大鼠在給藥後給予 1%或 5%銀耳多醣，其排糞量、糞便總乾重及糞便含水量 (如表四所示)，與負對照組相比具有顯著性增加。盲腸內容物菌調查顯示，實驗組的產氣莢膜梭菌菌數顯著低於負向對照組。綜合以上評估，銀耳多醣飲食具有改善 Loperamide 藥物誘導大鼠便秘症狀作用，對人體亦可能有潛在的改善功效。

木耳 (*Auricularia polytricha*)

毛木耳是真菌木耳屬 (*Auricularia* spp.)，其子實體含豐富的蛋白質、纖維素、維生素 B 群及鈣、磷、銅等元素。毛木耳有補氣益肺、活氣止血的功能，可用於氣虛血虧、肺虛咳嗽、高血壓及血管硬化等疾病的治療。研究也證實毛木耳具有多方面的藥理作用，如緩和動脈粥狀硬化、激活巨噬細胞、增強機體免疫功能及降低血液凝塊、抑制血栓形成等功能。木耳萃取物含有木耳多酚、麥角固醇及維生素 D₂ 等多項機能性成分，可應用為更年期之保健品-青春飲產品圖 5。

一、改善血脂血糖代謝及骨質密度

「更年期」為女性自正常的卵巢功能逐漸衰退至不具功能的過渡期，這期間因為體內雌激素 (estrogen) 的驟然下降，可能引起身體上許多不適，包括脂蛋白脂解酶活性改變，心臟血管疾病與血管疾病發生率增加，及和這些症狀相關的血液生化值變化:總膽固醇、低密度脂蛋白膽固醇及三酸甘油酯值明顯高於停經前，另也會發生血中鈣含量不足、骨密度急遽下降 (Brenner 1982) 等。本研究將 Sprague Dawley 雌鼠經卵巢切除 (OVX) 後分成 4 組，正常飼料組及給予 0、0.125、0.25 及 0.5 g/kg 木耳萃取物組。研究顯示給予 OVX 大鼠木耳萃取物，可以增加血液的高密度脂蛋白膽固醇濃度，降低血液低密度脂蛋白膽固醇濃度及三酸甘油酯濃度、並可降低空

腹血糖濃度及肝臟轉胺酶活性(表五)。OVX 大鼠的骨骼密度與木耳萃取物攝食有相關性(圖六)。初期研究顯示，攝食木耳萃取物可以改善卵巢切除大鼠血脂、血糖代謝及增加骨質密度。

二、改善婦女更年期憂鬱情緒

憂鬱情緒是婦女更年期常見臨床症狀之一。本研究利用卵巢切除之更年期動物模式來探討毛木耳萃取物如何影響動物類似憂鬱症之行為表現。本實驗使用 Sprague Dawley 雌鼠經卵巢切除，給於不同劑量之毛木耳萃取物，實驗期間進行飲食控制，為期 8 週。結果發現，在游水試驗中給予高劑量毛木耳萃取物可以減少實驗動物靜止不動的時間，而顯著增加於水中激烈掙扎的時間(表六)，同時降低血液中 n-6/n-3 脂肪酸比例，推測可能藉由降低發炎反應，達到有效改善類似憂鬱症動物行為。

菇類胺基酸

全台灣現在有 200 多萬路跑人口，且持續成長中；再加上自行車人口估計已破百萬。隨著運動人口數的增加，運動飲料銷售量大幅提升。隨著近年消費者健康意識提升，運動飲料也走健康補給風。

研究顯示，運動前和運動期間給予支鏈胺基酸補充，可避免中樞疲勞，改善耐力運動的表現 (溫 1997；林 2010；Campos-Ferraz *et al.*, 2013；Monteiro *et al.*, 2009；Choi *et al.*, 2013)。截至 2013 年 4 月為止，經衛生署食品藥物管理局核可的抗疲勞功能保健食品，共 8 項主要產品為：雞精、冬蟲夏草菌絲體粉末膠囊、人蔘及蜆精。有關抗疲勞保健食品的有效成分為：總支鏈胺基酸(白胺酸、異白胺酸、纈胺酸)、腺苷和甘露醇、人蔘配醣體、肝醣等。(http://agbio.coa.gov.tw/information_detail.aspx?dno=41598&ito=30)。

試驗顯示菇柄及其副產物富含蛋白質、多醣及胺基酸，營養成分與菇傘成分相似，具再利用價值。研發之菇類胺基酸運動補充品配方，是以非化學萃取方式進行即可獲得游離態胺基酸，無需酵素或酸水解。菇類胺基酸運動補充品配方萃取物，含有完整的必須胺基酸，尤其是黃金比例的支鏈胺基酸，豐富天然麩胺酸、多醣體、多酚類成分及高抗氧化力 (表七、八)，製成晶凍產品，可以補充耐力運動者的體力，產品劑型方便攜帶，如

圖七。

結 語

菇蕈類品種多樣，成分種類特殊而多元，菇類多醣、多酚類、胺基酸、麥角固醇、三萜類等等，這些成分因品種、栽培季節，甚至是栽培基質不同，含量會有多寡的差異。研究菇蕈類產品的機能性成分，以科學數據證實其功效性及可利用性，開發多樣性高附加價值產品，有助於支持國內菇蕈類產業永續發展。

引用文獻

1. 溫鑫華。1997。補充支鏈胺基酸及天門冬胺酸對耐力型運動員之運動表現之影響。輔仁大學／食品營養學系碩士論文. pp.88。
2. 楊淑惠、楊鎮榮、陳宜嫻。2007。銀耳多醣應用為皮膚保養原料之活體外及活體內評估。台灣農業研究 56(2):143-151。
3. 林芷筠。2010。支鏈胺基酸與肌酸增補對耐力運動與瞬發力運動之貢獻。國立臺灣師範大學類發展與家庭學系碩士論文. pp.94。
4. 陳鯤兆、吳昭慧、廖俊旺、楊淑惠。2010。銀耳多醣於改善便秘之動物模式評估。台灣農業研究 59(2):126-133。
5. 陳鯤兆、吳昭慧、陳忠信、廖俊旺、楊正義、楊淑惠。2012。銀耳多醣不織布敷料於大鼠創口癒合之功效。台灣農業研究 61(1)。
6. 楊淑惠。2013。毛木耳萃取物用於改善骨質疏鬆症及憂鬱症之用途。台灣新發明專利 I411439。
7. 陳一凡。2015。補充支鏈胺基酸、精胺酸與瓜胺酸對跆拳道反應式技術表現與中樞疲勞的影響。中國文化大學／體育學系運動教練博士班論文 pp108。
8. Campos-Ferraz, P. L., T. Bozza, H. Nicastro, & A. H. Lancha. 2013. Distinct effects of leucine or a mixture of the branched-chain amino acids (leucine, isoleucine, and valine) supplementation on resistance to fatigue, and muscle and liver-glycogen degradation, in trained rats. Nutrition. 29:1388-1394.
9. Monteiro, G. A., M. S. Aoki, C. B. Santos, A. G. Monteiro, A. Russo, and I.

- C. Piçarro. 2009. Effects of branched-chain amino acid (BCAA) supplementation on endurance exercise performance of pregnant rats. *Science & Sports*. 24(2):102-107.
10. Choi, S., B. Disilvio, M. H. Fernstrom, and J. D. Fernstrom. 2013. Oral branched-chain amino acid supplements that reduce brain serotonin during exercise in rats also lower brain catecholamines. *Amino Acids* 45(5):1133-42.



圖一、銀耳多醣萃取液。



圖二、銀耳多醣系列皮膚保濕化妝品。



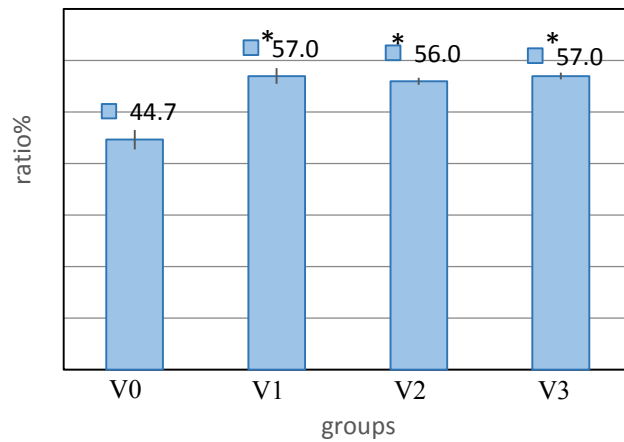
圖三、銀耳多醣不織布、多孔體及水膠。 圖四、含銀耳多醣及纖維便秘改善產品。



圖五、木耳萃取物產品-青春飲。



圖七、菇類胺基酸運動補充品-活力晶凍。



圖六、飲食中添加不同劑量的木耳萃取物對於卵巢切除雌鼠骨組織密度之影響。V0: OVX rat fed on chow diet; V1: OVX rat fed on chow diet supplemented with 0.125 g kg⁻¹ BW APE; V2: OVX rat fed on chow diet supplemented with 0.25 g kg⁻¹ BW APE; V3: OVX rat fed on chow diet supplemented with 0.5 g kg⁻¹ BW APE.

Values are presented as mean ± SEM (n=6).

表一、銀耳多醣萃取液對 STO 小鼠胎體層纖維細胞存活率之影響

Days after incubation	Polysaccharide concentration ($\mu\text{g/mL}$)					
	0 ¹	5	12.5	25	50	250
3	97.5 $\pm$ 1.0	96.0 $\pm$ 2.0	96.3 $\pm$ 2.4	96.4 $\pm$ 2.9	96.0 $\pm$ 1.5 ²	98.7 $\pm$ 0.9*
7	98.1 $\pm$ 1.1	98.0 $\pm$ 0.7	99.5 $\pm$ 0.5	98.2 $\pm$ 1.1	99.1 $\pm$ 0.9	100.0 $\pm$ 0.0*
14	94.7 $\pm$ 1.0	97.4 $\pm$ 0.6*	96.7 $\pm$ 0.9*	96.4 $\pm$ 1.2	95.4 $\pm$ 0.8	94.0 $\pm$ 1.0

¹ DMEM: Dulbecco's modified Eagle medium contain 5% FBS.

² Cell survival rate (%); Mean $\pm$ SD, n= four wells per group in a 24-well plate.

* Significant difference between the control and treated groups at $p < 0.05$.

表二、銀耳多醣萃取液塗於人體正常或乾性皮對角質層含水量之影響

Skin Type	Treatment	Treated time (min.)/Water content (%)					
		30	60	90	120	150	180
Normal	Distilled water	9.0 $\pm$ 0.0 ¹	9.0 $\pm$ 0.3	8.7 $\pm$ 0.2	8.5 $\pm$ 0.2	8.0 $\pm$ 0.3	8.0 $\pm$ 0.3
	<i>Tremella</i> polysaccharide ²	12.2 $\pm$ 0.9*	12.5 $\pm$ 0.8*	12.0 $\pm$ 0.7*	12.8 $\pm$ 0.8*	11.3 $\pm$ 1.1*	12.5 $\pm$ 0.6*
	Water content	35.6 $\pm$ 9.1 ³	38.9 $\pm$ 6.6	37.9 $\pm$ 11.0	50.6 $\pm$ 9.1	41.3 $\pm$ 9.6	56.3 $\pm$ 11.3
	Distilled water	7.8 $\pm$ 0.2	7.3 $\pm$ 0.2	7.3 $\pm$ 0.2	7.3 $\pm$ 0.3	7.2 $\pm$ 0.2	7.3 $\pm$ 0.2
Dry	<i>Tremella</i> polysaccharide ^y	9.8 $\pm$ 0.7*	10.5 $\pm$ 0.8*	9.5 $\pm$ 0.6*	9.9 $\pm$ 0.5*	9.5 $\pm$ 1.1*	9.5 $\pm$ 0.8*
	Water content	25.6 $\pm$ 9.8	43.8 $\pm$ 13.6	30.1 $\pm$ 10.2	35.6 $\pm$ 10.3	31.9 $\pm$ 17.6	30.1 $\pm$ 14.2

¹ Hydration unit: a.u. ; Mean $\pm$ S.E (n=6).

² *Tremella* polysaccharide concentration is 5%.

³ Water content (%)= 【(Test group a.u.-Contrast group a.u)/ Contrast group a.u.】 $\times$ 100

* Significant difference between the distilled water and *Tremella*-treated group at $p < 0.05$.

表三、各敷料之大鼠皮膚創口癒合面積

Days	Area (%)	Ag-NC ^z	Kal-PC	Tp-nonW
3	Residue ^y	65.9±8.7 ^w	68.2±10.3	72.7±3.3
	Healing ^x	34.1±8.7	31.8±10.3	27.3±3.3
7	Residue	41.0±13.0	30.7±5.8	44.8±6.3
	Healing	59.0±13.0	69.3±5.8	55.2±6.3
10	Residue	27.5±7.1	18.9±2.8 ^{*v}	22.0±6.3
	Healing	72.5±7.1	81.1±2.8*	78.0±6.3
14	Residue	19.7±5.7	6.7±2.8*	10.0±2.7*
	Healing	80.3±5.7	93.3±2.8*	90.0±2.7*

^z Ag-NC = Negative control group, Kal-PC = Positive control, Tp-nonW = Tremella polysaccharide dressing

^y Wound residual area (%) was calculated by the area of wound and divided with total excised area (2 cm x 2 cm) and then multiplied with 100

^x Wound healing area (%) was calculated by the total excised area minus area of wound and divided with total excised area (2 cm x 2 cm) and then multiplied with 100

^w Data was expressed as Mean ± SD (n=5)

^{*v} Significant difference between the control and treated groups at $p < 0.05$.

