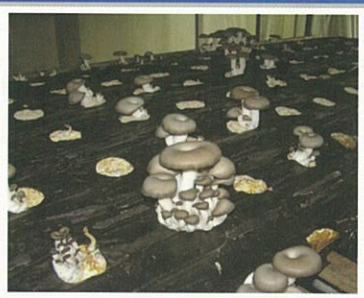
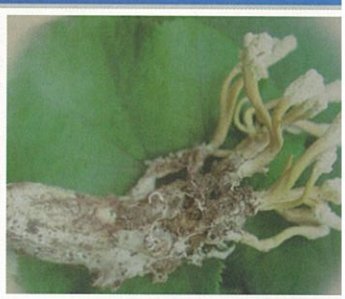
農業試驗所特刊第155號



菇類產業發展研討會專刊

TARI LIB.
C006330



陳錦桐、石信德、陳繹年、安寶貞 主編

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

中華民國一百年十月

「菇類產業發展」研討會專刊

主　編：陳錦桐、石信德、陳繹年、安寶貞

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

中華民國一百年十月


科 技 服 務
Technology Services
菇類產業發展研討會 2011.05.24~25

Proceedings of the Symposium on Mushroom Industry Development

Symposium held at Taiwan Agricultural Research Institute
Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan

October, 2011

Edited by

J. T. Chen, H. D. Shih, Y. N. Chen, and P. J. Ann

Published by

Taiwan Agricultural Research Institute, COA

October, 2011

菇類產業發展研討會專刊

目　　錄

序…… v
菇類產業政策與輔導措施…… 方怡丹、蔡清榮 … 1
東亞近年食用菌生產概況…… 彭金騰 … 9
日本菇類產業及研究現況…… 大賀祥治 … 23
台灣菇類產業發展現況…… 陳宗明 … 25
生鮮菇類行銷實務…… 黃聖義 … 33
液態菌種於菇類產業之應用…… 石信德、陳錦桐、陳啓楨 … 37
菇類栽培替代性介質之開發
…… 梁志欽、黃仕政、吳秋曄、蔡淑瑤、梁志弘、吳寬澤、毛正倫 … 47
菇類栽培後介質之再利用
…… 呂昀陞、陳美杏、李瑋崧、吳寬澤、簡宣裕 … 59
如何栽培出品質穩定的菇類…… 前西和雄 … 71
利用液態菌種生產金針菇…… 李嘉仁 … 75
台灣菇類育種現況與展望
…… 陳美杏、呂昀陞、李瑋崧、石信德、吳寬澤 … 79
菇菌分子農場研發進展與市場展望…… 呂映慈 … 93
六種香菇品系乾燥子實體特性及品質之研究
…… 林婉茹、洪進雄、李堂察、楊舜安、王佳琳、李志中 … 97
菇類採收後保鮮處理技術…… 林慧玲 … 115
菇類菌種保存技術…… 王伯徹 … 129
菇類工廠化生產…… 陳加忠 … 139
近代機能性食藥用菇開發與應用…… 陳啓楨 … 147
蟬花保護腎功能之研究…… 陳勁初、鄭劍廷 … 165
利用指標成分品管牛樟芝產品…… 張東柱 … 175

序

菇類是台灣農業重要的一個精緻產業，台灣在1950年代開始發展洋菇產業，並積極拓展罐頭外銷市場，於1960～70 年間成爲世界第一的出口國。除了洋菇外也開發出全世界首創之香菇太空包栽培技術，及傲視東南亞最大的金針菇產業，行銷世界各國，近年來更開發杏鮑菇等菇類，以自動化栽培技術及環控菇舍管理系統，使得生產邁向企業化與國際化。依據農糧署統計資料，我國新鮮菇類產量年約14萬公噸，產值約88億元，占整體蔬菜總產值475億元之18%，顯示菇類產業這些年來蓬勃發展，是國內極爲重要的產業之一。目前隨著食品安全衛生與養生保健觀念的抬頭，菇類除了鮮食外，也被開發成爲保健產品，如靈芝、木耳、巴西蘑菇、舞菇、北蟲草、樟芝等菇類，這種趨勢對於菇類產業具有很大的發展空間。

食用菇類是一種高經濟價值之農產品，除低熱量外，也含有豐富蛋白質及維生素，目前不少國家均積極投入發展菇類，以作爲優質的營養需求來源。菇類除具有轉化農業廢棄物成食材外，也可解決農業廢棄物可能引起的環境汙染問題。在地球面臨缺水與缺糧的壓力下，相較於動物的飼養，利用菇類培養生產來獲得人類所需的蛋白質，不僅在時間上較爲縮短，其效率較高，也具有較低生產成本，此外，因爲菇類培養無須耗費大量水資源，對於在節能減碳上也有很大的幫助，是值得重點支持與關注開發的產業。不只在台灣，放眼國際，日本、韓國、東南亞及中國大陸，這些年來的菇類發展迅速，國際貿易日益頻繁。本次研討會舉辦目的在於聚焦國內菇類生產之政策、研究方向與國際化等面向，就產業的現況、栽培技術、資材的開發、菇類育種、菌種的保存技術、液體菌種的開發、菇類工廠化的技術、菇體採收後處理、市場行銷及機能性菇類產品的開發等議題，邀請國內外專家與會報告，會後將與會專家的書面論文編印成本專刊，除作爲未來擬定我國菇類的政策發展及研究重點的參考，也期望有助於菇類產業永續發展。

行政院農業委員會農業試驗所

所長 陳駙季 謹誌

中華民國一百年五月

菇類產業政策與輔導措施

方怡丹[1,*]、蔡清榮[1]

[1]農委會農糧署作物生產組蔬菜花卉科

*通訊作者電子信箱：denise@mail.afa.gov.tw

摘 要

國內菇蕈類年產量約14萬公噸，產值約88億元，佔蔬菜總產值475億元之18%左右。菇蕈類屬於資本與技術密集之產業，投入生產之門檻較高，又消費者逐漸體認食用菇蕈產品之益處，消費量逐漸增加，評估菇類產業仍具有競爭潛力。國內菇蕈產業雖具產品安全衛生，採收後處理技術穩定，且業者操作靈活、轉型速度快等之優勢，惟面對中國菇類產業發展迅速，並自日本、韓國等國家引進生產設備與技術，菇類生產瓶頸包括：木屑來源逐漸減少，進口木屑價格高，增加生產成本，菌種弱化及國內消費有淡旺季等問題，加以部分業者赴大陸投資，使得國內既有優勢逐漸喪失，未來亟需開發替代性介質並研發菌種保存及建立檢定技術，建立品牌及加強行銷，以安全、衛生、新鮮及優質特色區隔市場，以確保既有市場，同時輔導業者拓展外銷開發新市場。

關鍵詞：菇類、產業政策、輔導措施

壹、緒 言

台灣菇類主要產區分布於台中縣、彰化縣及南投縣，99年菇類栽培4億5,000萬包，總產量11萬6,466公噸，產值約73億元，佔蔬菜總產值511億元之14.3%。傳統以香菇、木耳及金針菇爲大宗，近年來開發杏鮑菇、秀珍菇、鴻喜菇、巴西洋菇及珊瑚菇等新興菇類。部分業者利用溫控設施，以植物工廠之生產方式周年供應金針菇、杏鮑菇、柳松菇及鴻喜菇，其中以金針菇栽培自動化程度最高。

貳、台灣菇類產銷現況

一、台灣菇類生產情形

台灣菇類栽培生產情形與主要產區如表1，以香菇、金針菇栽培量最大，其次爲杏鮑菇、秀珍菇、木耳、洋菇與其他菇類，合計年產量超過11萬公噸，產值超過73億元以上。

二、進口情形：

99年菇類進口量3,761公噸，進口值1.8億元，進口種類以鴻喜菇、美白菇、乾木耳及乾銀耳等爲主。主要進口國包括中國大陸、韓國、泰國及越南等。

三、出口情形：

99年菇類出口量2,872公噸、出口值1.5億元，以金針菇出口量2,070公噸、出口值8,280萬元最高，其餘香菇、杏鮑菇亦有少量出口。出口地區以中國大陸爲主，少量銷往美國、新加坡、泰國及越南等國家。

表1.台灣菇類生產情形

項目	栽培量	產量 (公噸/鮮)	產值 (百萬元)	產地
香 菇	16,500萬包	39,000	2,808	台中、南投縣
金針菇	15,000萬瓶	42,000	1,764	台中、南投、苗栗、彰化縣
杏鮑菇	5,000萬包	9,000	720	台中、彰化、南投縣
秀珍菇	1,800萬包	4,500	360	台中、彰化、南投縣
木 耳	3,150萬包	4,745	234	彰化、南投、嘉義縣
洋 菇	95,530坪	3,821	286	彰化、南投、台南縣
其 他	--	13,400	1,158	中部地區、屏東縣
合 計		116,466	7,330	

四、菇類產業競爭力分析

(一)優勢(strength)

1.資金與技術集中。
2.產品安全衛生。
3.採收後處理技術穩定。
4.業者操作靈活、轉型速度快。

(二)弱勢(weakness)

1.生產成本高。
2.種原少、新興菌種開發慢、菌種退化等生產問題。
3.專業研究機構(人員)不足。
4.市場規模小。

(三)機會(opportunity)

1.開發不同消費市場與產品附加價值。
(國內市場VS.國際市場)。
(食品VS.保健產品等)。
2.產業轉型與多樣化。
3.以技術設備及衛生安全提昇品質。

(四)威脅(threat)

1.中國大陸之進步與韓國外銷市場之競爭。
2.進口產品逐漸搶佔國內市場。
3.木屑原料來源日益不足。(需要替代性介質開發、減少伐木)

參、菇類研究重點與成果

一、辦理優良菌種檢定與供應：

(一)目的：純化菌種，避免退化，以確保菌種品質。

(二)作法：

1.委託農業試驗所及食品工業研究所針對香菇、杏鮑菇、洋菇等建立優良

菌種檢定與繁殖推廣制度。進行菌絲生長、出菇特性、子實體性狀、產量及DNA資料比對。

2.輔導菌種場於菌種釋出前進行檢定，提供栽培業者優質穩定之菌種。

二、研發木屑替代性介質：

台灣菇類栽培除洋菇及草菇外，多以木屑爲栽培介質。自96年起積極研究替代木屑之可行性。農業廢棄物如蔗渣、稻草、稻殼、牧草類、玉米桿、玉米穗軸及果園之廢棄枝條等，取代部分栽培介質。以玉米桿、玉米穗軸及青割玉米等太空包替代木屑，栽培木耳、平菇屬（如秀珍菇）及金頂側耳屬之菇類（如珊瑚菇），已獲得穩定成果，木屑替代率可達30%以上。

三、改進栽培技術：

分析杏鮑菇、舞菇、蠔菇及大杯菇等新興菇類子實體成分、袋內氣體、子實體抗氧化能力及栽培介質與出菇條件等，以提高產量及品質。開發杏鮑菇栽培模式及改進採後保鮮處理技術。97年非專屬授權予台中縣石岡鄉農會應用。開發金針菇液體菌種接種技術，可縮短產期10天與增加產能約20%，已與栽培場產學合作以實際應用。

肆、產業輔導重點與成果

一、推廣台灣香菇標章區隔進口產品：

93年輔導台灣菇類發展協會註冊取得「台灣香菇」標章，每年核發數量約10萬張(圖一)。

二、菇類栽培廢棄物處理：

輔導台中縣新社鄉等8處主要產區設置專業廢棄太空包處理場10場，減少環境污染。輔導介質回收再利用於其他菇類栽培廢棄木屑作成有機肥或園藝栽培介質太空包塑膠膜回收熱熔再利用爲再製塑膠品。

三、會同查緝走私與協助鑑定：

於港口、海岸巡防及市面等加強查緝走私，防杜自大陸走私進口農產品。協助查緝單位鑑定進口產品，去（99）年協助鑑定香菇與黑木耳237件。銷毀走私農產品，去（99）年沒入銷燬走私菇類235公噸。

