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、超氧岐化酵素、有機鍺等生理活性成分，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 fuscosuccinea*）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、有機鍺及其他有效成分(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 ㎝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，讓國人可以品嘗到本土生產之舞菇(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醣體內轉錄核酸片段，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-葡聚醣、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。