表四、大鼠糞便含水量

Day	C ^z	NC (%)	TPL (1%TP) (%)	TPH(5%TP) (%)
1	43.3±9.6 ^y	37.5±9.6	43.0±6.8	48.9±7.3 ^{bw}
4	41.4±9.5	37.3±4.9	41.5±7.4	50.7±12.1 ^b
7	44.8±2.8	38.3±4.9 ^{ax}	47.6±9.2 ^b	52.4±16.5 ^b
10	45.4±7.0	36.5±8.6 ^a	43.6±8.5	47.0±6.9 ^b
14	40.8±4.9	27.0±6.0 ^a	48.2±10.4 ^b	45.1±9.3 ^b

^zC=control ; NC=negative control ; TPL=Tremella polysaccharide low dose ; TPH=Tremella polysaccharide high dose :

^y Data were expressed as mean ± SD (n=8) .

^x Significant difference compared to negative control at $p < 0.05$

^w Significant difference compared to positive control at $p < 0.05$.

表五、飲食中添加不同劑量的木耳萃取物對於卵巢切除雌鼠血漿生化值之影響

Plasma parameters	V0 ^z	V1	V2	V3
Total Cholesterol (mg dL ⁻¹)	86.6 ± 6.9	92.3 ± 8.3	81.8 ± 8.1	73.7 ± 4.5
HDL-C (mg dL ⁻¹)	20.7 ± 0.7	23.5 ± 1.7	23.2 ± 1.5	25.1 ± 1.3 ^y
LDL-C (mg dL ⁻¹)	10.5 ± 0.3	11.0 ± 0.4	10.1 ± 0.3	8.8 ± 0.2 [*]
Triglyceride (mg dL ⁻¹)	60.5 ± 4.7	38.0 ± 8.3 [*]	43.0 ± 5.7 [*]	30.3 ± 0.6 [*]
AST (U L ⁻¹)	139 ± 44	87 ± 19 [*]	98 ± 11 [*]	80.0 ± 3 [*]
ALT (U L ⁻¹)	60.0 ± 5.9	41.3 ± 9.4 [*]	42.0 ± 5.6 [*]	44.7 ± 7.2 [*]
Albumin (mg dL ⁻¹)	3.7 ± 0.4	3.6 ± 0.3	3.6 ± 0.3	3.5 ± 0.2
Creatinine (mg dL ⁻¹)	0.76 ± 0.03	0.66 ± 0.04 [*]	0.67 ± 0.02 [*]	0.63 ± 0.01 [*]
BUN (mg dL ⁻¹)	20.1 ± 1.4	14.8 ± 0.7 [*]	16.1 ± 1.2 [*]	16.8 ± 0.2 [*]
Uric acid (mg dL ⁻¹)	2.2 ± 0.3	0.9 ± 0.1 [*]	1.4 ± 0.1 [*]	0.9 ± 0.1 [*]
Glucose AC(mg dL ⁻¹)	150 ± 7	123 ± 8 [*]	110 ± 8 [*]	116 ± 5 [*]

^z V0: OVX rat fed on chow diet; V1: OVX rat fed on chow diet supplemented with 0.125 g/kg BW APE; V2: OVX rat fed on chow diet supplemented with 0.25 g/kg BW APE; V3: OVX rat fed on chow diet supplemented with 0.5 g/kg BW APE.

^y All values are presented as mean ± SEM (n=6). Means within each row shared with different letter(s) are significantly different from each group (p < 0.05).

表六、餵食不同實驗飼料八週後強迫游泳試驗結果

Forced swimming test	Rats with different treatments		
	X0z	A0	A1
immobility time (s)	282.04±40.56 ^a	137.17±19.88 ^b	117.77±19.88 ^b
climbing time (s)	104.24±23.39 ^y	112.23±10.62	111.91±15.38
swimming time (s)	217.72±18.82 ^b	350.60±16.59 ^a	370.31±9.50 ^a

^z X0: sham-operated rat fed on chow diet; A0: OVX rat fed on chow diet supplemented with 0.125g/kg BW APE; A1: OVX rat fed on chow diet supplemented with 0.5g/kg BW APE

^y All values are presented as mean ± SEM. Means within each row shared with different letter(s) are significantly different from each group (p < 0.05).

表七、菇類胺基酸運動補充品配方胺基酸

Item	Amino acid	BCAA	Proline	Glutamic	Histidine
	mg/100 mL	mg/100 mL	mg/100 mL	mg/100 mL	mg/100 mL
Formula	102.9	11.17	28.65	22.37	16.88

表八、菇類胺基酸運動補充品配方抗氧化成分及抗氧化力

Item	C-protein	T-phenol	Flavonoid	DPPH EC50	FRAP value	TEAC value
	mg/g dry ext	mg/g dry ext	mg/g dry ext	mg/g dry ext	trolox mM/g dry ext	trolox mM/g dry ext
Formula	320	12.53	1.33	20.7	26.5	108.7

菇類機能性研究現況

陳美杏、李瑋崧、呂昀陞、吳寬澤

行政院農業委員會農業試驗所植物病理組
電子郵件：mc423@tari.gov.tw；傳真：04-23302803

摘 要

菇類富含豐富機能性成分，不僅可以開發成膳食補充品或是健康食品，還可以做為開發新藥的來源，用於治療各種疾病，因此成為許多研究的題材，其中多以細胞試驗居多，其次是動物試驗，並配合各項健康食品的認證，然而真正進一步開發到人體臨床試驗階段者，在比例上則明顯少了許多。菇類在人體保健上的應用包羅萬象，包含抗憂鬱、延緩老化、免疫調節、調節三高(高血壓、高血脂、高血糖)、保護肝臟與改善骨質疏鬆等等。從菇體分離的部分有效成分分子太大，不易化學合成，生產成本較高，因此不如一般的藥劑應用普遍。不過隨著現在轉向小分子穩定化合物應用的研究，同時開發液態或固態發酵的快速大量萃取模式，甚至未來可以選殖功能性基因，用分子農場的方式大量生產特定的有效成分，均可大幅降低原料生產成本。隨著菇類生產的工場化、產業化，已大幅降低菇類的子實體售價及生產時程，況且大部分的研究發現，子實體含的有效成分比菌絲體種類多且含量高，如可以充分利用菇類的下腳料、格外品或是淡季生產的菇類製成機能性產品，亦能有效降低產品的價格，達到全民都受惠的情況。

關鍵詞:菇類、機能性成分、膳食補充品、健康食品

緒 言

菇類被當成重要的藥材已長達數千年之久，從兩三千年前的先人便已經懂得利用菇類製作成延長壽命的補藥，許多中國著名的藥典裡面，包括本草綱目、神農本草經等也記載了菇類的功效。新近許多突然爆發的流行病，例如嚴重急性呼吸道症候群(SARS)、禽流感(H5N1)、中東呼吸症候群(MERS)、茲卡病毒等等，還有逐年攀升的癌症人口、老年化的趨勢與許多的文明病，發展才約兩百年的西方醫學逐漸束手無策之際，中外學者開始轉向傳統的東方醫學取經，許多研究學者投入菇類的研究，冀望可以找到有潛力的新藥，然而新藥的開發耗費財力及時間，從細胞試驗、動物試驗，到人體臨床三期試驗，因此雖然菇類在各項的疾病的改善或治療的研究報告漸多，真正進一步開發到人體臨床試驗階段者，在比例上則明顯少了許多(Roupas *et al.*, 2012)，許多業者限於財力仍只能選擇開發膳食補充品或健康食品。

雖然膳食補充品或健康食品距離藥品仍有一段遙遠的路程，不過在中醫的固本培元以及藥食同源理論中，平時的保養就顯得特別重要了，更可滿足亞健康的族群的保健需求！菇類在人體保健上的應用包羅萬象，從頭到腳，從年輕到年老，包含抗憂鬱、延緩老化、免疫調節、調節三高(高血壓、高血脂、高血糖)、保護肝臟與改善骨質疏鬆等等，本文將就這幾部分進行介紹。

免疫調節與癌症的輔助療法

菇類可以調節免疫系統，不過大家更關注的是菇類抗腫瘤的潛力，由於從菇類萃取出來的物質非單一化合物，過去很難納入正統的醫療體系中。1971年 Sasaki 等人證實樹舌靈芝 (*Ganoderma applanatum*) 的多醣體具有抗腫瘤活性，後來更多的證據顯示靈芝多醣體是經由提升免疫系統的活性而非直接殺死或抑制癌細胞(許瑞祥, 2005)。然第一個被證實的具有抗腫瘤活性的菇類是香菇(Ikekawa *et al.*, 1969)。後續在日本香菇多醣 (lentinan)、裂褶菌多醣 (schizophyllan) 和雲芝多醣 (PSK 和 PSP) 相繼被開發作為癌症治療劑(Mizuno *et al.*, 1995)，裡面分別萃取自子實體、菌絲體發酵液與發酵菌絲，自此開啟了菇類生技產業的新頁，許多學者和生技業者嘗試從子實體、

菌絲體或菌絲發酵液中分離各項有效成分。2013 年中研院、台灣大學和陽明大學的研究團隊以肺癌為主的研究，發現靈芝含岩藻醣之多醣萃取物 (Fucose-containing polysaccharides)，可以促進各種免疫細胞的增生，其中更能誘導出更多對抗許多癌細胞表面共同的醣分子 Globo H 的抗體，更有效的抑制腫瘤的生長，進而摧毀癌細胞(Liao *et al.*, 2013)，該團隊希望可以將這個部份的相關技術製成調節免疫新藥、化療輔助新藥或是抗病毒的藥物等。由於菇類多醣體屬於大分子，分子量動輒在 5 萬-50 萬 Da，因此不易人工合成，使得售價具高不下。近年來真菌免疫調節蛋白(Fungal immunomodulatory protein, FIP)因為分子量小反而受到較大的關注，包含從靈芝分離到的 LZ-8 (Kino *et al.*, 1989)、草菇分離到的 FIP-vvo (Hsu *et al.*, 1997)、以及金針菇分離到的 FIP-fve (Ko *et al.*, 1995)，其他菇類也陸續分離到不同的免疫調節蛋白。由於 FIP 分子量小，基因選殖已經可以利用分子農場的形式大量生產(Yeh *et al.*, 2008；Ko *et al.*, 1997；Xue *et al.*, 2008)。另外，學者和生技業者也沒放棄從菇類的菌絲體裡面找尋可以用的化合物，例如由香菇菌絲發酵物成分活性己糖相關化合物 (active hexose correlated compound, AHCC)，和菇類有效成分 β -葡聚醣不同之處，它是一種小分子 α -葡聚醣，分子量只有 5000。研究團隊發現 AHCC 有效促進癌症病患體內自然殺手細胞 (NK) 之活性，並強化殺手 T 細胞和細胞因子 (干擾素、IL-12、TNF- α) (Cowawintaweewat *et al.*, 2006；Wang *et al.*, 2009；Ye *et al.*, 2003；Yin *et al.*, 2010)，在日本，AHCC 是癌症患者使用上第 2 受歡迎的補給品及替代藥物，僅次於巴西蘑菇。

調節三高:高血壓、高血脂、高血糖

現代人因為飲食習慣而容易有高血壓、高血脂或高血糖之文明病，菇類因為熱量低，原本就可以做為減重的好食材，而富含礦物質，尤其是鉀離子，有助於穩定血壓，另外，菇類抽出物還含有抑制血管張力素轉換酵素(ACE)的活性，預防血壓上升。真菌裡含有的二次代謝物可以降低高血脂，例如在臺灣通過的第一支中藥新藥即源自紅麴菌，而蠔菇屬(*Pleurotus*)的菇體中含有類似的成分 lovastatin，許多菇類萃取物包含蠔(平)菇、香菇、珊瑚菇、黑木耳、鴻喜菇、洋菇等菇類，經過老鼠餵食試驗證實可以有效降低試驗老鼠之膽固醇和高血脂(De Silva *et al.*, 2012)。另外，自香菇的菌

絲發酵中所分離的有效成分 eritadenine，也可達到和食用香菇子實體一樣的效果(Berglund *et al.*, 2011)。

糖尿病後期會產生許多的併發症，包含傷口不易癒合、腎功能降低、視網膜病變等等，在許多國家罹病人數急遽增加，因此除了攝取低 GI 的食物之外，降血糖的食材也特別受到關注。其實降血糖有許多機制，第一個包含抑制 α -葡萄糖苷酶(α -glucosidase)活性、促進胰島素分泌、降低胰島素阻抗、增加肌肉細胞吸收葡萄糖等方式。許多菇類均被作為降血糖的試驗材料，其中包含銀耳、茯苓、靈芝、木耳、巴西蘑菇、猴頭菇、茶樹菇、雞腿菇、北蟲草和舞菇等等(De Silva *et al.*, 2012；Perera & Li, 2011)，許多已經取得美國、日本或中國之專利，部分已製成具降血糖功效之膳食補充品則已經在美國上架販售，例如舞菇。