伍、產業面臨問題與因應措施

一、中國自日本、韓國等國家引進生產技術，產業發展迅速，台灣應加速整合菇類產業之資源，加強人才培育及技術研發。

二、國內木屑來源逐漸減少，進口木屑價格高，除持續開發替代性介質外，建請林試所測試速生樹種如油桐等，列爲造林樹種，量產木屑供應業者使用。

三、廢棄太空包雖可回收再利用，惟太空包瓶口質材與覆蓋材料（如棉花）之處理過程仍有造成污染疑慮，爲改良處理技術，已積極研發太空包密封扣環之改良質材以替代棉花。

四、國內菇類可周年穩定生產，但消費有淡旺季(如3-7月爲金針菇之淡季)，爲拓展菇類外銷，近年積極開發美國、加拿大及東南亞市場。惟韓國政府補貼金針菇出口，補貼比率高達14%，造成市場不公平競爭，建請國際處協助透過駐外單位收集資料，並洽詢處理機制以協助解決。簽署ECFA後，金針菇列爲早收清單，目前輸往中國大陸之進口關稅爲5%，至101年降爲零關稅。

陸、未來發展方向

一、以產品特色及環保生產永續發展：

輔導栽培場通過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、發展多樣化新興菇類：

加強研發菌種保存及復壯技術，防止菌種弱化及突變。加強引進新興菇類菌種，俾發展多樣化菇類產品。

三、推動短伐期造林方案：

請林務局研議將油桐等速生樹種列入「短伐期造林」推荐樹種，增加造林種類。爲加速推動短伐期造林供應菇蕈業者栽培所需木屑，已請林務局提供輔導之短伐期造林農民名冊，媒合木屑業者及農民契作，實施契作造林生產。

四、加強替代性介質之研發：

持續評估草本植物之替代性介質並研究改良木屑配方(圖二)。

五、加強行銷：

以優質特色輔導開發多樣化食藥用菇類保健及加工產品。以安全、衛生、新鮮及優質特色區隔市場。

六、輔導出口業者拓展外銷：

輔導出口業者及農民團體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。（如輔導業者赴中國大陸、新加坡參加「2011年台灣蔬果節」宣導促銷活動）設立台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台。

七、舉辦產業發展研討會：

整合菇類產業資源，協助業者與農民解決產業問題。於今（100）年5月24-25日邀請產、官、學界共同討論。



圖一、台灣香菇標章



圖二、利用草本植物替代木屑栽培秀珍菇和珊瑚菇之研究

柒、結 語

面對中國大陸及韓國競爭，加入ECFA後應加強輔導金針菇栽培場通過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(圖三)。積極整合業者拓銷國外市場，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，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。



圖三、CAS國產菇類專櫃

東亞近年食用菌生產概況

彭金騰[1,*]

[1]農業試驗所 前研究員

[*]通訊作者電子信箱：tb049825@mail.tbcnet.net

摘 要

一、日本部份：根據日本林野廳公布的2009年特用林產物生產統計，其中食用菌部份之生產量，乾香菇，生香菇，滑菇，金針菇，蠔菇，鴻喜菇(含純白系品種)，舞菇，杏鮑菇，松茸及其他菇類分別爲3,597，75,016，26,138，138,501，2,424，110,741，40,998，37,223，24及3,666公噸，計438,328公噸，如含乾香菇折算鮮菇計474,298公噸，總生產額2,499億日圓，比2008年減少5.4%。其他菇類包含*Lyophyllum decastes* (ハタケシメジ)，*Pleurotus pulmonarius* (ウスヒラタケ)，*Lyophyllum shimeiji* (ホンシメジ)，白靈菇，洋菇，猴頭菇等。以上各菇種近年來之生產量及價格變動走向將被提及。二、韓國部份：2009年韓國主要生產之菇類有乾香菇，生香菇，蠔菇，金針菇及杏鮑菇，各菇之生產量分別2,993，22,797，39,159，61,057及36,808公噸，以上各菇種十年來的生產量與價格變動情形，以及生產者數目的變動將被提到。另韓國蠔菇之獨特栽培方法也會予以介紹。三、中國部份：據統計，2006年全國食用菌總產量1,474萬公噸，比2005的1,235萬公噸，年增長10.49%；2007年總產量1682萬公噸，2008年1,827萬公噸，2009年總產量2,020萬公噸；預計2010年達到2,200萬公噸，比2005年增長64.91%。年平均增長率爲12.98%。其中：蠔菇生產量最大，2009年492萬公噸，占食用菌總產量的24%；黑木耳增長速度最快，2009年產量269萬公噸，比2005年增長1.76倍；金針菇受餐飲業快速增長的需求，產量也較快增長，比2005年增長86.9%；珍稀品種如白靈菇、杏鮑菇、茶薪菇、秀珍菇、姬菇(小蠔菇)、雞腿菇等，越來越受到消費者喜愛，增長速度也比較快。

關鍵詞：日本、韓國、中國大陸

壹、緒言

2009年中國食用菌生產概況；資料來源：日本特產情報第32卷第10號(2011年5月15日發行)，本文根據以下文章整理：2009年の中国におけるきのこ生産況特產情報第32卷第10號第18-22頁 作者：中國社會科學院農村發展所 農業經濟學博士 曹斌。韓國近十年來各主要菇種之生產量、生產額及單價變動情況，是根據韓國のきのこ生産の最新動向特產情報第32卷第4號第24~30頁，作者：日本特用林產振興会情報誌 編輯部

一、日本部份

根據日本林野廳公布的2009年特用林產物生產統計，其中食用菌部份之生產量，乾香菇3,597公噸，生香菇75,016公噸，滑菇26,138公噸，金針菇138,501公噸，蠔菇2,424公噸，鴻喜菇(含純白系品種)110,741公噸，舞菇40,998公噸，杏鮑菇37,223公噸，松茸24公噸，其他菇類3,666公噸，計438,328公噸，如含乾香菇折算鮮菇計474,298公噸，總生產額2,499億日圓，比2008年減少5.4%，因爲幾個重要菇類急劇增產，單價下滑結果。其他菇類包含*Lyophyllum decastes* (ハタケシメジ)，*Pleurotus pulmonarius* (ウスヒラタケ)，*Lyophyllum shimeiji* (ホンシメジ)，白靈菇，洋菇，猴頭菇等。

乾香菇因2008年氣候不順導致減產，單價也下滑，輸入量爲6,086公噸，與輸入尖峰期的2001年比較減少34.2%，生鮮香菇比2008年增產6.6%，但單價下降，生產額減3.3%，輸入生香菇因日本對中國產香菇實施農藥檢驗正面表列制度，生香菇輸入量從2005年之22,526公噸下降至2008年的4,689公噸，而2009年則略爲回升0.7%。菌床栽培生產之生香菇佔總生產量之80%左右，餘爲段木生產。

金針菇連續三年增產，主因栽培技術之革新與經營規模大型化所致，生產者減少，持續傾向增產，市況低迷。在技術革新方面因採取液體菌種接種使生產性提高及大型瓶之普及使單位產量收量增加，另外在主要產地菌種培養中心之運作率提高，大型生產者成本降低，致使用舊有設備生產者面臨嚴酷的單價下滑。

滑菇連續4年維持年產25,000公噸左右，近年從小規模生產走向在大型設施內做高速栽培，成為栽培主流，生產成本競爭更趨嚴峻。另一方面滑菇公斤單價較其他菇種安定，但也從2006年的400日圓下滑至2009年的386日圓。

鴻喜菇2009年產量較2008年上升2.4%，其生產從2006年起5年內，因大企業栽培設備增強，有13%以上之成長，今後鴻喜菇之生產，因爲長野縣大企業公布有年產3,000公噸規模之生產工場要開始運作，新潟縣之大型食用菌生產企業也有17,000公噸之增產計劃，另外長野縣JA生產集團也有年產5,000公噸新規工場之建設，可以預測未來一兩年會有全國大規模的大幅增產。

蠔菇之年產量從80年代的35,000公噸，急速下降到2009年的2,424公噸，主因其栽培技術上之困難點未能突破，其市場被新興菇類奪走，栽培者持續減少，但近年減少傾向慢慢緩和，每公斤單價也逐漸回升，2009年雖也略爲下降，但也有450日圓。

舞菇生產2009年比2008年大幅減產5.5%。舞菇年產量在2002年爲46,846公噸，之後年年持續下降，這主因大企業降低生產量以謀求市況之保持，以及大企業新規設備投資轉向其他菇類所致，近年之舞菇生產90%集中於大企業，想要維持農家型經營之中堅栽培者大幅減少。公斤單價由2000年的800日圓下滑到2008年的609日圓，2009年則回升到678日圓。

杏鮑菇2009年產量比2008年下降2.6%，每公斤單價由2002年的800日圓下降到2007年的516日圓，2009年回升至616日圓。近年杏鮑菇之生產大企業之設備投資告一段落，而且因金針菇市況佳，轉向杏鮑菇之生產者少，生產量還算平穩，但是因爲鴻喜菇急劇增產計劃之發表，鴻喜菇之生產計劃推想有可能轉向杏鮑菇。

二．韓國部份

韓國之食用菌分林產型與農產型兩大類，前者如香菇及松茸，後者如蠔菇，金針菇，杏鮑菇，洋菇及靈芝。2009年韓國主要生產之菇類有乾香菇，生香菇，蠔菇，金針菇及杏鮑菇，各菇之生產及市況分述如下：

1.乾香菇：韓國氣候屬內陸型，夏冬溫差大，香菇菌絲生長受很大影響，冬可低達負20℃，所以其香菇是在嚴酷環境下栽培。香菇以往在林間野外栽培，現今以屋內栽培爲主流，原木植菌後4至5年才開始出菇，多數使用大直徑段木，年產量由2003年的1,937公噸，2004年到2008年大致在2,030公噸前後，但2009年則增加至2,993公噸，因爲韓國生香菇被定位爲高級菇種，售價高，但因景氣變動，其銷路差，對菇農從生香菇轉向乾香菇出貨有很大影響，乾香菇每公斤單價由2000年代前半的25,000韓圓到2009年的20,000韓圓左右，香菇生產者推測爲2600户。

2.生香菇：2000年產量爲17,454公噸，2004年增加到24,500公噸，之後維持在25,000公噸左右，但2009年下降至22,797公噸前後，主因如前述，2003年公斤單價爲7,320韓圓，2006年下降到4,077韓圓，2007年至2009年每年比前一年回升，2009年達到5,810韓圓。生產者推測爲2,000户左右，其中100户爲菌床栽培。韓國之菌床栽培尚處於剛開始階段，推測今後會急速擴大。如同日本，韓國生鮮香菇受從中國輸入很大影響。2010年初韓國國內生香菇價格上升，中國產香菇之輸入增加中，其急劇增加，擔心價格會下滑。韓國政府對中國產香菇含重金屬之反應也頗機敏。

3.蠔菇生產：農產型的食用菌中，歷史最悠久，最受喜愛的就是蠔菇，它以前是農村冬期的換金作物，利用捆成束狀之稻草，在簡易菇舍內做季節性的自然栽培。但自90年代起，輸入空調型食用菌栽培技術，並且一口氣予以推廣普及，近年來甚至將以上技術開發爲韓國獨自的技術與機械。韓國將古代的稻草栽培融合了洋菇栽的發酵殺菌技術成爲多層覆蓋床栽。在韓國已有專門提供蠔菇種菌之研究機關。從近年蠔菇之生產動向來看，2001年產量爲70,759公噸，2009年減至39,159公噸，生產者數目由8,309減到2,673名，公斤單價由4,406韓圓降至2,332韓圓。

4.金針菇生產：韓國的金針菇生產，和蠔菇之空調栽培一樣，以90年代從日本輸出的栽培設施爲出發點，但是相對於蠔菇可以說是國民廣泛所吃的食用菌，金針菇是被當作新食用菌，其需要之基盤弱，市場很快地招致飽和狀態。從其生產增加與淘汰的歷史來看，首先生產量在2000年很快達到23,837公噸，栽培者數目爲176個企業體，翌年的2001年，一口氣增加到37,955公噸，但一到2005年，生產量是40,161公噸，比前一年上升，但栽培者數目卻從173人一口氣減少到53人，單價也從每公斤2,220韓圓下滑至1,560韓圓。這是因爲在韓國經濟停滯時，大型栽培企業往更大型化，低成本化及低價格化推進，對設備之更新無法有所對應之栽培者，因爲價格低廉不得不中止栽培。之後的2006及2007年維持在35,000公噸左右，一時間安定下來，但一到2008年生產量一口氣增加到55,231公噸，2009年更增加到61,057公噸，栽培數目進一步減少到38人。在這生產增加，低價格化時代裡，韓國的食用菌產業界在輸出的事業上像是找到了一條活路，大約有25%的金針菇轉向輸出。