筆者和中台醫學大學合作，發現紫丁香蘑的熱水萃取物具有降血糖的效果，其機制是透過增加磷酸化腺苷單磷酸活化蛋白激酶(AMPK)及葡萄糖轉運蛋白 4 (GLUT4)之含量等機制而達到降血糖和降血脂的效果(Chen *et al.*, 2014；Shin *et al.*, 2014)。

護肝功能

肝臟發炎可以分成病毒感染、酒精或藥物所造成。過去牛樟芝在護肝及抗癌的部分受到極大的關注，近幾年來，牛樟芝的生產技術漸趨成熟，子實體和菌絲體的活性成分也逐一被分析與鑑定，子實體人工栽培分成牛樟木、非牛樟木和皿培式，不管是利用牛樟木或非牛樟木培養，其出菇所需時間較長，至少要一年才能採收，而皿培式培養係利用不同的營養配方加入洋菜於培養皿上培養，可將培養期縮短至 3~5 個月(張東柱, 2016)。而菌絲體則分成液態及固態培養，目前有三家分別通過國內護肝功能、免疫調節或調節血壓功能認證之健康食品，其中有一家正在美國進行各項人體試驗與抗癌標靶新藥之開發。然而 102 年高劑量的牛樟芝試驗所引發的毒牛樟事件重創牛樟芝產業，衛福部為確保消費者的權益，召開多次的食品管理公聽會，並於 104 年 7 月 10 日公告「牛樟芝食品管理及標示相關規定」(部授食字的 1041302003 號公告)，自今年七月以後生產的牛樟芝產品必須詳細記載加工或製造過程，並必須取得 90 天的餵食毒理試驗報告，而在產品外包裝上必須標示原料是來自子實體還是菌絲體，以及培養方式。除了

牛樟芝之外，其他菇類包含靈芝、香菇、冬蟲夏草及北蟲草等也經過試驗證實具有保護肝臟的功能，健字號產品也已經上市販售。

延緩老化

隨著人類平均壽命的增加，人口老化的趨勢是全世界都將面臨的共同問題，其中以老人失智症受到極大的關注，在老人失智症中又以阿茲海默症的比例最高，目前已發展許多可以早期偵測阿茲海默症的方法，但仍無有效的藥物可以治療阿茲海默症。所幸在猴頭菇中含有可以改善或延緩老化之成分，並在日本有少數的人體試驗結果，2008 年在日本以冷凍乾燥之猴頭菇加入湯中連續餵食失智症患者 6 個月(5 克/天)，在七個試驗處理者中均有明顯改善生活功能獨立量表(Functional Independence Measure, FIM score) (Kawagishi & Zhang, 2008)，而在 2009 年則以 30 個 50-80 歲的日本具輕微認知障礙的男女進行試驗，每天食用猴頭菇粉末所製成的錠劑 (250 mg，一天三次連續 16 週)，比起對照組，可以明顯增加認知功能的級數，但是停止攝取之後，認知指數又會再度下降(Mori *et al.*, 2009)。Zhuang 等人(2009)以酒精萃取猴頭子實體酯溶性成分，並以轉基因老鼠證實可以改善阿茲海默症，並已申請美國專利。另有自猴頭菇菌絲體分離的猴頭菇素(erinacine)也被證實可以改善阿茲海默症(Tzeng *et al.*, 2016)。

一般學者認為抗老化和抗氧化能力有正相關，麥角硫因(ergothioneine)具有良好的抗氧化能力，也被證實具有延緩老化之效果(Yang *et al.* 2012；Song *et al.*, 2014)，許多菇類包含自洋菇、香菇、蠔(平)菇及舞菇富含麥角硫因也已申請專利作為改善腦神經退化相關疾病(Beelman *et al.*, 2007)，而國內亦有從杏鮑菇下腳料萃取麥角硫因做為抗老化之保健產品。根據衛福部 104 年 7 月修正公告之健康食品之延緩衰老保健功效評估方法，包含線蟲、果蠅及老化動物模式，目前已可將造成阿茲海默的類澱粉蛋白基因轉殖至果蠅或老鼠，或是利用近親交配的遺傳老化鼠的動物模式，都可作為菇類化合物的功效驗證平台，確認功效後進而製成保健產品，將來進行人體試驗，期能預防或改善老人失智症。

抗憂鬱

現代人由於競爭激烈與生活壓力大，憂鬱、焦慮與睡眠障礙越來越成為文明病主流，憂鬱症已成為 21 世紀三大疾病之一，重度憂鬱症 (major depressive disorder) 會造成失能、自殺等問題，因而被世界衛生組織 (WHO) 預測為 2030 年全球第一高負擔疾病，而以美國為例，每年因為憂鬱症造成的經濟損失達到數百億美金，顯示憂鬱症不只是造成個人的生活威脅，更會造成家庭，甚至整體國家的重大損失。由於抗憂鬱藥物有許多副作用，常使病患對藥物的順應性降低，因此若能找尋具有抗憂鬱效果之飲食並開發為機能性產品，將可延緩或預防憂鬱症的發生，避免許多醫療、經濟與社會的損失。近來許多動物試驗模式證實菇類具有抗憂鬱的效果，包含靈芝菌絲體萃取物 MAK (Matsuzaki *et al.*, 2013) 具抗抑鬱之潛力、猴頭菇萃取之 NGF 抗憂鬱及焦慮 (Jiang *et al.*, 2014; Nagano *et al.*, 2014)、杏鮑菇乙醇提取物抗抑鬱 (Minam *et al.*, 2013)、蟲草類所含蟲草素 (cordycepin) 和腺苷 (adenosine) 可抗憂鬱 (Kaster *et al.*, 2004; Zhang *et al.*, 2014)，惟衛福部尚未公告抗憂鬱之健康食品認證辦法，已有學者著手擬定草案送衛福部審議中，而國內對於抗憂鬱一詞還有些爭議，而憂鬱係屬於心理的一種感受，和腦部的海馬迴及血清素含量有關，希望將來利用動物模式篩選的菇類產品可以進一步進行人體試驗。

改善骨質疏鬆

菇類富含麥角固醇 (ergosterol)，藉由 UV 的轉化可以將麥角固醇轉化成維生素 D₂，過去香菇利用日照曬乾，因而乾菇比鮮菇含有較多的維生素 D。隨著烘乾技術的進步，而菇類的栽培一般都栽培在室內，因此維生素 D₂ 的含量極少甚至沒有，反觀野生菇類的維生素 D₂ 的含量可達 4.7-194 µg/100g 乾重 (Mattila *et al.*, 2002)。麥角固醇的含量隨著不同的菇種和不同的部位也不相同，其中菇傘的含量大都高於菇柄。利用 UV 處理不同菇種，轉換成維生素 D 的效率也有差別，Jasingshe 等人 (2007) 測試了 4 種菇類，以蠔(平)菇的轉換效率最好，其次是香菇。國內外也都有販售將鮮菇短暫處理增加維生素 D₂ 的商品，美國 Phillips 等人 (2011) 曾分析市售處過 UV 菇類產品，確實可以提升維生素 D 的含量。韓國 Lee 等人 (2009) 以處理過的香菇證明可以改善骨質疏鬆。而鳳山分所楊淑惠主任 (2013) 研究黑木耳萃取物可以改善切除卵巢後大鼠的骨質密度，且其效果和攝取的木耳萃取

物的量呈正相關，顯示黑木耳萃取物具有改善骨質疏鬆之潛力。

結 語

菇類可以從幾方面改善人類的健康，第一層做為藥食同源的食材，透過食物療法，早期預防疾病的發生；第二層為經過加工萃取之後製成健康食品或膳食補充品，最高一層為經過嚴格三期人體臨床試驗申請成為藥品。拜生物科技發展之賜，菇類可以利用液態或固態發酵快速且大量生產活性成分物質，而隨著基因體世代的來臨，將來更可以利用分子農場的形式生產某一特性有效成分。不過回歸菇類子實體生產面，工場化已經大幅降低子實體的售價及生產時程，況且大部分研究發現，子實體的有效成分比菌絲體種類多且含量高，如可以充分利用菇類的下腳料、格外品或是淡季生產的菇類製成機能性產品，不僅可以讓菇類產業加值，亦能有效降低產品的價格，達到全民都受惠的情況。

引用文獻

1. 許瑞祥。2005。靈芝在生技領域研發的新趨勢。農業生技季刊 3:37-44。
2. 楊淑惠。2013。毛木耳萃取物用於改善骨質疏鬆症及憂鬱症之用途。台灣新發明專利 I411439。
3. 張東柱。2016。牛樟菇研發與應用。永續農業 37:15-22。
4. Beelman, R. B., N. J. Dubost, D. G. Peterson, and M. Hausman. 2007. Phytonutrient compositions from mushrooms or filamentous fungi comprising ergothioneine for treatment of neurodegenerative diseases and radiation damage. Patent: WO 2007106859.
5. Berglund, K. A., U. Rova, and J. Enman. 2011. Method for producing eritadenine in liquid phase fermentation. Patent: US 8053217.
6. Chen, M. H., C. H. Lin, & C. C. Shih, 2014. Antidiabetic and antihyperlipidemic effects of *Clitocybe nuda* on glucose transporter 4 and AMP-activated protein kinase phosphorylation in high-fat-fed mice.

Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine 2014, Article ID 981046, 14 pages. (<https://dx.doi.org/10.1155/2014/981046>)

7. Cowawintaweewat, S., S. Manoromana, H. Sriplung, T. Khuhaprema, P. Tongtawe, P. Tapchaisri, and W. Chaicumpa. 2006. Prognostic improvement of patients with advanced liver cancer after active hexose correlated compound (AHCC) treatment. *Asian Pac. J. Allergy Immunol.* 24:33-45.
8. De Silva, D. D., S. Rapior, K. D. Hyde, and A. H. Bahkali. 2012. Medicinal mushrooms in prevention and control of diabetes mellitus. *Fungal Diversity* 56: 1-29.
9. Hsu, H. C, C. I. Hsu, R. H. Lin, C. L. Kao, and J. Y. Lin. 1997. Fip-vvo, a new fungal immunomodulatory protein isolated from *Volvariella volvacea*. *Biochem. J.* 323: 557-565.
10. Ikekawa, T., N. Uehara, Y. Maeda, M. Nakanishi, and F. Fukuoka. 1969. Antitumor activity of aqueous extracts of edible mushrooms. *Cancer Res.* 29: 734-735.
11. Jiang, S. J., S. H. Wang, Y. J. Sun, and Q. Zhang. 2014. Medicinal properties of *Hericium erinaceus* and its potential to formulate novel mushroom-based pharmaceuticals. *App. Microbiol. Biotechnol.* 98:7661-7670.
12. Jasinghe, V. J., C. O. Perera, and S. S. Sablani. 2007. Kinetics of the conversion of ergosterol in edible mushrooms. *J. Food Eng.* 79: 864-869.
13. Kaster, M. P., A. O. Rosa, M. M. Rosso, E. C. Goulart, A. R. S. Santos, and A. L. S. Rodrigues. 2004. Adenosine administration produces an antidepressant-like effect in mice: evidence for the involvement of A₁ and A_{2A} receptors. *Neurosc. Lett.* 355 :21-24.
14. Kawagishi, H. and C. Zhuang. 2008. Compounds for dementia from *Hericium erinaceum*. *Drugs of the Future* 33: 149-155.
15. Kino, K., A. Yamashita, K. Yamaoka, J. Watanabe, S. Tanaka, K. Ko, and H. Tsunoo. 1989. Isolation and characterization of a new immunomodulatory protein, ling zhi-8 (LZ-8), from *Ganoderma lucidum*. *J. Biol. Chem.* 264: 472-478.

16. Ko, J. L., C. I. Hsu, R. H. Lin, C. L. Kao, and J. Y. Lin. 1995. A new fungal immunomodulatory protein, FIP-fve isolated from the edible mushroom, *Flammulina velutipes* and its complete amino acid sequence. *Eur. J. Biochem.* 228: 244-249.
17. Ko, J. L., S. J. Lin, C. I. Hsu, C. L. Kao, and J. Y. Lin. 1997. Molecular cloning and expression of a fungal immunomodulatory protein, FIP-fve, from *Flammulina velutipes*. *Journal of the Formosan Medical Association* 96: 517-524.
18. Lee, G. S., H. S. Byun, K. H. Yoon, J. S. Lee, K. C. Choi, and E. B. Jeung. 2009. Dietary calcium and vitamin D2 supplementation with enhanced *Lentinula edodes* improves osteoporosis-like symptoms and induces duodenal and renal active calcium transport gene expression in mice. *Eur. J. Nutri.* 48: 75-83.
19. Liao, S. F., C. H. Liang, M. Y. Ho, T. L. Hsu, T. I. Tsai, Y. S. Y. Hsieh, C. M. Tsai, S. T. Li, Y. Y. Cheng, S. M. Tsao, T. Y. Lin, Z. Y. Lin, W. B. Yang, C. T. Ren, K. I. Lin, K. H. Khoo, C. H. Lin, H. Y. Hsu, C. Y. Wu, and C. H. Wong. 2013. Immunization of fucose-containing polysaccharides from Reishi mushroom induces antibodies to tumor-associated Globo H-series epitopes. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 110: 13809-13814.
20. Matsui, Y., J. Uhara, S. Satoi, M. Kaibori, H. Yamada, H. Kitade, A. Imamura, S. Takai, Y. Kawaguchi, A. H. Kwon, and Y. Kamiyama. 2002. Improved prognosis of postoperative hepatocellular carcinoma patients when treated with functional foods: a prospective cohort study. *J. Hepatol.* 37:78-86.
21. Matsuzaki, H., Y. Shimizu, N. Iwata, S. Kamiuchi, F. Suzuki, H. Iizuka, Y. Hibino, and M. Okazaki. 2013. Antidepressant-like effects of water-soluble extract from the culture medium of *Ganoderma lucidum* mycelia in rats. *BMC Complementary & Alternative Medicine* 13:370. (<http://www.biomedcentral.com/1472-6882/13/370>)
22. Mattila, P., A. M. Lampi, R. Ronkainen, J. Toivo, and V. Piironen. 2002. Sterol and vitamin D2 contents in some wild and cultivated mushrooms. *Food Chem.* 76: 293-298.

23. Minami, A., H. Matsushita, Y. Horii, D. Ieno, Y. Matsuda, M. Saito, H. Kanazawa, Y. Ohyama, A. Wakatsuki, A. Takeda, K. I. Hidari, V. Sabaratnam, and T. Suzuki. 2013. Improvement of depression-like behavior and memory impairment with the ethanol extract of *Pleurotus eryngii* in ovariectomized rats. *Biol. Pharm. Bull.* 36: 1990-1995.
24. Mizuno, T., H. Saito, T. Nishitoba, and H. Kawagishi. 1995. Antitumor-active substances from mushrooms. *Food Reviews International* 11: 23-61.
25. Mori, K., S. Inatomi, K. Ouchi, Y. Azumi, and T. Tsuchida. 2009. Improving effects of the mushroom Yamabushitake (*Hericium erinaceus*) on mild cognitive impairment: A double-blind placebo-controlled clinical trial. *Phytother. Res.* 23:367-372.
26. Nagano, M., K. Shimizu, R. Kondo, C. Hayashi, D. Sato, K. Kitagawa, and K. Ohnuki. 2010. Reduction of depression and anxiety by 4 weeks *Hericium erinaceus* intake. *Biomed. Res.* 31:231-237.
27. Perera, P. K., and Y. Li. 2011. Mushrooms as a functional food mediator in preventing and ameliorating diabetes. *Functional Foods in Health and Disease* 1: 161-171.
28. Phillips, K. M., D. M. Ruggio, R. L. Horst, B. Minor, R. R. Simon, M. J. Feeney, W. C. Byrdwell, and D. B. Haytowitz. 2011. Vitamin D and sterol composition of 10 types of mushrooms from retail suppliers in the United States. *J. Agric. Food Chem.* 59: 7841-7853.
29. Roupas, P., J. Keogh, M. Noakes, C. Margetts, and P. Taylor. 2012. The role of edible mushrooms in health: evaluation of the evidence. *J. Funct. Foods* 4: 687-709.
30. Shih, C. C., M. H. Chen, and C. H. Lin. 2014. Validation of the antidiabetic and hypolipidemic effects of *Clitocybe nuda* by assessment of glucose transporter 4 and gluconeogenesis and ampk phosphorylation in streptozotocin-induced mice. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2014. Article ID 705636, 15 pages. (<http://dx.doi.org/10.1155/2014/705636>)
31. Song, T. Y., H. C. Lin, C. L. Chen, J. H. Wu, J. W. Liao, and M. L. Hu. 2014. Ergothioneine and melatonin attenuate oxidative stress and protect

- against learning and memory deficits in C57BL/6J mice treated with D-galactose. *Free Radical Res.* 48: 1049-1060.
32. Tzeng, T. T., C. C. Chen, L. Y. Lee, W. P. Chen, C. K. Lu, C. C. Chien, F. C. Y. Huang, C. C. Chen, and Y. J. Shaio. 2016. Erinacine A-enriched *Hericium erinaceus* mycelium ameliorates Alzheimer's disease-related pathologies in APPswe/PS1dE9 transgenic mice. *Journal of Biomedical Science* 23(1):49. ([https:// dx.doi.org/10.1186/s12929-016-0266-z](https://dx.doi.org/10.1186/s12929-016-0266-z))
 33. Wang, S., T. Welte, H. Fang, G. J. Chang, W. K. Born, R. L. O'Brien, B. Sun, H. Fujii, K. Kosuna, and T. Wang. 2009. Oral administration of active hexose correlated compound enhances host resistance to West Nile encephalitis in mice. *J. Nutr.* 139(3):598-602.
 34. Xue, Q., Y. Ding, C. Shang, C. Jiang, and M. Zhao. 2008. Functional expression of LZ-8, a fungal immunomodulatory protein from *Ganoderma lucidium* in *Pichia pastoris*. *J. Gen. Appl. Microbiol.* 54(6) : 393-398.
 35. Yang, N. C., H. C. Lin, J. H. Wu, H. C. Ou, Y. C. Chai C. Y. Tseng, and T. Y. Song. 2012. Ergothioneine protects against neuronal injury induced by β -amyloid in mice. *Food and Chem. Toxicol.* 50: 3902-3911.
 36. Ye, S. F., K. Ichimura, K. Wakame, and M. Ohe. 2003. Suppressive effects of Active Hexose Correlated Compound on the increased activity of hepatic and renal ornithine decarboxylase induced by oxidative stress. *Life Sci.* 2003 74:593-602.
 37. Yeh, C. M., C. K. Yeh, X. Y. Hsu, Q. M. Luo, and M. Y. Lin. 2008. Extracellular expression of functional recombinant *Ganoderma lucidium* immunomodulatory protein by *Bacillus subtilis* and *Lactococcus lactis*. *Appl. Environ. Microbiol.* 74:1039-1049.
 38. Yin, Z., H. Fujii, and T. Walshe. 2010. Effects of active hexose correlated compound on frequency of CD4⁺ and CD8⁺ T cells producing interferon- γ and/or tumor necrosis factor- α in healthy adults. *Hum. Immunol.* 71:1187-1190.
 39. Zhang, T. Z., S. H. Yang, and J. Du. 2014. Antidepressant-like effects of cordycepin in a mice model of chronic unpredictable mild stress. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2014 , Article ID 438506, 9 pages (<http://dx.doi.org/10.1155/2014/438506>)

40. Zhang, C., H. Kawagishi, L. Zhang, and H. Anzai. 2009. Anti-dementia substance from *Heridium erinaceus* and method of extraction. Patent: US 20090274720.

液體菌種在菇類產業之應用

呂昀陞、陳美杏、石信德、李瑋崧

行政院農業委員會農業試驗所植病組

電子郵件：yunsheng@tari.gov.tw；傳真：04-23338162

摘 要

菇類是我國蔬菜產業中相當重要之一環，而在其生產過程中，菌種是其中最重要之關鍵，但菌種退化問題近年來已嚴重影響國內菇類之產量與品質，為提升菇類產業之產量與解決菌種退化問題，液體菌種因此成為各國菇類研究與發展之重點，目前日、韓與中國大陸菇類產業能快速發展，液體菌種即扮演相當重要之角色。農業試驗所為解決國內菌種問題，目前已有開發相關液體菌種技術，並協助新社區農會成立台灣菇類菌種產發研究中心，且以液體菌種為基礎建構新的香菇菌種生產流程，不僅可縮短菌種生產時間還可提升菌種活性，進而提升香菇太空包之產量。目前由於菇類液體菌種技術與設備已日趨成熟，因此如能有效利用此一技術，相信將有助於我國菇類產業之再升級。

關鍵詞：菇類、液體菌種、菌種退化、菌種活力

緒 言

菇類產業為我國蔬菜產業中相當重要之一環，根據農糧署之統計，新鮮菇類的年產值約為 133 億新台幣，佔整體蔬菜產值 733 億的 18%。菇類除因具有豐富之營養，包括蛋白質、必需胺基酸、維生素與礦物質，而有食用價值外，更具有許多功效性成分，如多醣體、三萜類、麥角固醇、超氧化物歧化酶(superoxidase dismutase, SOD)、有機鍍、膳食纖維等，因此

具有抗腫瘤、免疫調節、降血壓、降血脂及膽固醇、降血糖、抗細菌病毒、抗疲勞、保護肝臟功能與延緩骨質疏鬆等保健之功效(De Silva *et al.*, 2012; Lindequist *et al.*, 2005; Ramberg *et al.*, 2010)，因此在目前國人樂活養生風氣之盛行帶動下，國內菇類產業蓬勃發展。過去在 1960-1980 年代，在政府政策推動下，我國洋菇罐頭外銷量曾達到世界第一，並創造出洋菇王國之美譽，而香菇太空包栽培技術之開發，也是世界首創的紀錄，從此改變菇類栽培的模式，顯見我國在菇類產業研發之實力。但近年來許多研究皆指出，菇類菌種退化實為菇類產業相當重要之課題，而在國內如香菇、秀珍菇與杏鮑菇等菌種在筆者之研究中也陸續發現出現菌種退化之現象，進而導致產量下滑影響農民之收益。分析其原因主要還是來自於國內菌種業者生產模式較為落後，目前仍是以固體菌種生產為主，因此本文將介紹液體菌種與其目前被利用於菇類產業之情形，以期提供國內菇類栽培與菌種生產業者作為參考。

菇類液體菌種

菇類液體菌種為近年來各國菇類產業積極投入研究之項目，雖然菇類的液體發酵技術最早在 1948 年即由 Humfeld 提出利用液體發酵技術來生產洋菇菌絲，至今已有許多研究關於利用液態發酵技術來生產菇類菌絲體或有效成分菇類之液態發酵技術(Cheng *et al.*, 2012)，但早期較少利用菇類發酵後所得菌絲體作為栽培菌種之研究，其主要原因在傳統攪拌式發酵槽較為昂貴，且缺乏適宜之接種設備等因素，但近年來日本、韓國與中國大陸已相繼針對發酵槽與接種設備進行研發，並已獲得便宜且可供大量生產之液態菌種相關設備，也因此加速菇類液態菌種之研究(余, 2003; Chen *et al.*, 2012)。目前在許多菇類皆有相關之研究，如香菇、平菇、木耳、鴻喜菇、杏鮑菇與金針菇等(王, 2009; 張等, 2010; 柴與祈, 2010; Gao *et al.*, 2009; Li *et al.*, 2010; Liang *et al.*, 2005; Shan *et al.*, 2001)，其中又以金針菇研究發展最為成功，目前在中國大陸、韓國與日本已有許多業者開始利用液體菌種來大量生產金針菇，且已獲得相當好之成效(柴與祈, 2010)。

一般菇類液態發酵之研究，主要係利用三角瓶進行震盪培養來進行批次發酵，並針對不同菇種開發其最適配方，近年來則因發酵設備普及，開

始有利用小型或中型發酵槽來探討發酵條件與發酵動力學，但主要仍是希望透過發酵技術來獲取菇類的風味物質或特殊代謝產物，對於發酵菌絲來作為菇類栽培菌種之研究甚少。因此許多研究仍是以震盪培養進行批次發酵來探討液態菌種之可行性，其主因在於工業化進行液態發酵所需之設備投入較高、風險大，因此在學界無法進行相關研究且業界投入意願偏低，加上接種設備缺乏與容易造成污染等問題，使得液態菌種多停留在實驗室階段，而非投入業界進行生產。以香菇菌種為例，Kawai 等人在 1996 年即已探討液態菌種對香菇栽培之影響，其結果顯示在初始階段雖然固態菌種纏聚速度較快，但液態菌種在之後有較高的二氧化碳產生，顯示其生理活性較強，且可較固態菌種提前約三十天開包，並可產生相同優良品質的菇體，顯見液態菌種確實可縮短菇類之生長週期(Kawai *et al.*, 1996)。但由於缺乏相關配套設備與方式，因此目前日本現行之香菇菌種仍是以固態的木屑菌種為主，顯見相關設備對液態菌種之重要性。也因此目前菇類液態菌種多是停留在以震盪培養方式進行批次發酵來探討不同菇種間營養配方對菌絲體生物量之影響，或是震盪週期對菌絲大小之影響，雖然中國大陸在 2003 年就有食用菌菌種簡易發酵工程之 5 項專利(余, 2003)，但到 2010 年時方有應用氣舉式發酵槽來發酵菇類菌種之報告，而相關報告主要是針對培養基配方、通氣條件、溶氧量、產物之純度、產物之質量與發酵終點判定等進行研究(張等, 2010；Li *et al.*, 2010)。此外在 2014 年前，中國大陸由於缺乏太空包之液態接種設備，故許多菇類仍需要生產固態之栽培種以供太空包栽培戶使用，所以開發有以液態菌種作為原種，進而生產固態栽培種之液態菌種固化技術(劉等, 2009)。目前日本與韓國雖然已有相關技術應用於業界，其中日本在 1993 年起即有針對液菌種之研究，到 2002 年就有相關設備的專利報告，而目前日本已開發出新一代之還原型菌種，將發酵後之菌絲收集後脫水，使其成為更容易攜帶運輸之菌種，要使用前只需以無菌水稀釋就可使用。而韓國在 1990 年時即有業者利用震盪培養之菌絲來接種靈芝進行生產，在 1995 年時韓國國家農業科技研究所開發出金針菇液態菌種之製程，而後加速韓國金針菇產業之升級，目前韓國已有超過 100 家業者使用液態菌種進行栽培。