5.杏鮑菇生產：做爲其他菇類，就以在日本栽培已固定下來的舞菇及鴻喜菇，鴻喜菇好不容易已達到開始栽培的地步來說，而舞菇則完全還沒有採取行動。相對於這個，非常快速擴大栽培的杏鮑菇，在開始統計上所顯示的數

字，2003年爲18,358公噸，5年後的2008年增加到45,906公噸，2009年則減少至36,808公噸，栽培者數目則保持在425人。支持這個栽培數目的背景在於具有韓國所特有，已成長起來的民間企業所成立之培養中心之存在。日本在滑菇栽培，雖然有專門培養的企業體存在，但那是以完全靠由JA與生產者所共同出資之補助金的設施導入爲出發點。但是在韓國在大型栽培企業之一貫生產體制推行中，由民間企業所成立之培養中心的事業已經開始，支持小規模生產者之生產。

三．中國部份

據統計，2006年全國食用菌總產量1,474萬噸，比2005的1,235萬噸，年增長10.49％；2007年總產量1,682萬公噸，2008年1,827萬公噸，2009年總產量2,020萬噸；預計2010年達到2,200萬噸，比2005年增長64.91％。年平均增長率爲12.98％。其中：平菇產量最大，2009年492萬噸，占食用菌總產量的24％；黑木耳增長速度最快，2009年產量269萬噸，比2005年增長1.76倍；金針菇受餐飲業快速增長的需求，產量也較快增長，比2005年增長86.9％；珍稀品種如白靈菇、杏鮑菇、茶薪菇、秀珍菇、姬菇、雞腿菇等，越來越受到消費者喜愛，增長速度也比較快。今後因爲三農政策，新農村建設政策之實施，對食用菌之需要一定還會更爲增加。根據國家對食品安全的要求和市場需要，食用菌無公害、綠色、有機產品的生產和消費都有較大提高。隨著區域結構調整，中西部地區食用菌生產也得到了長足發展。食用菌之生產量僅次於食糧，蔬菜，水果及油脂類，是國內第五大農作物。2008及2009食用菌生產之特點是生產量維持更爲增加之傾向，多樣化基質代替基材與栽培品目變多，產地向內陸及東北部之生產擴大。(以上資料主要取材自日本特產情報2010.07.15，2010.11.15，2010.12.15發行)

四．臺灣部份

2009-2010年臺灣主要生產之食用及藥用菇類有金針菇，香菇，洋菇，草菇，杏鮑菇，秀珍菇，木耳，鴻喜菇(白玉菇，白精靈)，茶樹菇，柳松菇，珊瑚菇，巴西蘑菇，夏季鮑魚菇，靈芝，蠔菇，高溫菇等。各種菇之生產情形簡單說明如下：

1.金針菇：受經濟不景氣及其他新興菇之崛起的影響，其生產量已不如往年平均日產量100公噸以上，估計僅剩50至60公噸之間，其出場價格平均25至40元之間，菇農獲利已大不如前，小場無利可圖，不是停產轉售，即轉栽培其他



圖一、杭州批發市場販售的秀珍菇



圖二、茶樹菇



圖三、中國鴻喜菇的工廠化生產



圖四、中國白玉菇的工廠化生產



圖五、中國杏鮑菇工廠化生產



圖六、中國自韓國進口之金針菇



圖七、中國生產的雞腿蘑



圖八、上海一家傳統市場販售之豬肚菌

菇類如杏鮑菇，鴻喜菇或美白菇等，如果台灣經濟持續低迷，失業率居高不下，次年放棄栽培之金針菇場將更多，目前估計僅剩15家左右，與10年前相比僅剩50%左右。

2.香菇：受氣候變化大之影響，加上少數香菇菌種供應商提供之菌種可能有問題，產量不如往年，平均單價雖比往年高，但生產量低，農民獲利不高。出場平均單價每公斤90至110元，年產量粗略估計約18,000公噸。

3.洋菇：利用傳統洋菇菇舍在冬季栽培之菇農數目已大爲萎縮，洋菇生產主要靠環控菇舍，大小栽培農户約30幾家，洋菇平均出場單價每公斤100至140元之間，年產量估計約2,000公噸。菇農堆肥製作以大堆發酵及菇床走菌爲主，户外堆積階段多數移到室內進行即室內發酵，可節省堆肥製作時間，減少能源消耗。



圖九、韓國獨特的蠔菇生產方式

4.秀珍菇：以太空包栽培爲主，多數利用傳統菇舍，少數利用環控菇舍栽培，栽培期間長，每棟菇舍一年使用2至3次，最近幾年栽培農户常遇到不明原因之青黴感染問題，第一周期採收結束後容易受青黴感染，而使產量大爲降低，農民獲利降低，平均出場單價每公斤爲55至85元，年產量約3,000公噸。



圖十、韓國瓶栽的蠔菇出菇情形

5.杏鮑菇：目前皆以環控菇舍栽培，多數採用高溫或低溫殺菌之太空包栽培，少數採用瓶栽，瓶栽都採高溫殺菌方式。杏鮑菇從研究開發迄今將近二十年，因具有絕佳之烹調特性，普遍爲國人接受喜愛，栽培農户近百家，年產量估計約12,000公噸，產品分級，一般分爲A，B，C及D級，A級出場單價每公斤80至100元。



圖十一、韓國瓶栽杏鮑菇(經疏蕾)

6.草菇：菇農多屬專業終年栽培，以廢棉爲主要栽培材料，其栽培期間短，廢堆肥一年只清床一次，通常利用同一傳統菇舍在冬季栽培洋菇，洋菇在翌年三、四月栽培結束後，將覆土取下後，覆以10公分厚已吸水之廢棉，經低溫殺菌後下種，經兩星期後即可採收，一般採收2至3周期即結束，產量每棟50坪菇舍500至1,200公斤，出場單價每公斤40至50元，年產量1,000公噸左右。第一次採收結束後，菇農利用同棟菇舍再覆以吸水廢棉，經低溫殺菌再下種栽培，如此可重覆栽培4至5次。

7.木耳：主要生產之物種是黑木耳，採太空包栽培，以覆以黑色塑膠網之木耳菇舍，利用天然氣候栽培，夏天栽培爲降溫，菇農在屋頂噴水降溫，出場單價約每公斤40至60元，年產量約3,000公斤。

8.鴻喜菇、白玉菇、白精靈：鴻喜菇屬褐色品種，白玉菇爲同一物種但爲白色變種，兩品種都採瓶栽環控自動化栽培，栽培農户或企業有5家左右，包含一家日本投資之企業。出場單價每公斤100至200元。白精靈爲以上白色變種以太空包做空調栽培，菇體菌柄比白玉菇長且粗，菌傘也比較大，每個太空包產量可達300公克以上，其培養期間長需三個月左右，出菇及採收需25至30天，一般採收一周期，因爲栽培及採收管理成本較秀珍菇低，最近有許多秀珍菇農户轉作栽培白精靈，此外也有很多杏鮑菇菇農因爲栽培技術上失敗率較高也轉作栽培白精靈，以致使白精靈之出場單價由每公斤120至160元急降至70至100元。而鴻喜菇及白玉菇之出場單價爲150至300元，以上鴻喜菇，白玉菇及白精靈之總年產量約3,000公噸。

9.茶樹菇、柳松菇：茶樹菇與柳松菇爲同屬不同種，但菇體外觀及烹調特性類似，茶樹菇可以較高溫度栽培，栽培農户利用天然氣候栽培以太空包栽培，每包可生產150至200公克，出場單價每公斤80至120元。柳松菇栽培農户採用瓶栽環控栽培，每瓶(1100 ml)產量80至100公克，出場價格每公斤100至150元。年產量在300公噸左右

10.夏季鮑魚菇：在傳統菇舍栽培，不使用環控設備，以太空包栽培，自從秀珍菇及杏鮑菇興起之後，幾乎已被取代，年產量約600公噸，平均單價12至20元。

11.珊瑚菇：以太空包在傳統菇舍栽培，喜高溼環境，年產量300公噸左右，平均出場價每公斤18至35元。

12.其他菇類如巴西蘑菇，酒杯菇，雞腿蘑及蠔菇只有少量栽培，年產量估計約500公噸以下。

表1. 2009年日本主要食用菌之生產動向(日本林野廳)

區分	生產量(公噸)	對前一年增減率(%)	生產額(億圓)	對前一年增減率(%)	主要生產都道府
乾香菇	3,597	-7.0	161	-17.1	大分、宮崎、熊本、愛媛、岩手
生香菇	75,016	6.6	755	-3.3	德島、北海道、岩手、群馬、栃木
滑菇	26,138	0.7	101	-4.0	長野、山形、新潟、福島、岐阜
金針菇	138,501	5.6	343	-13.0	長野、新潟、福岡、北海道、山形
蠔菇	2,424	-5.9	11	-8.0	新潟、茨城、長崎、千葉、群馬
鴻喜菇	110,741	2.4	579	0.5	長野、新潟、福岡、香川、北海道
舞菇	40,998	-5.5	278	-4.7	新潟、靜岡、福岡、北海道、群馬
杏鮑菇	37,223	-2.6	230	5.6	新潟、長野、　島、香川、福岡
松茸	24	-65.7	7	-74.2	長野、岩手、京都、岡山、和歌山
其他	3,666	-18.1	33	-17.1	(旱田菇及木耳類等)
合計	438,328	2.4	2,499	-5.4	

表2. 韓國10年來.乾香菇之生產動向與價格

年	生產量(公斤)	金額(韓圓)	單價(韓圓/公斤)	生產者數
2000	2,278,008	57,073,212,432	25,054	6936(註1)
2001	2,222,899	53,551,859,809	24,091	
2002	2,230,972	62,424,827,532	27,981	
2003	1,936,904	52,488,154,200	27,009	
2004	1,921,567	52,918,829,486	27,539	
2005	2,031,979	42,649,188,154	20,989	4817(註1)
2006	2,044,057	42,317,663,088	20,703	
2007	2,028,477	40,561,425,738	19,996	
2008	2,031,945	47,995,311,335	19,996	
2009	2,992,829	58,346,497,994	23,620	2660(註2)

註1:韓國山林廳，每五年一次的農林業總合調查資料轉用，乾・生生產量無區別。

註2.產業異關係者之推測。

表3. 韓國10年來生香菇之生產動向及價格

年	生產量(公斤)	金額(韓圓)	單價(韓圓/公斤)	生產者數
2000	17,454,440	103,923,735,760	5,954	6936(註1)
2001	18,518,221	111,297,508,210	6,010	
2002	21,545,351	141,940,772,388	6,588	
2003	22,374,218	163,779,275,760	7,320	
2004	24,397,274	113,398,529,552	4,648	
2005	24,509,121	113,011,556,931	4,611	4817(註1)
2006	23,592,006	96,184,608,462	4,077	
2007	25,356,644	105,204,715,956	4,149	
2008	25,242,120	123,787,356,480	4,904	
2009	22,797,353	132,452,620,930	5,810	2600(註2)

註1:韓國山林廳，每五年一次的農林業總合調查資料轉用，乾・生生產量無區別。

註2.產業異關係者之推測。

表4. 韓國10年來蠔菇之生產動向及價格

年	生產量 (公噸)	金額 (千韓圓)	單價 (韓圓/公斤)	生產者數
2000	70,759	311,764,154	4,406	8,309
2001	70,529	322,105,943	4,567	7,792
2002	72,348	293,334,966	4,055	7,088
2003	61,965	224,158,388	3,618	6,842
2004	52,211	176,708,130	3,385	7,946
2005	56,886	166,105,586	2,921	5,474
2006	45,782	117,110,356	2,558	4,120
2007	45,957	97,681,604	2,126	3,805
2008	40,071	88,556,910	2,210	3,093
2009	39,159	91,299,209	2,332	2,673

韓國農業振興廳資料轉用

表5. 韓國10年來金針菇之生產動向及價格

年	生產量(公噸)	金額(千韓圓)	單價(韓圓/公斤)	生產者數
2000	23,837			176
2001	37,955	99,821,650	2,630	200
2002	38,072	95,560,720	2,510	174
2003	41,232	101,018,400	2,450	127
2004	32,796	72,807,120	2,220	173
2005	40,161	62,651,160	1,560	51
2006	34,400	59,856,000	1,740	58
2007	36,864	62,668,800	1,700	54
2008	55,231	92,235,770	1,670	49
2009	61,057	96,384,580	1,579	38