菇類液體菌種在近 10 年發展相當迅速，其原因在於應用液態菌種不僅可縮短菇類之生產週期，提升菇類菌種活力並可使菇類菌種菌齡一致，進而使得菇類生產能更整齊、產量更高，此外，雖然應用液體菌種時所需之

設備成本較傳統固態菌種較高，但由於其機械化程度較高，因此可自動化進行接種，使接種流程更為簡便，且製作菌種所需之資材成本較低，因此更能符合現今工廠化大規模生產菇類之需求。

液體菌種應用案例—香菇液體菌種與台灣菇類 菌種產發研究中心

香菇是台灣主要菇類之一，不僅是國人飲食中不可或缺之菇種，目前更是菇類產業中產量、產值與栽培人數最多的菇類，目前年產值已達 50 億元以上，其主要栽培地在台中市新社區、南投縣埔里鎮、魚池鄉與國姓鄉等地。台灣地區香菇主要栽培品系目前皆已栽培超過 20 年以上，近年來香菇產業由於菌種退化與氣候變遷等因素，使得香菇產量逐年下滑，菇農收益因而受到影響，也帶動菇價上漲導致消費者也受到影響，因此引起當地立委之關切並希望能協助找出解決之道。

為此農委會農業試驗所在 102 年起即在水土保持局農村再生跨域合作計畫補助下，開始進行香菇液體菌種生產技術之建置，並於 103 年與新社區農會研商成立菌種產發中心，而在當地立委與農委會主委多次討論之下，於去年度(104)獲得農糧署之補助，開始進行籌備成立台灣菇類菌種產發研究中心，該中心目前已於 104 年 11 月 6 日正式掛牌營運，該中心成立之目的在於協助國內菇農生產高品質香菇菌種，透過農業試驗所之相關技術轉移，協助台灣菇類菌種產發研究中心生產香菇液體菌種，並以此作為香菇生產之原種，以供大量生產香菇之栽培種，透過此一技術可大幅縮短香菇栽培之時程，並使得香菇菌種之菌齡一致，藉此增強香菇菌種之活力，同時可降低香菇菌種生產之時間、空間與資材成本，使得香菇菌種能更快速且便宜製作。目前台灣菇類菌種產發研究中心已在農糧署補助之下，陸續生產香菇菌種並提供當地菇農進行栽培試驗，現階段調查相關菌種試驗之情形，顯示該中心生產之菌種目前與市面上之菌種，在太空包菌絲生長上並無太大之差異，但在良率與抗不良環境上有明顯之抗性進步(呂等, 2015)，但產量較目前業者可提升約 10%，顯示利用液體菌種生產香菇原種有其可行性。

應用液體菌種應注意處

菇類液體菌種目前似乎是菇類產業發展之萬靈丹，但實際上他仍有許多需要注意之處，其一即為液體菌種污染之檢測與預防，以及菌種活力之檢測。由於菇類液體菌種生產時之營養較高，且其介面為液體，因此一旦發生污染則全桶皆需廢棄，不似固態菌種部分污染發生時還可挑取未受污染之菌種使用，因此液體菌種在操作過程與生產階段皆需要預防污染之發生，此外在生產過程中要定期檢測是否有污染發生，以避免最終使用時產生之損失(王與劉, 2016)。此外液體菌種雖然可提升菌種之活力，但卻不會停止菌種之弱化，因此要隨時注意母種之活力，一旦母種活力出現弱化或退化之情形，應立即停止使用，以免導致最終產量之損失。

結 語

使用液體菌種能減少原種積存空間、縮短走菌時程、提高庫間周轉率，為現今菇類產業發展之重點，雖然在我國目前發展上略遜於周邊國家，但由於台灣過去在發酵技術上有相當優秀之技術背景，因此如能有效利用液體菌種改善現今菇類產業之困境，相信可有效提升國內菇類產業之產量與產值。

引用文獻

1. 王慶武。2009。杏鮑菇液體菌種培養及接種栽培試驗。食用菌 2:53-54。
2. 王桂金、劉遐。2016。液體菌種制備中的問題發生及解決。食用菌 38:46-48。
2. 余兆丰。2003。簡易發酵工程五項專利簡介及應用。食用菌 25(4):27-28。
3. 呂昀陞、李瑋崧、陳美杏、石信德、施美琴。2015。香菇液態菌種與社區再生。農業世界 377:37-40。
4. 張晶、崔頌英、牛長滿。2010。發酵罐生產平菇液體菌種技術。食用菌 3:51-52。
5. 柴慈桐、祈勇。2010。針菇液體菌種培養條件的篩選及應用研究。食用菌 6:13-14。

6. 劉映森、王蘭青、高玉千、戚元成、申進文、邱立友。2009。香菇液體菌種固化技術研究。中國食用菌 28: 16-17。
7. Chen, S., F. Han, and Z. Li. 2012. Design and experiment on automatic liquid machine of edible fungus. Journal of Agricultural Mechanization Research 12:152-155.
8. Cheng, J., L. Fu, and L. He. 2012. Optimization of liquid fermentation conditions of *Hirsutella sinensis* by response surface methodology. p.211-217. in: Proceedings of The 18th Congress of the International Society for Mushroom Science. eds by Zhang, J. *et al.* China Agriculture Press. China.
9. De Silva, D. D., S. Rapior, F. Fons, A. H. Bahkali, and K. D. Hyde. 2012. Medicinal mushrooms in supportive cancer therapies: an approach to anti-cancer effects and putative mechanisms of action. Fungal Diversity 55:1-29.
10. Gao, F., L. H. Xie, W. Lu, W. Dong, and H. Tao. 2009. Study on submerged fermentation and cultivation of *Auricularia polytricha*. Edible fungi of China 28:32-34.
11. Kawai, G., H. Kobayashi, Y. Fukushima, and K. Ohsaki 1996. Effect of liquid mycelial culture used as a spawn on sawdust cultivation of shiitake (*Lentinula edodes*). Mycoscience 37:201-207.
12. Li, W., L. Yu, F. Han, H. Dong, and D. Cai. 2010. Determination of the fermentation end-point of two mushroom species by quality changes. China Brewing 224:160-162.
13. Lindequist, U., T. H. J. Niedermeyer, and W. D. Jülich. 2005. The pharmacological potential of mushrooms. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine 2:285-299.
14. Liang, H. G., H. X. Dong, and D. P. Zhu. 2005. Study on the detection indexes of *Lentinula edodes* strains during liquid culture. Hubei agricultural sciences 6:76-78.
15. Ramberg, J. E., E. D. Nelson, and R. A. Sinnott. 2010. Immunomodulatory dietary polysaccharides: a systematic review of the literature. Nutrition Journal 9: 54.

16. Shan, W., X. Wu, and B. Lu. 2001. Fundamental physiological investigation on liquid culture of shiitake mushroom. *Edible fungi of China* 13:38-40.

菇類病蟲害之非農藥防治技術

李瑋崧、林宗俊、呂昀陞、石信德、吳寬澤、陳美杏

行政院農業委員會農業試驗所植物病理組

電子郵件：weisungli@tari.gov.tw；傳真：04-23302803

摘 要

越來越多人食用菇類訴求的是健康，在此前提下消費者願意花費比一般蔬菜高的價格購買菇類。菇類栽培雖然可以做到不使用農藥，但是臺灣環境的高溫多溼、自然災害頻仍，衛生管理確實不容易。鑒於農民的需求，農業試驗所初步進行拮抗微生物的篩選，目前已測試「蔡十八」在培養皿中對木黴菌和秀珍菇的拮抗現象，可抑制木黴菌生長而不抑制秀珍菇菌絲。另外也針對於菇類栽培時較常發生的綠黴病，執行拮抗微生物的篩選，初步發現部分具抑制效果的菌株，將持續進行研發。國外有用非農藥製劑 nemacel[®]、nemycel[®]和蘇力菌(Bti)防治蕈蠅，以 Zivion[®] M 防治洋菇褐斑病，但此 4 支產品目前均未在臺上市。目前大多數菇類缺乏安全用藥規範與推薦藥劑，絕大部分菇類都無法利用農藥。在有合格的農藥推薦使用前，不該濫用。嚴格執行衛生管控，漂白水與肥皂液用來清潔菇舍內外，配合早期的病蟲害移除、石灰撒布等非農藥防治方法並用，著實能有效管理的！

關鍵詞： 菇類、病蟲害、非農藥防治

緒 言

菇類為低熱量且含豐富蛋白質與人體必需營養素的健康食材，近年來也因其保健價值而躍然成為餐桌上的新寵，在臺灣的環控技術支持下，多樣化且一年四季皆可購得亦是其特點。菇類栽培不像其他的農作物靠天吃

飯，而是可以在設施下，控制各項環境條件進行的農業，且其所需栽培基質都要經過不同程度的消毒，如堆積發酵、巴士德滅菌、高溫高壓殺菌等，消毒後接種大量菇類原種使成培養料內絕對優勢微生物，已使可能病原菌或污染雜菌難以侵入，再嚴格控管菇舍內外的清潔衛生，實已可防杜病害。然而，臺灣位菲律賓海板塊及歐亞板塊交界，為地震頻繁國家，且熱帶氣旋和颱風發生頻度極高，加之本島高山縱貫、河短流急，各種天然災害發生後，各種病原菌與害蟲容易憑藉著高溫多濕的地理條件快速蔓延，雖平時注意清潔衛生管理恐也措手不及。在突然遭遇病蟲害威脅時，菇農常只能望天興嘆，或鋌而走險施用未經核可的農藥，導致用藥無效、殘毒要罰的窘境，研發布蟲害防治辦法實是刻不容緩！在低毒性農藥的篩選，以及安全使用方法擬定外，非農藥的防治技術更是可以立即上陣，不須經過冗長的安全性測試與申請流程，故近年來農試所也逐步進行了一些非農藥防治資材的研究。在此，先就各國相關研究資料與本所初步成果做簡單介紹。

病蟲害三角關係

在傳統的作物病害描述上，一般普遍認同當感病的寄主作物、病原菌(或害蟲)與適於孳生環境這三因子同時存在時，病害才可能發生(吳, 1987)。而就菇類而言，不像植物分成根、莖、葉、花等器官，因此菇與病原菌間的抗感性也就不同於植物，影響菇類抗病的因素在結構抗性上的可能性也許較少，而菇的分泌物是否抗菌、菇本身是否耐病原菌的毒素或分泌物等因素可能與抗病較為相關。但是抗病育種是條漫漫長路，要育成能耐病或抗病而又不失原有風味的菇類品系，在數百年的菇類栽培實踐中，似乎能看出是較為困難的。不過如前所述，菇類栽培原就是在可控管的環境下進行，精進設備與栽培管理技術可能更實際且迅速，因此抗病育種便成了較不經濟的選項。

就病原菌或害蟲而言，絕大部分菇類病原菌及害蟲都可在接種前殺菌除滅，但由於各種菇類的種植特性差異，需要多潮次採收的洋菇、香菇、草菇、秀珍菇、木耳等菇類便相當容易在栽培採收間期罹病，或者遭遇蟲害威脅，這一類菇的共同特徵是產能集中龐大，因此需工量大！部分菇農為了節省開支，選擇簡化了栽培場所的設備需求，連基本的防蟲網或過濾材質也都沒有購置，栽培時又濕度太高，造就了適合罹病和滋養害蟲的環

境。就環境因子而言，溫度、濕度、通氣和光線都是可控的，但是偏差的認知與賭博的心態往往把出菇環境搞得一蹋糊塗，害蟲與病害橫生。基本上，病害或蟲害之發生受三者彼此相互影響，缺一則不成病蟲害，只要能阻止病原菌或害蟲侵入就不會有病蟲害發生，故防治策略都是以預防為主的。

農藥之隱憂

用農藥殺死病原菌及害蟲，通常是在病蟲害發生時農民最直接的反應，但是藥劑施用不當時會有菇體畸形 (Royse, 2003)或減產 (黃, 2016; Grewal & Richardson, 1993)，而且使用農藥容易衍生包括抗藥性 (resistance)、自然控制枯竭 (depletion of natural controls)、生物放大 (biomagnification)、環境汙染 (environmental contamination)、物種位移 (species displacement)、內分泌干擾 (endocrine disruption)及人類健康危害 (human health danger)等問題 (Coles *et al.*, 2002)。現售的農藥，無論是殺菌劑或殺蟲劑均非以菇類栽培為主所研發，貿然使用於菇類栽培是相當危險與不負責任的行為。

首先，菇舍內部環境穩定，農藥噴灑其中不會遭受風吹、日曬、雨淋以及眾多環境微生物的降解，各種農藥所設定的安全採收期在菇舍內還有疑義！而且菇類栽培採收間期甚短，各個出菇潮次間約僅 2~3 週，在這間隔內施用任何有效果的現行農藥，大概都無法於下個潮次採收到無殘毒的菇，更不要說有些從下種到出菇僅 40 多日的菇種，或者下種後不到 10 日即有菇可採的草菇，在下種後即對太空包或菇床噴灌農藥的人，要如何安心呢？徹底殺菌，並且規範管理好下種的步驟流程以及製包場環境清潔衛生，原本就能夠防範病蟲害孳生了 (廖, 1988；潘&陳, 1992；黃, 2014)，草菇栽培料上床後以蒸汽升高栽培室內溫度達一定時間，一樣也能逼殺料內害蟲和除去大多數有害微生物 (黃, 1973；王, 2008)。而既然預防的操作即能有效防杜病蟲，有識之士在推行菇類病蟲害防治方法時，大多推行綜合病蟲害管理 (integrated pest management, IPM)，以各式的衛生管理原則為先，把用藥列為最萬不得已的途徑 (Coles *et al.*, 2002；Sodhi and Kapoor, 2010)。

非農藥防治策略

空舍時期環境衛生維護

空舍時期之環境衛生，往往決定下次栽培時之成敗，若徹底執行衛生消毒，可大幅度減少環境中有害生物族群將，使再次栽培初期之病害與蟲害發生機率減少，若此一階段無法確實，環境中常見之木黴菌 (*Trichoderma* spp.)、紅色麵包黴菌 (*Neurospora* spp.)等病原菌族群不只無法降低，還有可能逐次累積，可能成為下次栽培時重要之病害問題。傳統香菇栽培之農友，多半在清空太空包後，會先對菇舍進行簡單之清理，之後再以農藥對環境中之有害生物進行除滅，最後於地面灑上石灰，以避免空舍時期有其他有害生物侵入菇舍，在重新入太空包前再檢視一次菇舍內的害蟲密度，必要時重複一次上述的過程。

空舍時以農藥處理過環境對於栽培本身並無太大的殘毒問題，但臺灣某些地區的菇寮往往都比鄰而居，今日你在施用農藥時，可能恰巧是隔壁下風處的入包日，對鄰居的身體或太空包都是威脅。實際上，菇寮既已是空空如也，施用農藥不也僅是心理作用嗎？只要在清寮時以肥皂水充分的洗潔內部與通氣門窗，大致上所有病原菌和害蟲都會被洗脫和悶死，必要時再以 0.5-0.6%次氯酸鈉溶液(即稀釋漂白水)沖洗過內外，再灑上石灰除溼和忌避害蟲，菇舍的清潔即已完成。之後在入新太空包或進新料前，只要維持內部的乾燥和整潔便是。中間若相隔太久，可於入新包或新料前再重複一次肥皂水的清洗並放乾。(皂液與漂白水均為有機栽培許可用環境清潔消毒劑，皂液可以無患子油替代。)

栽培時期菇舍環境衛生維護

栽培時期在木生類菇種包含了製包/罐、殺菌、接種、養菌、出菇、採收、翻菌、出菇、採收等階段，在草腐性菇種則包含了前發酵、後發酵、下種、養菌、出菇、採收、翻菌、出菇、採收等階段，栽培期間之環境衛生管理攸關出菇成敗，為決定後期病蟲害發生與否之關鍵，但許多農友此時卻較為隨便。此時期若環境衛生管理不當，而招致病蟲害發生，會使得病害在菇舍中快速蔓延、蟲害迅速擴大，導致收益嚴重損失。在栽培時期主要仍是以環境衛生管理為主，但要加強員工的訓練，使其認識病蟲害，養成不沾染罹病菇體或栽培料四處散播、可協助早期移除罹病物件、注意

害蟲等習慣 (Oei, 2016)、發現罹病太空包時應即刻移除並遠離栽培庫房、進出庫房時應避免長時間將門打開、維持栽培庫房內乾淨、採收後立即去除殘體以避免其腐壞散發氣味誘引害蟲。

預防勝於治療

若真不幸發生病蟲害，太空包/栽培瓶可直接以垃圾袋打包攜出丟棄，菇床可在早期發現時即挖除病部或害蟲群聚處，並撒石灰於其上，避免病蟲害持續蔓延。而如前所述，病蟲害有三角關係存在，利用此知識來防除病蟲害可得一最有效的方法，排除！排除病原菌與害蟲，使培養空間沒有病蟲害。如平時養成將菇寮內外垃圾、廢料清空習慣，倉庫遠離養菌室與出菇室，可減少雙翅目昆蟲與蟎發生的機率 (廖, 1988)。就好比機場的防檢疫措施，禁止你攜帶有害微生物可能侵染的水果入境一般，在菇舍的興建之初，即將空氣過濾系統、防蟲網、淨水系統、紫外線殺菌燈具、出入緩衝區、淋浴消毒室、關鍵區氣浴出入口等物理防範措施建立好，營運開始即在重要關口設置害蟲誘殺裝置(黃色黏蟲紙、殺蟲燈等)(黃, 2014)避免害蟲侵入。製程上則須確保太空包/栽培瓶獲得完全滅菌，或者堆肥有完全腐熟且濕度適中，而且從開始出菇的誘導階段即須嚴格控管水分，不可讓菇傘上有水滴，以免細菌滋生造成細菌性病害 (Oei, 2016)。能夠嚴格執行衛生管制，必可防止「病從口入」！

生物防治

在各式的清潔消毒、物理隔絕以及現場管理的控管下，疏漏也是偶會發生。在臺灣常見的病蟲害，像 *Trichoderma* spp.引起各式菇類之綠黴病 (green mould disease)、*Mycogone perniciosa* 引起之洋菇褐痘病 (wet bubble disease)、*Verticillium fungicola* (*Lecanicillium fungicola*)引起之洋菇褐斑病 (dry bubble disease)、*Pseudomonas tolaasii* 引起的細菌性病害 (bacteria blotch)及各種雙翅目昆蟲、跳蟲和蟎等造成之蟲害，在良好的衛生管理以及栽培現場濕度控制下皆可讓發生率降至最低，但國人普遍有預防重於治療的錯誤用藥觀念，因而錯用農藥的現象不在少數，雖於法不容，然而濫用農藥危害的是國人健康與國家形象，希望可以找到合適的方式解決農民的生產問題。

於環境衛生管理的實踐，以前述的漂白水與肥皂水做清潔都可獲得良好改善，減少病蟲害孳生，但漂白水與肥皂水即使低濃度仍有傷害菇菌之虞，二者都不甚適合於栽培間期的常態使用，生物防治劑可能在栽培間期使用是最適合的。為了使用方便，我們曾嘗試以通行的生物防治菌為標的做測試，利用了「蔡十八」做綠黴病的防治試驗(如圖一)，其抑制 *Trichoderma* spp. 的效果不錯，也不妨礙秀珍菇菌絲生長，不過在直接噴佈時還有技術性問題待克服，試用時部分菇體有細菌斑點病狀的病斑出現，還需要去釐清是否合宜或者需修改蔡十八培養液之配方；不過在段木種植場或菇場外圍要降低 *Trichoderma* spp. 族群數的話，蔡十八應該是可以立即派上用場的。

目前我們也透過環境微生物的蒐集，在篩選各式可拮抗木黴菌又不傷害菇類菌絲的潛力微生物，先利用點接的方式快速篩選可抑制木黴菌生長的微生物(如圖二)，抑制圈大而明顯者即為潛力微生物，再將這些抑制能力不錯的潛力微生物，同樣利用點接的方式接種於菇類菌絲接種點周圍(如圖三)，若這些潛力微生物抑制菇類菌絲生長較差的，則可視作可能發展的生物防治資源菌種。

國外目前有些針對木黴菌防治所做的微生物篩選，顯示 *Bacillus licheniformis*、*B. subtilis* (Oei, 2016) 和 *P. fluorescens* (Shah & Nasreen, 2011) 都具有相當潛力，其中 Shah 及 Nasreen 在 2011 的試驗，接種秀珍菇前混拌 *B. subtilis*-II 菌株於稻草培養料中，再分別接種 *T. harzianum*、*T. viride* 及 *T. pseudokoninji* 三種木黴菌，結果顯示可抑制綠黴病發病率達 5.7% 並增加 25.32% 產量。而 Adrienn 等人在 2012 以 *B. amyloliquefaciens* 接種於蠔菇以防治 *T. pleurotum*，證明其可作為生物防治並能增加收穫量。

另外，普遍於高濕菇舍內造成洋菇褐菇病/細菌性斑點病害的 *P. tolaasii*，也有許多生物防治研究陸續提出成果，像是 Khanna 等人在 1990 年以 34 個 *P. fluorescens* 和 *P. putida* 的分離株，篩選出一株名為 *P. fluorescens* biovar 1 的抗 *P. tolaasii* 菌株，Tajalipour 等人(2014)嘗試以 *P. putida*、*P. reactants*、*P. fluorescens* 和 *B. subtilis* 測試洋菇褐菇病 (brown blotch disease) 的防治效能，評估了洋菇傘重、罹病度和發病率，得到以 *P. fluorescens* 防治 *P. tolaasii* 最有效的結論。而 *B. licheniformis*、*B. subtilis*、*B. coagulans* 及 *Lactobacillus casei* 也都對拮抗 *P. tolaasii* 相當有效 (Oei, 2016)，只是似乎都尚未有商品問世。

除了細菌問題，蕈蠅也是一大栽培障害，早期有使用斯氏線蟲屬的 *Steinernema feltiae* 和 *S. capocapsae* 分別抑制 *Lycoriella auripila* 和 *Megaselia halterata* 的研究 (Grewal & Richardson, 1993; Scheepmaker *et al.*, 1998)，當時是評估難以商品化應用，然而之後在德國生物科技公司 e-nema[®] 的研發後推出了兩支產品，nemacel[®] 和 nemycel[®]，產品標示其可用於黑翅蕈蚋科 (Sciaridae) 害蟲，意即幾乎所有菇類雙翅目害蟲都可應付，不過商品主要應用於洋菇，而且臺灣並無販售。

目前，防治蕈蠅除了蟲生線蟲有商品化產品可供利用之外，幾乎眾所皆知對鱗翅目相當有效的蘇力菌，也有一個變種是可以專門針對蕈蠅，即 *B. thuringiensis* var. *israelensis* (Bti) (Coles *et al.*, 2002; Royse, 2003)，在美國已使用多年，在 2012 年歐洲食品藥品安全局 (EFSA) 也已認證其安全 (Oei, 2016)，惟其使用方法是在栽培基質經過巴士德消毒冷卻後，在混種時添加在料內一起混拌使用，在臺灣的慣行接種方式恐難應用，不過此產品也未曾進口本國，否則應至少可用於菇舍周圍以減少蕈蠅孳生。

此外，另洋菇農擔心受怕的「水傷」，發生便容易大規模傳播的洋菇褐斑病 (*V. fungicola*)，荷蘭的跨國企業帝斯曼 (Royal DSM N. V.) 也已推出一支名為 Zivion[®] M 的產品可以防治，這個產品是用納塔爾鏈黴菌 (*Streptomyces natalensis*) 所產生的納他黴素 [Natamycin，或稱匹馬黴素 (Pimaricin)] 所製，而納他黴素被食品工業用在乳製品和肉類產品的使用已超過 45 年 (Oei, 2016)，因此他很快就通過美國 OMRI (Organic Materials Review Institute) 的有機認證。目前該產品是登記用於防治褐斑病，使用說明其在採收前或採收中均可使用。Natamycin 作用機制是使真菌孢子無法發芽 (Oei, 2016)，雖然登記的防治對象只有褐斑病，但就原始的使用方式可以推測該抗生素應是廣效型，大部分真菌孢子可能都會受 Zivion[®] M 抑制。可惜此產品也還未在臺灣上市。

結 語

菇類具有豐富之營養價值，也是低熱量的非動物性蛋白來源，抗氧化能力高，並且有許多對健康有益的功效報導，其栽培過程能夠全程在與外界隔絕的空間內完成，易於利用安全無農藥的栽培方式生產，能夠給人安全健康的信任感，對於素食者和訴求飲食養生者而言可說是無上至寶。在

本國的規範內，由於種種原因而缺乏大多數菇類的安全用藥規範，也大多無訂定殘留容許量，所以絕大部分菇類都是無法利用農藥來防治有害生物的。當有害生物入侵菇舍時，若無及時發現而施予正確的處置，往往造成菇農嚴重之損失。然而，病蟲害發生有所謂的病(蟲)害三角形 (Disease/ Pest Triangle)，需要寄主(在此即為菇)、適當環境和病原菌(害蟲)三者皆備才發生病(蟲)害，掌握此原則，嚴格實施衛生管理，有效地防範有害生物入侵，其實才是防範菇類病蟲害的根本之道。在有合格的農藥推薦使用前，不應該非法濫用，毒害國人與自己。雖然生物防治藥劑臺灣大多未上市，而國內的相關研究也剛起步，但是漂白水與肥皂液用來清潔菇舍內外確實也可降低病蟲害發生率，在平常配合早期的病蟲害移除、石灰撒布、漂白水消毒等非農藥防治方法並用，著實都能有效管理的！