韓國農業振興廳資料轉用

表6. 韓國7年來杏鮑菇之生產動向及價格

年	生產量(公噸)	金額(千韓圓)	單價(韓圓/公斤)	生產者數
2000				
2001				
2002				
2003	18,358	94,965,934	5,173	653
2004	32,736	158,474,976	4,841	959
2005	43,230	174,605,970	4,039	857
2006	43,256	154,726,712	3,577	587
2007	46,357	153,302,599	3,307	542
2008	45,906	149,056,782	3,247	488
2009	36,808	129,380,120	3,515	426

韓國農業振興廳資料轉用

表7.2009年中國各省及自治區食用菌類之生產量與生產金額

地區	生產量(公噸)	生產金額(萬元)
合計	20,070,606	11,033,109
河南省	2,260,694	1,132,996
山東省	2,061,103	1,236,800
福建省	1,969,742	868,244
河北省	1,769,698	1,003,886
黑龍江省	1,635,220	667,680
江蘇省	1,567,000	652,896
浙江省	950,000	650,000
四川省	937,800	422,000
吉林省	937,030	556,000
湖北省	869,808	391,414
廣西壯族自治區	758,498	424,193
遼寧省	723,475	343,917
廣東省	701,952	678,541
湖南省	650,000	390,000
安徽省	625,770	201,945
江西省	600,000	212,000
陝西省	466,021	280,900
北京市	140,436	98,263
山西省	99,100	56,500
上海市	74,850	79,179
雲南省	69,753	350,000
天津市	67,900	-
重慶市	52,780	22,167
新疆維吾爾自治區	34,749	23,072
貴州省	30,940	282,400
寧夏回族自治區	16,287	8,116

表8.中國2005，2007，2008及2009年食用菌生產量統計

菇菌種類	生產量(公噸)			
	2005	2007	2008	2009
香菇	2,424,845	2,884,765	3,091,115	3,435,447
蠔菇	3,706,137	4,145,662	4,341,427	4,928,662
洋菇	1,527,669	2,440,943	2,375,837	2,181,053
金針菇	838,517	1,177,962	1,549,006	1,567,748
草菇	274,338	437,256	513,093	410,901
黑木耳	975,584	1,441,047	1,905,002	2,697,316
毛木耳	1,124,845	1,113,012	984,535	889,838
白木耳	184,130	251,414	305,692	312,725
滑菇	203,746	259,175	270,189	310,467
猴頭菇	45,348	57,231	46,368	127,064
雞腿蘑	285,100	441,869	411,660	440,714
白靈菇	172,727	181,671	216,837	204,829
杏鮑菇	87,180	202,302	393,203	322,289
茶樹菇	68,844	232,868	327,881	416,360
小蠔菇	42,188	102,726	121,055	133,395
鴻喜菇	176,226	421,406	399,221	442,325
秀珍菇	19,062	133,596	206,745	219,706
舞菇	2,245	7,115	10,833	6,423
竹蓀	836	77,710	54,245	52,827
巴西蘑菇	1,608	47,030	53,433	34,539
松茸	195	1,535	6,310	6,200
牛肝菌	1,486	16,172	28,880	11,659
羊肚菌	253	1,082	1,047	210
靈芝	47,661	116,542	131,906	114,437
天麻	39,611	90,834	93,300	121,749
茯苓	35,222	52,640	68,177	293,314
其他	62,711	420,435	439,467	388,415
總和	12,348,314	16,822,166	18,271,796	20,070,606

日本菇類產業及研究現況

大賀祥治[1,*]

[1]九州大學大學院農學研究院

[*]通訊作者電子信箱：ohga@forest.kyushu-u.ac.jp

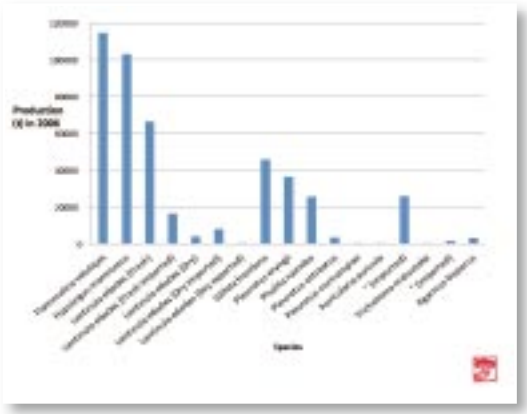
摘 要

菇類產業在日本的森林資源利用中佔有重要的地位，因其生產自森林，故被歸類爲林業產品。目前菇類產業的產值已經超過500億日元且仍在持續地增加中。近年來，由於人們對健康食品的需求迅速增加，其總產值已超過1兆日元。日本農林水 省推行之飲食教育提及菇類是相當好的食物，並建議人們可以天天食用。許多企業從事分離與純化菇類中能夠維護身體健康的重要成分，到目前爲止，已有許多以菇類爲材料的保健食品以及具有刺激免疫、抗癌活性的製劑產品開發完成。此外，菇類亦爲美白和保濕等化妝品值得研究發展的材料。相較於社會上對菇類需求的發展趨勢，在研究方面則是針對菇類育種、栽培方法、生物活性成分及其功能性的分析等方向進行積極研究。菇類的有效成分的含量常會受到品種和栽培方法影響而有明顯的變動，特別是在菇類子實體形成時利用電脈衝刺激之，證明可以顯著增加菇類有效成分的含量。至於菇類的有效運用，舉冬蟲夏草爲例，其在與醫藥學的共同研究中，產生許多全新的成果、論文著作及專利等。本次演講以日本菇類產業及研究現況爲題，概述近年日本菇類產業的發展趨勢並詳細介紹講者等人的研究成果。

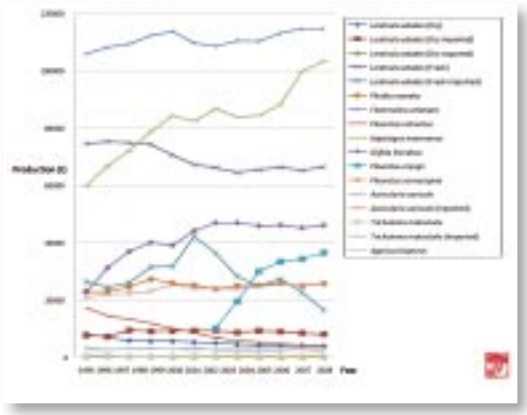
關鍵詞：日本、菇類、產業及研究



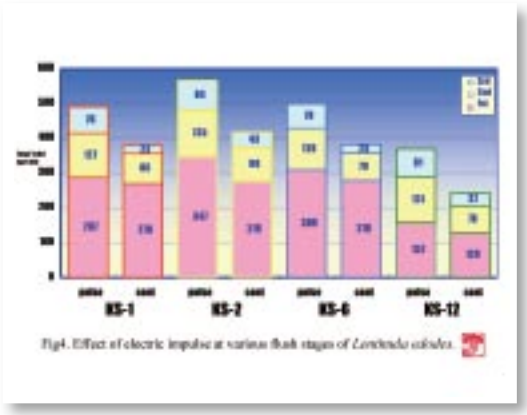
圖一、日本多樣化的新鮮菇類產品



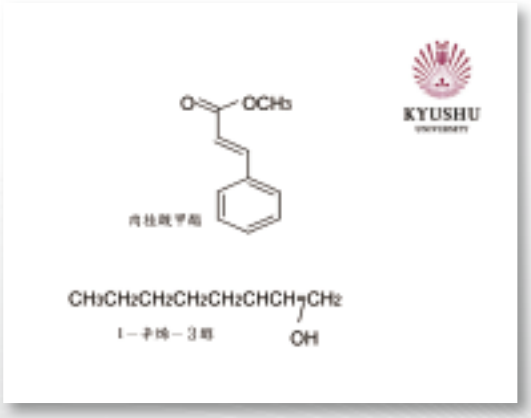
圖二、2006年日本各種菇類產量



圖三、日本各種菇類產量消長圖(1995-2008年)



圖四、利用電脈衝刺激香菇產量比較



圖五、松茸香氣成分



圖六、冬蟲夏草人工栽培情形

台灣菇類產業發展現況

陳宗明[1,*]

[1]台灣菇類發展協會

[*]通訊作者電子信箱：mushroo@ms66.hinet.net

摘 要

台灣菇類產業發展已逾百年之歷史，自1909年起即有香菇椴木人工栽培之紀錄，菇類產業發展至今已有10餘種菇類常見於國人日常生活中，如香菇、洋菇、木耳、金針菇與杏鮑菇…等。菇類產業最初之發展雖係香菇椴木栽培爲主，但在政府大力推行洋菇產業同時，也活絡國內食用菌產業，雖然洋菇產業在1980年後逐漸沒落，但取而代之的香菇與金針菇產業，至今仍是國內最重要的兩種菇類產業，而今雖有許多新興菇類之崛起，如杏鮑菇、秀珍菇、鴻喜菇與美白菇…等，然香菇與金針菇之產值與產量仍居菇類產業前二名，而整體菇類產業之產值目前已逾73億新台幣，佔整體蔬菜產業之15%。近年來菇類市場價格常受韓國菇類產品低價傾銷而影響，其中以金針菇與杏鮑菇影響最甚，追究韓國能低價傾銷之因素，可能與韓國近年來大量使用液態菌種，造成該國產量大增有關，實值得有關研究單位加以重視；而香菇價格過去曾受大陸走私香菇之影響，但近年來有關單位加強走私之查緝與鑑定，也使得香菇價格穩定，讓農民受益良多。然近年香菇、秀珍菇、木耳與杏鮑菇等菇類產業因菌種老化或弱化等問題，導致整體收益受損，因此針對菌種活力鑑定與新品種選育或引進實是相當重要之課題，然綜觀國際上重要菇類生產國如中國、日本與韓國等，對於菇類研究皆有相當大之團隊在進行，而與我國現有菇類研究人力相比，國內菇類研究單位實應調整其編制，擴增研究之人力與物力，如此方有利於解決我國菇類之現況與未來之發展。

關鍵詞：菇類、發展。

緒言

菇類自古以來即是我國重要之食藥兩用資源，如在「神農百草經」中，木耳早已被視爲強身健體之藥材，臺灣地區菇類資源豐富，台灣早年墾荒時期，主要係由原住民自山野中採集，而到日治時期，台灣才開始有系統的栽培紀錄，當時栽培之菇種主要以香菇爲主，最初係以日本引進人工菌種法作爲香菇栽培之方式，同時也開啓台灣椴木香菇之量產，而後由於國民政府來台，日本相關技術人員離台，使得技術出現缺口，但隨後政府因鼓勵洋菇產業之發展，利用洋菇罐頭出口賺取外匯，不僅使我國獲得「洋菇王國」之美名，更建立未來國內食藥用菌研究之基礎，也因此雖然洋菇產業在1980年代之後，由於抵擋不住大陸與東南亞地區，廉價之勞工與原物料，逐漸喪失洋菇罐頭出口之市場，但隨之興起之香菇產業與金針菇產業，至今仍是國內菇類產業之前二名，而整體菇類產業之年產值已達70幾億元，佔整體蔬菜產業之15%，實是政府應加重視之產業，然近年來農業統計資料中，菇類相關資料有許多謬誤之處，因此本文除將針對本協會發展之沿革與國內菇類產業發展現況進行敘述外，還將整理部份產業界之建議，以提供相關單位擬定菇類產業發展政策之參考及擬定研究發展之目標。

台灣菇類發展協會之沿革

台灣菇類發展協會係由菇農、製包場和菇類買賣商組成的人民團體，本會創立於1993年1月，迄今已逾18年，目前進入第六屆第三年，當時之創會理事長爲方昇茂先生，目前會員包含菇農400多人，製包場約40家與菇類買賣商20多家等，爲國內菇類產業最大之人民團體，本會之前身爲台灣省香菇研究發展協會，創會之原因係由於當時中國菇類走私對於國內香菇產業造成嚴重之衝擊，因此爲保護國內菇農之權益與消費者食用之安全，因此由香菇菇農爲主進行創會，但由於時代之演進，國內菇類產業蓬勃發展，其他菇類栽植業者也表示需要有發聲之管道，所以本會於2004年正式更名爲台灣菇類發展協會，以擴大對台灣菇農之服務。本會目前主要之工作包括：協助政府查緝走私香菇和鑑定產地、推廣台灣菇類標章以和進口菇做區別、協助政府推行菇類生產履歷制度、協助政府解決菇類產業問題等，藉以成爲菇農與政府之連絡橋樑，並使菇農心聲能讓農政與農研相關人員了解，以達促進菇類產業發展之目的。