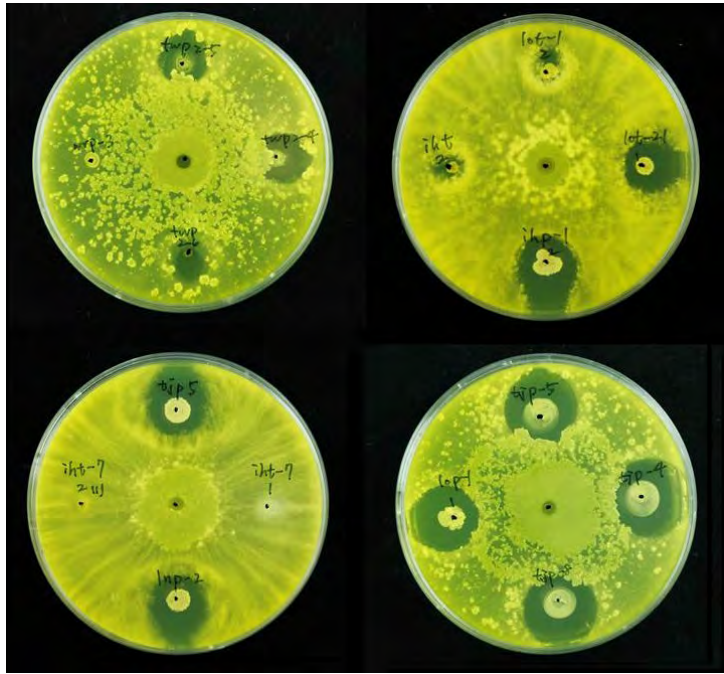
引用文獻

1. 潘崇環、陳成基。1992。食用菌栽培技術圖解。農業出版社。中華人民共和國。北京。212頁。
2. 廖志仁。1988。平菇、滑菇、草菇栽培法。五洲出版社。台北。330頁。
3. 黃正華譯。1973。洋菇栽培手冊。洋菇試驗研究資料編輯委員會。臺灣。361頁。
4. 黃毅。2014。食用菌工廠化栽培實踐。福建科學技術出版社。中華人民共和國，福建省福州市。345頁。
5. 吳文希。1987。植物病害防治學。茂昌圖書有限公司。台北。424頁。
6. 王賀祥。2008。食用菌栽培學。中國農業大學出版社。中華人民共和國。北京。340頁。
7. Adrienn, N., M. László, T. Dóra, H. Lóránt, G. Júlia, A. Zsuzsanna, S. Enikő, V. Csaba, K. László. 2012. Biological control of oyster mushroom green mould disease by antagonistic *Bacillus* species. International Organization for Biological Control of Noxious Animals And Plants-West Palaearctic Regional Section Bulletin, 78. pp. 289-293. (Abstract)
8. Coles, P. S., W. Barber, D. M. Beyer, S. J. Fleischer, C. Keil, D. L. Rinker,

- C. P. Romaine, S. P. Whitney, and P. Wuest. 2002. Mushroom integrated pest management. The Pennsylvania State University. University Park. 91 pp.
9. Grewal, P. S. and P. N. Richardson. 1993. Effects of application rates of *Steinernema feltiae* (Nematoa: Steinernematidae) on biological control of the mushroom fly *Lycoriella aurilipa* (Diptera: Sciaridae). *Biocontrol Science and Technology* 3:29-40.
 10. Khanna, P. K., J. M. Olivier, R. S. Samson, and J. Guillaumes. 1990. Isolation, characterization and screening of antagonists of *Pseudomonas tolaasii* for biological control. *Indian Phytopathology* 43(3):352-360.
 11. Oei, P. 2016. Mushroom cultivation IV. ECO Consult Foundation, Amsterdam, The Netherlands. 503 pp.
 12. Royse, D. J. 2003. Cultivation of oyster mushrooms. The Pennsylvania State University. University Park. 11 pp.
 13. Scheepmaker, J. W. A., F. P. Geels, A. J. Rutjens, P. H. Smits, and L. J. L. D. Van Griensven. 1998. Comparison of the efficacy of entomopathogenic nematodes for the biological control of the mushroom pests *Lycoriella auripila* (Sciaridae) and *Megaselia halterata* (Phoridae). *Biocontrol Science and Technology*. 8(2):277-287.
 14. Shah, S. and S. Nasreen. 2011. Evaluation of bioagents against the infection of green mould (*Trichoderma* spp.) in *Pleurotus sajor-caju* cultivation. *International Journal of Plant Pathology*. 2:81-88.
 15. Sodhi, H. S. and S. Kapoor. 2010. Biological control of mushroom pests and pathogens. Role of biocontrol agents for disease management in sustainable agriculture, 1st Edited. Scitech Publication (India) Pvt. Ltd. p. 423-435.
 16. Tajalipour, S., N. Hassanzadeh, H. K. Jolfaee, A. Heydari, and A. Ghasemi. 2014. Biological control of mushroom brown blotch disease using antagonistic bacteria. *Biocontrol Science and Technology*. 24(4):473-484. (Abstract)



圖一、使用蔡十八菌測試對兩株 *Trichoderma* spp.之拮抗效能，以及是否抑制秀珍菇菌絲生長。左、中培養皿為 *Trichoderma* sp.和蔡十八對峙培養，蔡十八產生的抑制圈相當明顯。右側培養皿是將長滿秀珍菇的培養皿以0.8cm 打孔器挖去菌絲塊(洞底留薄層培養基)，之後於孔洞內加入蔡十八液，置常溫培養，秀珍菇菌絲均不受蔡十八抑制。



圖二、以點接的方式，將 *Trichoderma* sp. 接種於培養皿中央，上下左右各自接種不同微生物，潛力微生物會表現出大範圍的抑制圈。



圖三、以點接的方式，將菇類菌絲體接種於培養皿中央，上下左右各自接種不同微生物，潛力微生物抑制其菌絲的生長能力較差。

台灣新興菇類的栽培技術之開發

陳錦桐、石信德、吳寬澤

行政院農業委員會農業試驗所植物病理組

電子郵件：jtchen@tari.gov.tw；傳真：04-2330-2803

摘 要

新興菇類的開發是菇類產業發展的重要一環，台灣菇類生產從早期的段木香菇與木耳，逐漸開發出新的菇種與栽培技術，發展至今已超過 30 多種食藥用菇類，整體產值更是逐年增加，至今年產值已超過百億元新台幣。開發新興的菇類與栽培技術有帶動整體菇類發展的動力，隨著國際化腳步，菇類的交流也愈頻繁，對於具有發展潛力的菇類，如白靈菇與褐色蘑菇-波特菇等，農業試驗所開發其栽培技術期望幫助國內農民掌握生產技術，提高國際的競爭力。隨著養生保健風氣盛行，國人對於菇類的接受度大幅的提升，也有助於這些新興菇類的開發推廣。

關鍵詞：白靈菇、褐色蘑菇、栽培技術

緒 言

台灣菇類栽培從 1909 年日據時代開始，以人工段木培育香菇與木耳，迄今已超過百餘年，直到 1951 年，由農試所自美國引入洋菇菌種，成功開發栽培技術，奠立國內洋菇產業基礎，並積極拓展罐頭外銷市場，於 1970 年代成為世界第一的出口國，賺取超過 40 億美元的外匯(陳，2011)，成功帶動菇類產業化與規模化的發展。而後由日本引進金針菇與滑菇，並栽培成功，建立了瓶栽金針菇的工廠化生產模式，國內成立東南亞最大的金針菇生產廠，帶動國內菇類除了洋菇之外的工廠化菇產業發展。1973 年，開

發出木屑太空包栽培技術，被應用在香菇、木耳與鮑魚菇生產上，不僅減少生產時間，增加產量，時至今日仍被廣泛的應用在多種木生型菇類的栽培，帶動菇類產業的蓬勃發展。1980 年後新興菇類如秀珍菇、柳松菇、巴西蘑菇及斤耳等發展，對菇類產業帶來相當大的助益。到 1990 年間雪耳、竹蓀、金福菇、紫丁香蘑、珊瑚菇與杏鮑菇被開發成功，其中，杏鮑菇更是大放異彩，短短幾年間栽培量與產值躍升至國內生鮮菇類的第三位，2000 年後又自日本引進鴻喜菇，與自中國引進酒杯菇(豬肚菌)(*Clitocybe maxima*)，皆栽培成功，後期白精靈菇(美白菇)也以太空包栽培成菇，也帶動另一波菇類栽培熱潮。隨著新興菇類與栽培技術的開發，國內菇類產業也逐漸的茁壯，至今栽培菇的種類有洋菇、香菇、金針菇、杏鮑菇、鴻喜菇、木耳、秀珍菇、鮑魚菇、柳松菇、草菇、珊瑚菇等 20 多種食用菇類，其中多種菇類更是由農試所開發推廣，如洋菇、香菇與杏鮑菇等(Peng, 2005)，這些年台灣菇類的發展也由早期副業型態轉成專業化全年度生產，菇類也因具有高營養與保健價值，加上近年來養生保健風氣盛行，更是備受人們歡迎。台灣這幾年菇類的消費量由 99 年每人每年消費量由 1.81 公斤，提升至 102 年的 2.27 公斤，成長了 25%，且持續在成長中(102 年糧食供需年報)；至今年產量超過 14 萬公噸，產值更達 120 億元以上(2014 農糧署統計資料)。雖然美國學者 Shannon 預期菇類的生產與消費在美國以及其他西方國家仍將以一定的速度持續成長(Shannon, 2014)，而國內菇類消費市場已有面臨近飽和現象，如無新的動能注入與需求產生，將會使整體產業成長趨緩，新興菇類的投入與栽培技術開發仍是創造未來發展的新契機，希望能有助於菇類產業更蓬勃發展，今就以白靈菇與褐色蘑菇波特菇二種優質菇類做為介紹。

白靈菇

白靈菇英文名為 white king oyster mushroom，白靈菇因寄生在藥用植物『阿魏』上，又被稱為阿魏菇或白阿魏蘑，然而其分類學名有多個同種異名，如 *Pleurotus nebrodensis* (Inzengae) Quel、*Pleurotus eryngii* var. *nebrodensis* (Inzengae) Quel 或 *Pleurotus eryngii* (D.C.:Fr) Quel. var. *tuoliensis* Mou (Mao, 2000; Kawai et al., 2008; Zhao et al., 2013)。主要分布在中國的新疆塔城、托里、阿勒泰、青河、木壘等地區，春季時，可在山地、山前平

原和沖積的草原等被發現，此野生名貴食藥用真菌，子實體潔白如雪，肉質細膩，肥厚，脆滑濃香，味道鮮美，風味獨特，被譽為“草原上的牛肝菌”。白靈菇菇體形態有掌狀、棍棒狀、扇貝形和馬蹄狀，由於某些白靈菇在菇形外觀上與杏鮑菇頗為相似，因此有一些學者認為白靈菇與阿魏蘑(*Pleurotus ferulae*)只是杏鮑菇的一個變種；但周金鳳等人以 Enterobacterial Repetitive Intergenic Consensus (ERIC) Sequences-PCR 技術，證實白靈菇和杏鮑菇親緣關係只有 76%的相似度，與阿魏菇的相似度則更低，為不同種的菇類(周等, 2010)，此結果與 He 等人(2016)應用 ITS、RPB2 及 EF1 α 等分子生物技術分析之結果相同。白靈菇因顏色潔白、其形狀近似靈芝，在中國被譽為『西天白靈芝』，白靈菇體形肥大，含豐富的蛋白質、礦物質、維生素、菌類多醣、粗纖維，及一般蔬菜所缺乏的離胺酸、蘇胺酸、亮胺酸等人體必需的多種胺基酸；其胺基酸含量更為其他食用菇類之冠，而蛋白質含量高達 27.14%，含量之高更可與牛肉、豬肉等肉類相比，子實體多醣含量達 6.02-7.04%，菌絲體也有 4.53%，以菇體熱水萃取物腹腔注射小白鼠，發現有抑制肉瘤細胞(Sarcoma, S-180)生長的效果(Shen *et al.*, 2005)。白靈菇含有豐富的亞油酸(suboleic acid)，非飽和脂肪酸和許多微量元素如鈣、鋅、錳，是良好膳食纖維及優質的營養來源。它也具有生物活性物質，可調節免疫系統，例如抑制腫瘤的生長和發炎，降血糖和抗血栓形成的活性，降低血脂濃度，預防高血壓和動脈硬化(Choi *et al.*, 2005; Wang and Ng, 2004)。

在中國栽培白靈菇已經超過 20 年，主要栽培材料為棉籽殼，木屑或玉米穗軸(Tan *et al.*, 2005)。白靈菇在走菌培養時的溫度範圍為 25-28℃，維持 22 天之後，溫度需下降在 25℃ 以下，以避免過度的菌絲生長(Chang and Miles, 1988)。子實體發育需要 12-15℃ 的溫度。白靈菇是一種中低溫型食用菌(林 2000)，其菌絲在 2-5℃ 均可生長，但菌絲生長的最適溫度為 22-25℃，在 35-36℃ 菌絲停止生長，菇蕾分化溫度為 0-13℃，子實體發生範圍為 5-18℃，最適溫度為 7-13℃；比白阿魏蘑低，菌株不同，對溫度的要求略有不同。根據其生物特性栽培季節應以秋末接種，冬春長菇。新疆野生白靈菇子實體的形成和生長在 4-5 月份，溫度在 0-15℃ 內，但人工栽培子實體則需視菌株不同調整在 8-25℃，而以 7-13℃ 生長較好(陳 1994; 1986)。