台灣食用菇發展史

台灣菇類發展之歷史最初可溯及1909年，由日本人首次在埔里地區進行人工椴木香菇栽培成功，其菌種係由日本引入，而後再相繼引入如木耳與草菇，並在國內人工栽培成功，而後至1951年農試所研究人員自美國將洋菇菌種引入，並在國內栽培成功，也爲未來洋菇產業奠定良好之基礎，並在1970年代讓我國成爲洋菇外銷出口世界第一，也讓當時台灣有著「洋菇王國」之美名；此外在1970年代，金針菇玻璃瓶栽之技術也由彰化陸友公司自日本引進，在同年代也分別引進滑菇、杏鮑菇與雞腿菇，並栽培成功，同時期椴木栽培白木耳與鮑魚菇也獲得成功，而草菇也因採用廢棉作原料於1971年栽培成功，大大提高草菇產量；但當時最重要之發展則是在1973年所開發出之木屑太空包栽培技術，當時利用在木耳、鮑魚菇與香菇上，不僅減少生產之時間，也增加產量，直至現在此技術仍爲國內菇類生產之主流。到了1980年代，更多新興菇類引進台灣，如：由日本引進之巴西蘑菇、柳松菇與舞菇以及斤耳、秀珍菇等，金針菇也在此時期由日本引進塑膠瓶栽培法，並開始自動化栽培，香菇太空包的栽培也逐漸達到高峰。90年代台灣菇類的發展計有雪耳（斤耳的白變種）、竹蓀、金福菇、珊瑚菇，其中珊瑚菇（金頂側耳）可能從中國大陸引進。2000年後台灣從日本引進鴻喜菇（眞姬菇），從中國大陸引進酒杯菇，自歐洲引進紫丁香蘑，均獲得栽培成功，但產量不大。近年來杏鮑菇是台灣年最熱門的栽培品種，在這段期間(2006-2007)杏鮑菇的栽培也進入成熟期。同時白精靈菇(美白菇、白色蟹味菇)在此時期也以太空包栽培成功。

台灣菇類產業現況

國內菇類產業之發展在2000年後迅速蓬勃發展，其中食用菇類其產值於2008年已超過70億元，目前國內栽培數目最高之菇種爲香菇，2010年之栽培數爲1億6千5百萬包，主要之產區爲臺中新社與南投埔里、魚池與國姓等地，但近年來由於氣候變遷之影響導致產量銳減，目前之產量僅39,000噸，產值約爲28億；排名第二爲金針菇，2010年之栽培數爲1億5千萬瓶，主要產區爲臺中、南投與苗栗等地，目前之產量爲42,000噸，產值約爲17億；排名第三爲近年來迅速發展之杏鮑菇產業，年栽培量爲5,000萬包，目前主要之栽培地爲臺中、彰化與南投等地，目前之產量爲9,000噸，產值約爲7億。近年來菇類產業中變

化最大的菇種首推秀珍菇，其目前栽培數僅約1,800萬包，約僅剩2008年之一半，產量也僅剩2008年之3成多爲4,500噸，爲近年來縮減最多之菇種，而推究其原因可能與菌種弱化及太空包木黴病之發生有相當之關係，而木耳雖然栽培數有增加，但由於氣候暖化導致產量不足，使得2010年之產量僅約2008年之一半爲4,745噸，顯示氣候變遷對傳統菇類如香菇與木耳影響甚鉅，值得相關單位加以重視。

國內菇類之銷售情形，若就周年生產狀況主要可在8~9月份與1~2月份見到兩個高峰期，這兩個時期主要是因應中秋節與春節之需求，而在價格部份鮮香菇100年較去年同期之價前略爲上揚，可能與今年度冬季寒流較多，導致產量減少有關，價格約在90元/公斤，杏鮑菇之市場也是較往年價格上漲，均價在90~100元/公斤間波動，金針菇市場往年在4~8月爲明顯之淡季，而8月份以後價格開始上揚，而今年度上揚幅度較大，均價約在65元/公斤，而在春節前夕達近百元之價位，木耳之均價也較往年爲高，均價約達50元/公斤，而此原因可能與2~3月氣候較冷，木耳產量不足有關。

台灣菇類進出口現況

我國目前菇類市場主要是屬於內需爲主，而外銷市場較少，目前主要外銷之產品以金針菇爲主，其他菇類產品除乾洋菇有少量出口紀錄外，皆無外銷之情形，但乾香菇之進口部份，由2008年1.44噸到2010年之98.10噸，進口量有顯著上升，然其進口國家主要爲韓國，而韓國每年皆須自大陸地區進口大量之乾香菇(2010年自中國進口4,852噸)，故此些乾香菇是否係藉由第三地轉口輸入，實值得進一步了解。鮮杏鮑菇進口量在2007年有大量自韓國低價傾銷，在今年度再次見到韓國低價杏鮑菇進口，可見韓國菇類產業之發展迅速，也是我國未來極需效法之對象。

菇類產業之建議

本協會近年來參與國內菇類產業之各項活動，並積極參加國外各項研討活動與參觀活動後，發現幾點對與菇類產業相當重要之問題，因此整理如下列幾點：

育種暨優良品種的保存

近兩三年香菇栽培的產量有逐年下降的趨勢，其中除了氣候和栽培基質以外，品種的退化和變異相信應該也是一個重大因素，故優良品種的選育刻不容緩，而且目前杏鮑菇、木耳、秀珍菇、洋菇也存在同樣問題。

液體菌種技術的應用

金針菇產業在去年十一月後雖然價格不錯，但主要應是某一金針菇廠遭火災停產，市場供應吃緊的因素，韓國金針菇的栽培早已全部採用液體菌種，日本也逐漸接受韓國液體菌種栽培模式，使用此模式栽培可節省成本，增加產量。我國金針菇產業若不跟上，可能面臨重大考驗，希望相關機關也能重視此一趨勢。

將主要菇類列入農業統計年報

菇類自列入統計年報以來，就只有洋菇和香菇這兩類，但洋菇在目前其產值已大不如前，故本會建議應以其他產值較大者列入，不要讓上網查尋者以爲我國只產洋菇、香菇而已，香菇產量請標示（乾香菇）或以鮮香菇產量統計。

產地考察蒐集樣品並加強查緝

乾香菇因屬中國大陸不得進口的產品之一，目前世界四大產區中屬於低價位產區，故往往標售到配額的廠商，無不絞盡腦汁，將中國大陸所產之乾香菇經由包裝以第三地國家爲產地，將其產品進口到我國，先後計有日、韓、泰、越、美等地，其中日、泰、美近些年已無轉口之乾香菇，但韓國（99年10月~100年1月進口到我國約100噸）一直都有，越南今年一至四月出口到我國的乾香菇絲有114噸，而這種乾香菇絲只有中國大陸有產，故本會建議農委會應派員前往韓國-中、南部暨越南產區考察，瞭解其栽培方式、產量、價格，並蒐集樣品，以供鑑定比對採用。

提昇組織，充實菇類研究人員

鑑於菇類栽培問題重重，但我國菇類研究人員寥寥無幾，比不上中國的一個菇類栽培縣，故亟待充實菇類研究人員，將農試所的菇類研究室，提昇爲分所或最少也要成立菇類研究中心，這樣才有助我國菇類的發展。

結 論

台灣菇類的發展算算也有百來年，其中除了香菇和金針菇較穩定外，其他菇類的穩定度相對不足，常有被替代的情形發生，加上去年（民國99年）菇類整體產量銳減二成，因此針對各種菇類之安定生產技術刻不容緩，實是確保菇類產業發展之重要課題。自前年發生韓國金針菇進口的情形後，金針菇產業也面臨了來自韓國的競爭，因此了解韓國目前之菇類產業概況，已達知己知彼百戰百勝之效。今後台灣菇類的發展尚須政府和業者共同合作，以渡困境。

表一、台灣菇類之栽培量與分佈

名稱	栽培量		分佈
	2008	2010	
香菇	16000 萬包	16500 萬包	台中、南投縣
金針菇	17000 萬瓶	15000 萬瓶	台中、南投、苗栗縣
杏鮑菇	6000 萬包	5000 萬包	台中、彰化、南投縣
秀珍菇	3500 萬包	1800 萬包	台中、彰化、南投縣
木耳	3000 萬包	3150 萬包	彰化、南投、嘉義縣
洋菇	115189 坪	95530 坪	彰化、南投、台南縣
鴻喜(含美白菇)	—	—	彰化、南投、屏東縣
其他	—	—	中部地區

表二、台灣菇類之產量與產值

名稱	產量(噸/鮮)		產值(百萬元)	
	2008	2010	2008	2010
香菇	48,000	39,000	2,640	2,808
金針菇	44,200	42,000	1,768	1,764
杏鮑菇	13,200	9,000	924	720
秀珍菇	12,250	4,500	735	360
木耳	10,500	4,745	472	234
洋菇	4,663	3,821	261	286
鴻喜(含美白菇)	—	3,800	—	582
其他	12,000	9,600	720	576
合計	144,813	116,466	7,520	7,330

表三、近年來台灣菇類進出口統計資料

名稱	年度							
	2010		2009		2008		2007	
	進口	出口	進口	出口	進口	出口	進口	出口
乾香菇	98.10		26.78		1.44		14.59	
乾木耳	893.3		1024.55		770		685	
乾銀耳	293.96		221.83		214		224	
乾洋菇	26.01		22.34		44	3	31	6
乾巴西蘑菇	35.35		18.7		24		17	
其他乾菇	249.33		182.02		158		200	
鮮洋菇	0.06		0.45		0.11		0.31	
鮮杏鮑菇	20.9		8.03		20		85	
其他鮮菇	90.96 (鴻)	2411.4 (金)	451.15 (鴻)	3167.54 (金)	596	1500	691	1414.7

1.單位：公噸

2.鴻：鴻喜菇，金：金針菇

生鮮菇類行銷實務

黃聖義[1,*]

[1]彰化縣菇類生產合作社－萬生集貨包裝場

[*]通訊作者電子信箱：cimc16@yahoo.com.tw

壹、市場概況

一、銷售項目：

1、以金菇、生香菇、杏鮑菇、秀珍菇、鴻喜菇、木耳、平菇等品項占大宗。（以上品項占銷售總量約85%）。

2、近來鴻喜菇銷量成長迅速，其他新興菇類銷售量較少。

3、有些珍稀菇類叫好不叫座。

二、行銷體系（內銷）：農場 → 經銷商 → 批發商 → 零售商 → 消費者

（外銷）：農場 → 貿易商 → 當地批發商

三、銷售管道分佈：

1、傳統市場（果菜批發市）；2、超市、大賣場；3、罐頭加工、乾燥即食（不含乾香菇）4、外銷（金菇爲主）；5、網路行銷；6、休閒農場

貳、目前銷售問題

一、本國市場規模小，淺碟市場。

二、淡、旺季銷量差距大。

三、農場對品質分級觀念未落實。

四、生產規模不大，品牌眾多，不利促銷及開拓外銷。

五、產銷秩序未能建立產銷權責制度，價格混亂。

六、外國進口，衝擊市場價格。
七、面臨其他國家強力補助侵蝕外銷市場。

參、未來努力方向

一、開發內銷生鮮菇料理方式，提升銷售量的基礎面。
二、加強子實體加工產品的開發與銷路。（支持生鮮菇價格的法寶）
三、光復外銷市場，增加外銷品項與比重，擴大農場基本產量，降低成本並減輕內銷量壓力。
四、加強農場對品質分級的落實，統合行銷品牌。
五、改善集貨、物流設備，減少品質損耗。



圖一、國內展覽-台中德安購物中心



圖二、菇類包裝物流介紹-彰化縣菇類生產合作社



圖三、物流備貨作業



圖四、配銷接單作業



圖五、空調包裝作業

液態菌種於菇類產業之應用

石信德[1,*]、陳錦桐[1]、陳啟楨[2]

[1]農業試驗所植物病理組

[2]南台科技大學生物科技系

*通訊作者電子信箱：tedshih@tari.gov.tw

摘 要

菇類生產需經菌種製作與培養、培養基質製作與菌種接種培養、出菇管理等三階段過程。一般菌種培養階段均利用麥粒、裸麥、高粱等穀類種子或木屑爲主配方製作固體菌種，再接種至培養基質中擴大培養，往往耗時費力，且易受雜菌污染，菌種穩定性差，菌絲常有生長不正常之現象發生，是目前菇類產業經營上所遭遇到的問題。相較於固體菌種，液態菌種係指生長在液體培養基中的菌種或菌絲體，在產業應用上又稱爲深層發酵或深層培養。爲因應菇類產業朝向自動化、規模化與國際化，菇類液態菌種之開發與應用已成爲未來發展的趨勢。應用液態菌種栽培菇類的優點有：1.降低生產成本。2.提升菌種產能(其生長速率快及高養分利用效率)。3.菌齡較短(生長週期短)、純度較高及活力強。4.縮短栽培時間及提早出菇。5.增加庫房周轉率、節省人力及固態菌種生產空間。6.可增加菌種自動化生產，減少勞力。7.菌種接種一致性。雖然液體菌種有許多好處，不過仍須注意事項有：1.從事菌種篩選及改良。2.考量適當的設備投資。3.注重乾淨的生產環境。4.建立標準操作技術及流程。5.增加菌種的櫥架壽命。

關鍵詞：液態菌種、菇類產業、接種機

緒言

菇類是人類日常生活中所不能欠缺的食物，也是農業重要產值來源，我國洋菇罐頭外銷量在1960-70年代爲世界第一，曾有洋菇王國的美譽。台灣目前栽種生產的菇類有香菇、金針菇、杏鮑菇、秀針菇、洋菇、鴻喜菇(白精靈，白玉菇)、木耳、靈芝、草菇、高溫菇、蠔菇、夏季鮑魚菇、巴西蘑菇、柳松菇、茶樹菇、珊瑚菇及猴頭菇等，總產值接近新台幣100億元。其中以太空包推廣栽培香菇數量已達1億六仟萬包，產值達新台幣27-28億元；另外，杏鮑菇自動化生產技術與品種改良已推廣商業化生產。近年來隨著消費型態的改變，各種食藥用菇類因其對人體具有特殊生理活性物質，如多醣體、三萜類、麥角固醇、核苷酸、蛋白多醣、核酸、有機鍺、食用纖維等，具有抗腫瘤、免疫調節、降血壓、降血糖、降膽固醇、抗細菌及病毒、延緩骨質疏鬆等保健功效，成爲新興健康食品及保健產品所開發的對象[(2)]。菇類產品之生產主要分爲子實體及菌絲體，子實體經由椴木栽培、木屑太空包或栽培瓶生產；菌絲體則需依賴液態培養而得。菇類生產需經菌種製作與培養、培養基質製作與菌種接種培養、出菇管理等三階段過程。一般菌種培養階段均利用麥粒、裸麥、高粱等穀類種子或木屑爲主配方製作固體菌種，再接種至培養基質中擴大培養，往往耗時費力，且易受雜菌污染，菌種穩定性差，菌絲常有生長不正常之現象發生，是目前菇類產業經營上所遭遇到的問題。相較於固體菌種，液態菌種係指生長在液體培養基中的菌種或菌絲體，在產業應用上又稱爲深層發酵或深層培養。爲因應菇類產業朝向自動化、規模化與國際化，菇類液體菌種之開發與應用已成爲未來發展的趨勢。

一、菇類液態菌種發展概況

1948年美國Humfeld氏首先採用並報導液體培養技術可以培養蘑菇(*Agaricus campestris*)菌絲體後，利用深層發酵技術培養各種食、藥用眞菌引起人們的極大重視。1958年Szuecs氏是第一個用發酵槽來培養羊肚菌（*Morchella esculenta*）菌絲體做爲食品調味料，從此食用菌之液態培養菌種的成功例子相繼出現。1975年日本杉恒武等人曾用1%的有機酸和0.5%的酵母膏作爲培養基，獲得到大量的香菇菌絲體。1960年中國陳美聿等人則對香菇進行深層培養研究後，大陸方面針對數十種食用菌已經有許多液態培養的研究[1]。國內菇類栽培業界對於液態菌種一直都採取觀望態度，到目前爲止僅少數菇農嘗試，限制了食用菌液態菌種的推展。

全世界已有許多食藥用菇類被嘗試開發做液體菌種，包括：牛樟芝(*Antrodia cinnamomea*)、洋菇(*A. bisporus*)、蘑菇(*A. campestris*)、巴西磨菇(*A. brasiliensis*)、毛木耳(*Auricularia auricula*)、黑木耳(*A. polytricha*)、金針菇(*Flammulina velutipes*)、北蟲草(蛹蟲草)(*Cordyceps militaris*)、舞菇(*Grifola frondosa*)、靈芝(*Ganoderma lucidum*)、猴頭菇(*Hericium crinaceum*)、香菇(*Lentinula edodes*)、滑菇(*Pholiota nameko*)、玉米菇(*Pleurotus citrinopileatus*)、杏鮑菇(*P. eryngii*)、香魏蘑(*P. ferulae*)、蠔菇(*P. oyster*)、鳳尾菇(*P. sajor-caju*)、美味側耳(*P. sapidus*)、草菇(*Volvariella volvacea*)等70餘種。據文獻指出由實驗室或小規模試驗結果發現，絕大多數的食藥用菇類的菌絲均能在適宜的培養條件下，於液態培養基中生長，並可做爲接種用之液態菌種[4,5,6]。近年來在荷蘭、美國、英國、大陸、日本及韓國，均有利用液態菌種進行菇類商業化運轉的案例，這些菇類如洋菇、杏鮑菇、金針菇、香菇及黑木耳等[3]。

二、液體菌種的製作、操作流程及培養的條件

(一)生產設備

1.搖床：利用三角玻璃燒瓶內的液體培養基於搖床中振盪培養生產。搖床的特性會影響氧氣的質傳效應，進而影響菌體的生長，因此通常根據實際情況選擇培養時的搖床種類及振盪速度。搖床的型式通常爲往復式及旋轉式，往復式的回轉速度爲80-140 rpm；旋轉式的回轉速度爲60-300 rpm。

2.生物反應器或發酵槽：利用攪拌式或氣舉式發酵槽，可進行菇類的液體菌種生產特定代謝產物，例如菇類多醣體或三萜等之深層培養。

(二)培養基

菇類的液體菌種發酵培養基組成包括：碳素源、氮素源、無機鹽、水份及其他微量元素等。根據不同菇類之生長考量其營養需求、原料來源、價格而設計其配方。常用的原料有：糖蜜、葡萄糖、砂糖、蔗糖、澱粉、馬鈴薯等充作碳源；玉米粉、黃豆粉、蛋白胨、酵母抽出物等充作氮源。此外，亦有添加維生素或無機鹽等。這些配方經高溫(121℃)及高壓15psi (100 KPa)滅菌30分鐘後備用。

配方實例：

(1)金針菇培養基配方爲：澱粉30公克/每公升、葡萄糖40公克/每公升、蛋白胨0.7公克/每公升、硫酸鎂0.3公克/每公升、磷酸二氫鉀0.7公克/每公升、B1維生素1.2毫克/每公升及1公升水。

(2)北冬蟲夏草培養基配方爲：葡萄糖20公克/每公升、馬鈴薯200公克/每公升、黃豆粉10公克/每公升、蛋白胨20公克/每公升、牛肉抽出物3公克/每公升、B1維生素20毫克/每公升、B2維生素10毫克/每公升及1公升水。

(三)操作流程

1.搖瓶操作：利用接種棒刮取已經成長在固態培養基的菇類菌絲塊(大小約爲0.5 x 0.5公分)；或0.5-3%接菌量(體積比)，於無菌操作箱中接種至三角燒瓶後，於適當溫度下進行(3-7天)搖床培養。

2.發酵槽操作：利用於搖瓶前培養之菌種進行擴大的菌種發酵生產。此階段的接菌量通常爲培養基的10-20%(體積比)。接種用的前培養菌種若先經均質化處理，再接種到液體培養基中，可以提高培養效率。

(四)液體菌種培養的條件

1.溫度：大多數的菇類菌絲體生長具有廣泛的溫度適應範圍，一般以18-30℃較爲適合，過高或過低的溫度均會影響其產量。

2.攪拌和通氣：經過除菌處理的空氣，方能進入發酵槽。氧氣供應量會直接影響菌體的生長代謝作用，因此爲了增進通氣效率及使每一個菌體細胞獲得充足的氧氣生長，必須透過攪拌來增加培養液中的溶氧量(dissolved oxygen, DO)。通氣的另一個作用是維持槽體的正壓，以防止空氣中雜菌污染培養液。攪拌速度通常爲150-180 rpm；通氣量則維持在1-5 vvm。

三、液態菌種的分析及檢查

(一) 生物質量：根據菌絲量及菌絲團大小判定液態菌種之質量。

1.菌絲量：經離心去除發酵上清液秤量鮮重，或將含水菌絲於烘箱中烘乾後秤量乾重。

2.菌絲團：80%以上的菌絲團直徑小於0.5毫米(mm)。

(二) 純度分析：判斷液態菌種是否遭受污染或不良生長。

1.感官分析：成熟的液態菌種具有菇類特有的味道，其發酵液較爲澄清透明，若有雜菌(通常爲細菌)污染時呈現混濁且具有異味(如酸、臭等)。

2.顯微鏡觀察：發酵過程中定時取樣，於光學顯微鏡下觀察菌絲體狀態，若發現異常菌絲體表示菌絲生長不良[1]。

四、液態菌種的接種

利用接種工具如分注器、接種槍或接種器將熟成的液態菌種，接種至栽培用太空包或塑膠瓶，例如將牛樟芝液態菌種以噴槍接種在椴木上，以進行後續的出菇管理階段。一般接菌量爲0.5-3% (體積比)。近年來亦有廠商開發液態菌種專用的接種平台機器，可確保在無菌狀態下進行接種工作，不過這類機器造價較爲昂貴，較適合較大規模的企業使用。南台科技大學所開發的液體菌種接種機具有半自動化特性適合一般栽培場使用，配合接種噴嘴設計爲45°細霧噴出，可以均勻將菌種灑在塑膠栽培瓶瓶口表面及底部， 用本型液態菌種接種之金針菇栽培瓶，其平均金針菇菌種生長時間縮短7-10天，產量增加3-5%。

五、液態菌種的優點

應用液態菌種栽培食藥用菇類的優點有：1.降低生產成本。2.提升菌種產能(其生長速率快及高養分利用效率)(圖一)。3.菌齡較短(生長週期短)、純度較高及活力強。4.縮短栽培時間及提早出菇。5.增加庫房周轉率、節省人力及降低固態菌種生產空間。6.可增加菌種自動化生產，減少勞力。7.菌種接種一致性。

結 論

聯合國食品法規委員會所採用的危害分析關鍵控制點技術體系(Hazard Analysis and Critical Control Points, HACCP) 已被納入到食用菇類的自動化栽培體系中，配合接種機進行接種，其操作簡便快速可達到自動化及標準化的要求，得到高品質的菌種；不但方便管理，更具有產業優勢(圖二)。雖然液態菌種有許多好處，不過仍須注意事項有：1.從事菌種篩選及改良。2.考量適當的設備投資。3.注重乾淨的生產環境。4.建立標準操作技術及流程。5.增加菌種的櫥架壽命。台灣加入WTO後面臨各種外來的挑戰，食用菇類市場也同樣面臨強大的競爭，因此，筆者認爲菇類的栽培技術需要改變與創新才能迎接競爭與挑戰，要積極開發各種菇類的液態菌種技術，以提升國內菇類產業發展的國際競爭力。

引用文獻

1.呂作舟. 2008. 食用菌無害化栽培與加工. 化學工業出版. 487 pp。

2.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。

3.Eyal, J. 1991. Mushroom mycelium grown in submerged culture-potential food application. 31-64 pp. In: Biotechnology and food ingredients. Goldberg, I. and Williams, R., eds. Van Nostrand Reinhold, New York.