白靈菇的人工栽培主要生產地區在新疆、河南、北京、天津、河北、

山東等地方。但是臺灣至今未有白靈菇栽培上市。農業試驗所在 2008 年開始蒐集菌種，進行白靈菇栽培技術研究，目前已成功開發栽培技術，在菌絲培養至生理成熟後，以低溫刺激與日夜溫差方式，成功克服該菇不易出菇的特性，刺激至出菇時間僅需 15-17 天，栽培瓶每朵新鮮菇體重量達 100-135 公克，菇體碩大潔白細緻，口感風味極佳，已具商業化生產價值，未來將進一步依規定推廣給有興趣的農戶或公司，進行量產提供國民購買新優質菇類的選擇。

褐色蘑菇-波特菇

洋菇幾百年來一直是人類飲食的一部分，菇類消費量在世界各地一直顯著的增加(Beelman *et al.*, 2003)。不同種的菇類被人們所喜愛，主要是含有較少的熱量和較高含量的蛋白質，有助於人體健康(Sadler 2003)。菇類的子實體按重量(乾重)計，含有約 39.9%的碳水化合物，17.5%的蛋白質和 2.9%的脂肪，與礦物質(Wasser, 2002)。且洋菇可以利用農業廢棄物作為堆肥進行栽培，是廢棄物再利用，生產的洋菇是人類攝取具高蛋白質及維生素 B2、菸鹼酸與葉酸的良好來源 (William *et al.*, 1991)。

蘑菇是一種可食用的大型擔子菌，原產於歐洲，印度和北美草原(Hood *et al.*, 2004)。以菇體外觀顏色可分為白色與褐色蘑菇，並各有不同的名稱；褐色種蘑菇成熟時其傘蓋會稍微打開，稱為波特貝勒蘑菇(Portobello mushroom)。而未開傘的褐色蘑菇在市場銷售時有各種不同的名稱，如奶油巧克力(cremini)蘑菇、小波特貝羅(baby portobello)、小貝拉(baby bella)、迷你貝拉(mini bella)、羅馬蘑菇(Roman mushroom)、義大利蘑菇(Italian mushroom)或褐色蘑菇(brown mushroom)。而白色種蘑菇一般被稱為洋菇、雙孢菇或鈕扣菇(button mushroom)。原始野生蘑菇形態具有棕褐色菇傘和黑褐色菌褶，而目前熟識具有白色菇傘與菌柄及褐色的菌褶的白色洋菇為其變種(Genders 1969)。褐色蘑菇雖然被最早發現，然我國在 1951 年由美國引入白色蘑菇，通稱為洋菇，至今已超過 60 年，白色菇傘的洋菇一直為被國人所喜愛，而對於褐色的洋菇則非常陌生，隨著國外許多知名大賣場進駐台灣，也將國外的受歡迎而國內不曾見過的菇類如褐色蘑菇-波特貝勒蘑菇引進台灣；依照關務署的統計資料顯示，褐色蘑菇的消費持續成長，從 101 年的 19 公噸進口量，102 年就翻倍達 39 公噸，103 年更是高達 131

公噸，104 年達 175 公噸，顯示出國人對於褐色蘑菇的接受度愈來愈高。褐色蘑菇的銷售與白洋菇不同，白洋菇在國內消費者喜愛不開傘的菇體，而在國外，褐色蘑菇則是吃已「開傘」的菇體，蘑菇在開傘後菇傘內部菌褶的顏色會由淡白紅色，逐漸轉變為褐黑色，當菌褶變黑，菇葷的香味會特別濃郁，在英國、美國等許多國家，都喜愛食用開傘菌褶變黑的褐色蘑菇。由於台灣現階段褐色蘑菇都是由馬來西亞進口，有鑑於新鮮的蘑菇保鮮期不長，農業試驗所在民國 84 年起就開始著手，相關的菌種蒐集與栽培技術，最近幾年農試所菇類研究室經過多次單孢菌株雜交試驗後選育出一株具有高產與大菇型的褐色蘑菇菌株，以 12 公斤堆肥栽培產量可達 3 公斤，覆土至出菇採收只需 22-23 天，3 週期生物效率達 68.2%，菇體外觀的顏色為褐色至淺褐色，菇型比白色洋菇大且具有優越的口感，傘肉厚味美，有淡淡的松茸味，煎烤風味佳。期望將本所育成之褐色蘑菇推廣給國內菇農進行栽培生產，可提高菇農收益，而進口商免除遠地辦理進出口而降低成本，同時生鮮蘑菇不用再因集貨、搭船、報關進口再運銷等耗時的流程而降低品質，使消費者可取得最新鮮的優質褐色蘑菇，發揮「地產地銷」的優勢，創造生產者、消費者及進口商的三贏局面。

結 語

今日台灣生鮮菇類的年產值已超過 120 億元新台幣，菇類具有眾多營養與保健成分，對於人體健康有益，普受大眾的喜愛。回顧過去農業試驗所開發出許多優秀菇類新品種與栽培技術，創造許多輝煌的紀錄，以新興的菇種和栽培技術帶動了國內菇類產業的蓬勃發展，菇類的保健價值逐漸被認同的同時，不僅要積極開發菇類的保健產品，對於新興的菇類與栽培技術仍需投入研發，不僅可利益栽培者與消費者，同時可提供做為新的保健產品開發的來源。鑑往知今，優質的新興菇類開發會是創造未來發展的新契機，農業試驗所對於新菇種的投入與其栽培技術的開發一直不遺餘力，期能幫助國內菇類產業的持續蓬勃發展，開創新商機與台灣國際競爭力。

引用文獻

1. 林傑。2000。白靈菇栽培技術要點。中國食用菌 19(5):28-29。

2. 周金鳳、姚強、張翠霞、劉林德、高興喜。2010。白靈菇和杏鮑菇親緣關係的 ERIC-PCR 技術分析。魯東大學學報 26(2):161-163。
3. 陳宗明。2011。台灣菇類產業發展現況。菇類產業發展演討會專刊。pp.25-31。
4. 陳忠純。1986。阿魏側耳馴化初報。中國食用菌(2):16-17。
5. 陳忠純。1994。阿魏側耳的栽培技術。乾旱區研究 11(2):65-68。
6. Beelman, R. B., D. Royse, and N. Chikthimmah. 2003. Bioactive components in *Agaricus bisporus* (J, LGE) imbach of nutritional, medicinal, or biological importance. Int J Medicinal Mushrooms 5:321-337.
7. Chang, S. T., and P. G. Miles. 1988. Pleurotus - a mushroom of broad adaptability; pp. 265-275. in: Edible Mushroom and Their Cultivation. Boca Raton, USA. CRC press, Inc.
8. Choi, D., S. H.Kang, Y. H. Song, K. H. Kwun, K. J. Jeong, and W. S. Cha. 2005. Exopolysaccharide production in liquid culture of *Pleurotus ferulae*. J Microbiol Biotechnol 15:368-375.
9. Genders, R. 1969. Mushroom Growing for Everyone. London: Faber. ISBN 0-571-08992-5.
10. He, X. L., B. Wu, Q. Li, W. H. Peng, Z. Q. Huang, and B. C. Gan. 2016. Phylogenetic relationship of two popular edible Pleurotus in China, Bailinggu (*P. eryngii* var. *tuoliensis*) and Xingbaogu (*P. eryngii*), determined by ITS, RPB2 and EF1 α sequences. Mol Biol Rep. 43(6):573-82.
11. Hood, I. A., P. N. Beets, M. O. Kimberley, J. F. Gardner, G. R. Oliver, and S. Pearce. 2004. Colonisation of podocarp coarse woody debris by decomposer basidiomycete fungi in an indigenous forest in the central North Island of New Zealand, Forest Ecology and Management 196: 311-325
12. Kawai, G., K. Babasaki, and H. Neda. 2008. Taxonomic position of a Chinese *Pleurotus* “Bailinggu”: it belongs to *Pleurotus eryngii* (DC.: Fr.) Que'l. and evolved independently in China. Mycoscience 49:75-87.
13. Mao, X. L. 2000. Agaricales. pp. 64-66. in: Mao XL (ed) The macrofungi in China. Henan Science and Technology Press, Zhengzhou.
14. Peng, J. T., 2010. Agro-Waste for Cultivation of Edible Mushrooms in

- Taiwan. Food and fertilizer technology center (FFTC), pp.1-5.
15. Sadler, M. 2003. Nutritional properties of edible fungi, British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin 28:305–308.
 16. Shannon, H. 2014. Mushrooms Profile. Agricultural marketing resource center http://www.agmrc.org/commodities_products/specialty_crops
 17. Shen, J. W., H. Guo, Y. Cheng, X. Y. Wei, G. H. Guo, G. Liu, and S . M. Jia. 2005. The exploitation and cultivation of *Pleurotus nebrodensis* in China. Fifth international conference on mushroom biology and mushroom products 12:354-359.
 18. Shen, J., H. Guo, Y. Cheng, X. Wei, G. Guo, G. Liu, and S. Jia. 2005. The exploitation and cultivation of *Pleurotus nebrodensis* in China. in: Tan et al. (eds.) Proceedings 5th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products; Acta Edulis Fungi pp. 354-359.
 19. Tan, Q., Z. Wang, J. Cheng, Q. Guo and L. Guo. 2005. Cultivation of *Pleurotus* spp. in China. in: Tan, Q., J.S. Zhang, M.J. Chen, H. Cao and J.A. Buswell (eds). Proceedings of the 5th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products. Acta Edulis Fungi, 12: 338-349
 20. Wang, H., and T. B. Ng. 2004. Eryngin, a novel antifungal peptide from fruiting bodies of the edible mushroom *Pleurotus eryngii*. Peptides 25:1–5.
 21. Wasser, S.P. 2002. Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immune modulating polysaccharides. Appl Microbiol Biotechnol 60: 258-274.
 22. William, R., Gibbons, Maher. Anita A, and L. T. Robert. 1991. Button mushroom production in synthetic compost derived from agricultural wastes. Bioresource Technology 38:65-77.
 23. Zhao, M., C. Huang, Q. Chen, X. Wu, J. Qu, and J. Zhang. 2013. Genetic variability and population structure of the mushroom *Pleurotus eryngii* var. *tuoliensis*. PLoS ONE 8:e83253.



圖一、農業試驗所選育之白靈菇出菇情形



圖二、農業試驗所雜交選育的褐色磨菇-波特菇

菇類產業面臨的困境與挑戰

黃聖雄

萬生生技農場/南投禾生菇場場長

摘 要

台灣菇類產業近年來雖然蓬勃發展，但也因國內菇類生產業者多為家族企業，常單打獨鬥，無法形成聯盟，因此不易建立品牌、進行共同行銷，自然無法面對國際競爭，在國內供需失衡時只能上演價格的割喉戰。環顧菇類產業目前面臨的困境可歸納為下列幾點；一、勞動力不足：年輕人教育程度提高，不願投入需付出勞力的工作，且在目前政策下無法引進農業外勞，補足欠缺的勞力；二、國際競爭：國際市場開放下，台灣菇類產業很難和鄰近大國競爭，加上內銷市場疲軟，外銷市場又逐漸失去競爭力，以致淡旺季價格波動大，淡季國貨多且價格低廉，旺季價格高卻供貨不足，無法依據市場需求，調節合理生產；三、農企業課稅：近來有大型農企業面臨課稅的問題，使得投入的大企業有退縮不前的嚇阻效果。因此產業未來的挑戰包括；一、人才培訓：從基礎勞工、管理及研發人才都需有一套養成制度，所有的人才培訓時間漫長，業主如果不是充分信任，也不會輕易交出管理權；二、產業要升級：菇類生產所需之硬體機械設備開發與更新，但因國內菇類產業規模較小，無法吸引設備廠商進行大規模的開發，使得國內的業者只能引進鄰近國家開發的機械設備，無法在市場上搶得先機；三、穩定的原料來源及替代來源；四、菇類生產的廢棄物處理與循環利用可以再擴大開發，以達到菇類產業的永續生產。沒有一個產業沒有問題，而菇類產業的問題來自於長期的漠視，面對變化快速的時代，希望政府相關單位可以盡快解決農業發展的基本問題。

關鍵詞：菇類、勞動力、競爭力、產業升級

菇類生技研討會專刊 /陳美杏等編輯.—台中市

霧峰區:農業委員會農業試驗所 2016.10(民 105.10)

面 19X26 公分。農業試驗所特刊:第 197 號

ISBN: 978-986-05-0378-4

(平裝)

1.菇類 2.生技產業 3.保健食品

菇類生技研討會專刊

編輯:陳美杏、李瑋崧、呂昀陞、石信德、張瑞璋

出版者:行政院農業委員會農業試驗所

地址:台中市霧峰區中正路 189 號

印製者:峰林實業有限公司

定價:平裝 新台幣 500 元。

出版日期:中華民國 105 年 10 月 初版

展售處:國家書店松江門市

台北市松江路三段 209 號 TEL:02-25180207

五南文化廣場

台中市中山路 2 號 TEL:04-22260330

國家網路書店:<http://www.govbooks.com.tw>

ISBN: 978-986-05-0378-4

GPN: 1010502151



行政院農業委員會農業試驗所 Taiwan Agricultural Research Institute

地址：41362 台中市霧峰區萬豐里中正路189號

電話：04-23302301 傳真：04-23338162

網址：www.tari.gov.tw



ISBN：978-986-05-0378-4



9 789860 503784

GPN: 1010502151