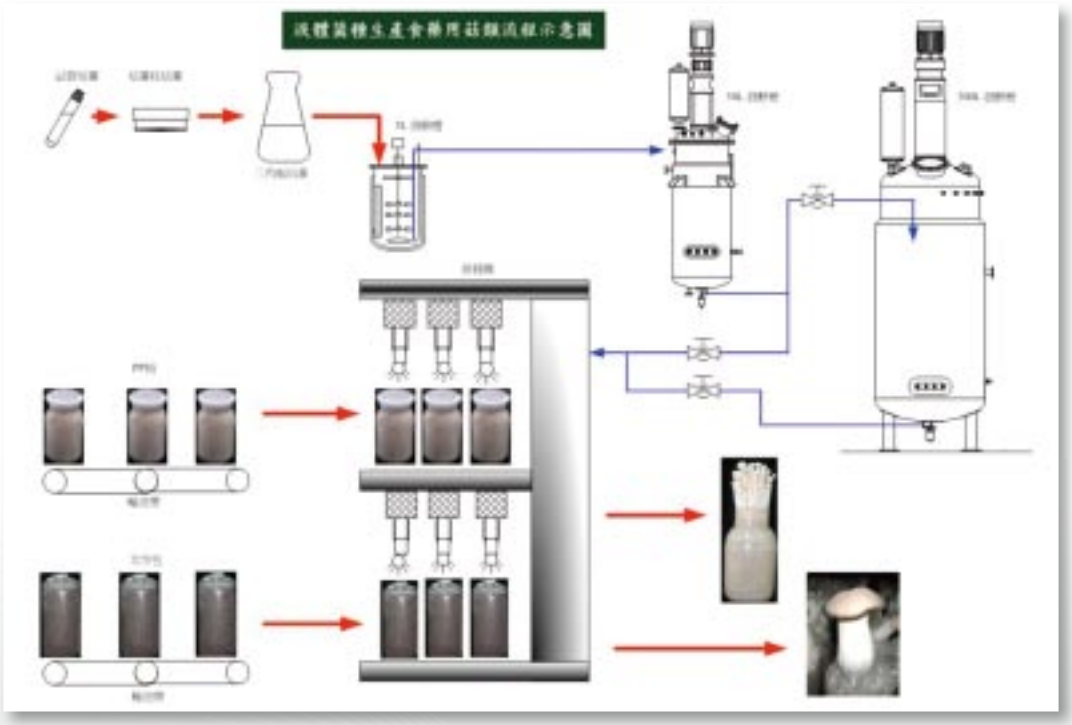
4.Friel, M. T. and McLoughlin, A. J. 2000. Production of a liquid inoculum/spawn of *Agaricus bisporus*. Biotechnol. Lett. 22:351-354.

5.Kawai, G., Kobayashi, H., Fukushima, Y. and Ohsaki, K. 1995. Effect of liquid mycelial culture used as a spawn on sawdust cultivation of shiitake (*Lentinula edodes*). Mycoscience 37:201-207.

6.Leatham, G. F. and Griffin, T. J. 1984. Adapting liquid spawn *Lentinus edodes* to oak wood. Appl. Microbiol. Biotechnol. 20:360-363.



圖一、農試所育成之杏鮑菇B012及ESPS品系子實體(上排爲木屑固態菌種栽培，下排爲液態菌種栽培)



圖二、液態菌種生產食藥用菇類流程示意圖

Development and Application of the Liquid Spawn for Mushroom Industry

Shih, Hsin-Der[1,*], Chen, Jin-Tong[1] and Chen, Chee-Jen[2]

[1]Plant Pathology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Wu-Feng Taichung, Taiwan

[2]Department of Biotechnology, Southern Taiwan University, Tainan, Taiwan

[*]Corresponding author, E-mail：tedshih@tari.gov.tw

Abstract

Comparing liquid spawn with soil spawn, the liquid spawn possess the following merit, the short time of cultivating fungus, the quick velocity of sending out, the order of fungus age, and the convenient of inoculation etc. By the way, it is more convenient for the edible fungus on grand scale and industry production. There are few papers mentioned about the domestic research of liquid spawn production or extraction of metabolite. This article aims to introduce a model of liquid spawn for the winter mushroom cultivation, and apply to other edible or medicinal mushroom cultivation.

Key words: liquid spawn, mushroom industry, inoculums machine.

菇類栽培替代性資材之開發

梁志欽[1,*]、黃仕政[2]、吳秋曄[3]、蔡淑瑤[4]、梁志弘[2]、吳寬澤[5]、毛正倫[6]

[1]大葉大學生物資源學系

[2]中州科技大學保健營養系

[3]中州科技大學餐飲廚藝系

[4]亞洲大學保健營養生技學系

[5]農業試驗所植物病理組

[6]中興大學食品暨應用生物科技學系

[*]通訊作者電子信箱: zcliang@mail.dyu.edu.tw

摘 要

台灣菇類的產量(以鮮菇計)約14萬公噸/年，估計每年至少需要35萬公噸的木屑。由於台灣森林面積有限且因過度開發而逐漸縮減，未來可能因林木資源缺乏，導致菇類栽培產業無法持續發展。爲尋求取代木屑栽培菇類的替代性資材，本研究分別以三種牧草植物(鋪地黍、狼尾草、玉米桿)和三種農業廢棄物(蔗渣、稻草、稻殼)取代部分木屑進行珊瑚菇、秀珍菇、木耳和杏鮑菇的栽培試驗。根據生物效率的結果顯示，鋪地黍、狼尾草、玉米桿和蔗渣均適合做爲栽培珊瑚菇的替代性資材，其中以蔗渣最佳；玉米桿和蔗渣適合做爲栽培秀珍菇的替代性資材，其中以蔗渣最佳；鋪地黍、玉米桿和稻草適合做爲栽培杏鮑菇的替代性資材，其中以玉米桿最佳；鋪地黍、玉米桿和蔗渣適合做爲栽培木耳的替代性資材，其中以玉米桿最佳。

關鍵詞：: 牧草植物、農業廢棄物、珊瑚菇、秀珍菇、木耳、杏鮑菇、菇類栽培。

緒言

全球菇類產業在近幾十年來蓬勃發展，菇類產量逐年提升[4]，而菇類所賴以生長的木屑需求量亦不斷增加。近幾年來台灣菇類的生產量(以鮮菇計)約14萬公噸/年，若以栽培數量而計，其中以太空包栽培香菇約有1億6,000萬包/年，杏鮑菇約有6,000萬包/年，秀珍菇約有3,500萬包/年，木耳約有3,000萬包/年，而以塑膠瓶栽培金針菇約有1億7,000萬瓶/年[2]，保守估計每年至少需要35萬公噸的木屑，換言之每年至少要砍伐等重量的樹木。眾所周知大量砍伐樹木會造成森林逐漸消失，大氣調節功能破壞，加速溫室效應，生態環境失去平衡。爲減緩樹木砍伐的速度，許多研究報告早已在尋求取代木屑栽培菇類的適合材料。例如:Bonatti等[3]利用稻草和香蕉葉進行*Pleurotus ostreatus* 及*P. sajor-caju*的栽培研究; Pant等[9]以麥草和蔗渣栽培*Pleurotus florida*、*P. pulmonarius* 及*P. sajor-caju*。Tisdale等(2006)利用五種入侵夏威夷的外來樹種(*Falcataria moluccana*、*Casuarina equisetifolia*、*Eucalyptus grandis*、*Psidium cattleianum*、*Trema orientalis*)之木屑栽種*Pleurotus ostreatus*; Das等人[5]以印度當地常見的獅耳花屬(*Leonotis* sp.)、細葉金午時花(*Sida acuta*)、銀膠菊(*Parthenium argentatum*)等草本植物栽培蠔菇，其中以獅耳花屬和稻草以1:1的配方可得到最高產量。

台灣人工栽培的菇類大部分是屬於木生菌，其主要的培養料爲闊葉木木屑，因此每年需要相當數量的木材。然而台灣的森林面積不僅有限且因過度的開發而逐漸縮減，若按目前的栽培方式，終有一天台灣的林木資源會無法滿足菇類產業的需要，導致此一產業無法持續發展。雖然近年來台灣菇類栽培所需的木屑已有捉襟見肘的現象產生，而必須向其他國家進口，但這不是根本解決的辦法，因此極需產官學研等各界一起思考，未雨綢繆地建立改善的方法。本研究爲了尋求適合的材料作爲栽培菇類的介質，選擇3種常見的牧草植物如鋪地黍、狼尾草和玉米桿，及本地的3種農業廢棄物如蔗渣、稻草和稻殼取代木屑栽種珊瑚菇、秀珍菇、杏鮑菇和木耳，進行菌絲生長、子實體產量和生物效率的探討。

珊瑚菇栽培試驗

一、珊瑚菇菌絲的生長情形

珊瑚菇菌絲在鋪地黍爲介質中，以取代1/2木屑的配方生長較快；在狼尾草爲介質中，以取代1/3木屑的配方生長較快；在玉米桿爲介質中，以取代1/3木屑的配方生長較快；在蔗渣爲介質中，以取代1/2木屑的配方生長較快；在稻草爲介質中，以取代1/2木屑的配方生長較快；在稻殼爲介質中，以取代10 %木屑的配方生長較快。整體而言，以玉米桿爲介質的培養基珊瑚菇菌絲生長最快，其中又以取代1/3木屑的配方最快，以蔗渣爲介質的培養基次之，此顯示玉米桿和蔗渣爲適合珊瑚菇菌絲生長的介質。

二、珊瑚菇的出菇生物效率

珊瑚菇出菇生物效率方面，對照組爲40.75%。在鋪地黍爲介質中，以取代1/2木屑的配方生物效率較高，爲57.58%；在狼尾草爲介質中，以取代1/3木屑的配方生物效率較高，爲53.58%；在玉米桿爲介質中，以取代1/2木屑的配方生物效率較高，爲65.40%。在農業廢棄物中，除了以稻草爲介質的配方生物效率低於對照組外，其餘均較對照組高。在蔗渣爲介質中，以取代2/3木屑的配方生物效率較高，爲76.58%；在稻草爲介質中，以取代1/3木屑的配方生物效率較高，爲33.24%；在稻殼爲介質中，以取代10%木屑的配方生物效率較高，爲46.54%。此顯示以三種牧草植物和蔗渣爲介質可明顯增加珊瑚菇的產量，而以稻草爲介質則會降低珊瑚菇的產量。

秀珍菇栽培試驗

一、秀珍菇菌絲的生長情形

秀珍菇菌絲在鋪地黍爲介質中，以取代1/2木屑的配方生長較快；在狼尾草爲介質中，以取代1/3木屑的配方生長較快；在玉米桿爲介質中，以取代1/2木屑的配方生長較快；在蔗渣爲介質中，以取代1/3木屑的配方生長較快；在稻草爲介質中，以取代1/3木屑的配方生長較快；在稻殼爲介質中，以取代20%木屑的配方生長較快。整體而言，以玉米桿和蔗渣爲介質的培養基秀珍菇菌絲生長較快，其中玉米桿以取代1/2木屑的配方最快，以蔗渣取代1/3木屑的配方次之，由結果顯示玉米桿和蔗渣均爲適合秀珍菇菌絲生長的介質。

二、秀珍菇的出菇生物效率

秀珍菇出菇生物效率方面，本試驗僅採收三潮菇，總計對照組生物效率爲39.55%。在鋪地黍爲介質中，以取代1/2木屑的配方生物效率較高，爲57.16%；在狼尾草爲介質中，以取代2/3木屑的配方生物效率較高，爲46.89%；在玉米桿爲介質中，以取代2/3木屑的配方生物效率較高，爲58.33%(圖一)。比較三種介質的生物效率以玉米桿爲最高，次爲鋪地黍，最低爲狼尾草，但狼尾草的三個不同配方培養基生物效率較接近。在農業廢棄物中，除了以蔗渣爲介質較對照組高外，其餘以稻草和稻殼的不同配方均較對照組低。在蔗渣爲介質中，以取代2/3木屑的配方生物效率較高，爲75.44%；在稻草爲介質中，以取代1/3木屑的配方生物效率較高，爲27.29%；在稻殼爲介質中，以取代10%木屑的配方生物效率較高，爲28.52%。比較六種介質的生物效率以蔗渣爲最高，次爲玉米桿，此顯示以蔗渣和玉米桿爲介質可明顯增加秀珍菇的產量，而以稻草和稻殼爲介質則會降低秀珍菇的產量。

杏鮑菇栽培試驗

一、杏鮑菇菌絲的生長情形

杏鮑菇菌絲長滿培養基的時間，對照組爲36.5天，以鋪地黍爲介質的培養基介於34.1-38.4天，以狼尾草爲介質的培養基介於37.7-41.7天，以玉米桿爲介質的培養基介於37.0-45.3天，以蔗渣爲介質的培養基介於31.1-37.6天，以稻草爲介質的培養基介於35.5-39.1天，以稻殼爲介質的培養基介於35.8-45.3天。

菌絲生長速率方面，對照組爲4.38 mm/day，在鋪地黍爲介質中，以取代1/2木屑的配方生長較快，菌絲生長速率爲4.69 mm/day；在狼尾草爲介質中，以取代1/3木屑的配方生長較快，菌絲生長速率爲4.24 mm/day；在玉米桿爲介質中，以取代1/3木屑的配方生長較快，菌絲生長速率爲4.33 mm/day；在蔗渣爲代料中，以取代1/2木屑的配方生長較快，菌絲生長速率爲5.14 mm/day；在稻草爲介質中，以取代1/2木屑的配方生長較快，菌絲生長速率爲4.51 mm/day；在稻殼爲介質中，以取代30 %木屑的配方生長較快，菌絲生長速率爲4.47 mm/day。結果顯示，大部分的試驗組培養基之生長速率較對照組慢。在所有的試驗組培養基中則以蔗渣爲介質的培養基之生長速率較對照組快，其次爲以鋪地黍取代1/2木屑的配方。

二、杏鮑菇的出菇生物效率

經低溫刺激後杏鮑菇原基體出現的時間，對照組爲9.8天，以鋪地黍爲介質的培養基介於6.3-6.7天，以狼尾草爲介質的培養基介於8.8-10.8天，以玉米桿爲介質的培養基介於6.2-11.3天，以蔗渣爲介質的培養基介於8.7-11.3天，以稻草爲介質的培養基介於7.8-9.5天，以稻殼爲介質的培養基介於10.8-12.0天。一般而言，以鋪地黍和稻草爲介質的培養基原基體出現的時間較對照組快；以狼尾草和玉米桿爲介質的培養基，隨著添加量增加，低溫刺激原基體出現的時間會增加。

本試驗無論實驗組或對照組配方亦皆僅採收1潮菇。對照組的生物效率爲69.91 %，以鋪地黍爲介質的三種配方之生物效率，均高於對照組，以取代1/2木屑的配方生物效率最高，達84.38 %；以狼尾草爲介質的三種配方之生物效率，除以取代1/3木屑的配方生物效率高於對照組，達77.34 %，餘均低於對照組；以玉米桿爲介質的三種配方之生物效率，亦均高於對照組，以取代1/3木屑的配方生物效率最高，達93.25 %(圖二)；以蔗渣爲介質的三種配方之生物效

率，除蔗渣取代1/3木屑的配方外，均高於對照組，以取代2/3木屑的配方生物效率最高，達90.11 %；以稻草爲介質的三種配方之生物效率，則均高於對照組，其中以取代2/3木屑的配方生物效率最高，達86.15 %；但以稻殼爲介質的三種配方之生物效率，則均低於對照組。

杏鮑菇出菇時每包太空包生產的菌柄數目不均，即使是同一種配方亦有差異，進而可能會影響產量。經統計結果，每包平均菌柄數目對照組爲4.5支，以鋪地黍爲介質的培養基介於4.0-5.0支，以狼尾草爲介質的培養基約爲3.7支，以玉米桿爲介質的培養基介於4.2-6.0支，以蔗渣爲介質的培養基介於2.8-3.9支，以稻草爲介質的培養基介於2.8-5.0支，以稻殼爲介質的培養基介於2.0-2.6支。每支菌柄的平均重量對照組爲56.1 g，以鋪地黍爲介質的培養基均高於對照組，介於61.9-76.0 g；以狼尾草爲介質的培養基亦均高於對照組，介於66.0-95.8 g；以玉米桿爲介質的培養基則僅取代1/3木屑的培養基低於對照組，餘均高於對照組，介於51.7-65.0 g；以蔗渣爲介質的培養基介於50.1-89.0 g；以稻草爲介質的培養基介於58.7-78.3 g；以稻殼爲介質的培養基則均低於對照組，介於24.3-37.9 g。

本研究試驗顯示杏鮑菇菌絲生長速率較快的配方，出菇的生物效率並非最高。由生物效率的結果顯示，以鋪地黍爲介質的培養基生物效率高於對照組爲12.0-20.7 %；以玉米桿爲介質的培養基生物效率高於對照組為6.2-33.4 %。以蔗渣為介質的培養基生物效率(除取代1/3木屑的配方)高於對照組為17.6-28.9 %，以稻草為介質的培養基生物效率高於對照組為2.9-23.2 %，以稻殼為介質的培養基生物效率則低於對照組為52.9-69.9 %。由生物效率的結果顯示，鋪地黍、玉米桿、蔗渣和稻草均適合做為取代木屑栽培杏鮑菇的資材。



圖一、以玉米桿取代2/3木屑的配方栽種秀珍菇



圖二、以玉米桿取代1/3木屑的配方栽種杏鮑菇

木耳栽培試驗

一、木耳菌絲的生長情形

木耳菌絲長滿培養基的時間，對照組爲35.5天，以鋪地黍爲介質的培養基約38天，以狼尾草爲介質的培養基介於32.0-38.7天，以玉米桿爲介質的培養基約35天，以蔗渣爲介質的培養基介於35.2-37.1天，以稻草爲介質的培養基介於42.8-44.1天，以稻殼爲介質的培養基介於43.5-45.4天。

菌絲生長速率方面，對照組爲4.84 mm/day，在鋪地黍爲介質中，以取代1/3木屑的配方生長較快；在狼尾草爲介質中，以取代1/3木屑的配方生長較快；在玉米桿爲介質中，以取代1/2和2/3木屑的配方生長較快。在蔗渣爲介質中，以取代2/3木屑的配方生長較快；在稻草爲介質中，以取代1/3木屑的配方生長較快；在稻殼爲介質中，以取代20 %木屑的配方生長較快。所有的實驗組配方中，僅狼尾草取代1/3木屑的配方的生長速率較對照組快，及蔗渣取代2/3木屑的配方的生長速率與對照組相當，其餘的配方均較對照組慢。

二、木耳的出菇生物效率

本試驗無論實驗組或對照組配方皆可採收四潮菇。總計四潮菇的生物效率對照組爲99.49 %，在鋪地黍爲介質中，以取代2/3木屑的配方生物效率最高，爲148.12 %；在狼尾草爲介質中，以取代1/2木屑的配方生物效率最高，爲129.54 %；在玉米桿爲介質中，以取代1/3木屑的配方生物效率最高，爲145.05 %；以蔗渣爲介質的生物效率均較對照組高，其中以取代1/2木屑的配方最高爲128.45%；以稻草爲介質中，除取代1/3木屑的配方低於對照組，其餘配方均較對照組高，其中以取代2/3木屑的配方最高爲159.14%(圖三)，而且隨著稻草添加的量越多，木耳的產量也越多；在稻殼爲介質中，僅以取代20 %木屑的配方較對照組高，生物效率爲124.47%。



圖三、以稻草取代2/3木屑的配方栽種木耳

由生物效率的結果顯示，以鋪地黍爲介質的培養基生物效率高於對照組爲25-48 %，以狼尾草爲介質的培養基除取代1/3木屑外高於對照組爲27-30 %，以玉米桿爲介質的培養基生物效率高於對照組爲29-45 %，以蔗渣爲介質的培養基生物效率高於對照組爲3.6-29.1 %，以稻草爲介質的培養基除取代1/3木屑配方外高於對照組爲21.6-60.0 %，以稻殼爲介質的培養基生物效率僅取代20%木屑配方高於對照組爲25.1 %。由以上結果顯示，鋪地黍、玉米桿、蔗渣和稻草均適合做爲取代木屑栽培木耳的資材。

結 論

本研究分別以3種農業廢棄物和3種牧草植物部分取代木屑栽培珊瑚菇、秀珍菇、杏鮑菇和木耳，初步研究成果已找出取代部分木屑栽培上述菇類的適合介質，使用這些介質有數項優點：(1)不須進行發酵處理，(2)生產成本可降低，(3)產量將可提高，增加收益，(4)可減少農業廢棄物的產生。但以現行的模式仍有其問題或缺點：(1)尚無適合的大型機器大量粉碎上述介質，目前粉碎後的顆粒仍過大，裝填太空包易造成破洞；(2)粉碎後的介質需進行乾燥處理且需有足夠的儲存空間。未來如能解決這些問題或缺點，以上述介質取代木屑栽培菇類的可行性頗高。

誌 謝

本文感謝農委會農糧署科技計畫(計畫編號爲96農科-4.2.2-糧-Z2(20)、97農科-4.2.2-糧-Z2(2)、98農科-4.2.2-糧-Z2(15))及96、97、98年度興台計畫經費補助。

引用文獻

1. 林占熇、林輝. 2003. 菌草學. 中國農業科學技術出版社。

2. 陳宗明. 2008. 台灣菇類的發展、現況及面臨的問題. 2008菇蕈生物科技產學論壇.大葉大學. 彰化。

3. Bonatti, M., Karnopp, P., Soares, H. M., and Furlan, S. A. 2004. Evaluation of Pleurotus ostreatus and *Pleurotus sajor-caju* nutritional characteristics when cultivated in different lignocellulosic wastes. Food Chem. 88:425-428.

4. Chang, S. T. 2005. The role of edible and medicinal mushrooms on human welfare. p.211-219.中國菌物學會首屆藥用眞菌產業發展暨學術研討會論文集第211-219頁. 南通. 江蘇。

5. Das, N., and Mukherjee, M. 2007. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* on weed plants. Bioresource Technology 98:2723-2726.

6. Liang, Z. C., Wu, C. Y., and Wang, J. C. 2005. The evaluation of using mushroom sawdust wastes for cultivation of *Pleurotus citrinopileatus*. Fungal Science. 20(1,2):27-34.

7. Liang, Z. C., Wu, C. Y., Shieh, Z. L., and Cheng, S. L. 2009. Utilization of grass plants for cultivation of *Pleurotus citrinopileatus*. Int. Biodeterior. Biodegrad. 63:509-514.

8. Liang, Z. C., Wu, K. J., Wang, J. C., Lin, C. H., and Wu, C. Y. 2011. Cultivation of the culinary-medicinal lung oyster mushroom, *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél. (Agaricomycetideae) on grass plants in Taiwan. Int. J. Med. Mushrooms. 13(2):193-199.

9. Pant, D., Reddy, U. G., and Adholeya, A. 2006. Cultivation of oyster mushrooms on wheat straw and bagasse substrate amended with distillery effluent. World J. Microbiol. Biotechnol. 22:267-275.

10. Tisdale, T. E., Miyasaka, S. C., and Hemmes, D. E. 2006. Cultivation of the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on wood substrates in Hawaii. World J. of Microbiol Biotechnol. 22:201-206.

The development of sawdust replacement materials for mushroom cultivation

Zeng-Chin Liang[1,*], Shih-Jeng Huang[2], Chiu-Yeh Wu[3], Shu-Yao Tsai[4], Chih-Hung Liang[2], Kuan-Jzen Wu[5], Jeng-Leun Mau[6]

[1]Department of Bioresources, Da-Yeh University, Datsun, Changhua, Taiwan

[2]Department of Nutrition and Health Science, Chung Chou University of Science and Technology, Yuanlin, Changhua, Taiwan

[3]Department of Culinary Arts, Chung Chou University of Science and Technology, Yuanlin, Changhua, Taiwan

[4]Department of Health and Nutrition Biotechnology, Asia University, Wufeng, Taichung, Taiwan

[5]Division of Plant Pathology, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan

[6]Department of Food Science and Biotechnology, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan

*Corresponding author, e-mail: zcliang@mail.dyu.edu.tw

Abstract

In the recent, the yield of cultivated mushrooms was held at about 140,000 tons yearly in Taiwan. Most of the cultivated mushrooms are saprophytic, wood-decomposing fungi. Therefore, the demand of sawdust, which is the main substrate for mushroom cultivation, is very extensive. However, owing to not only limited but also over deforestation, the area of forest in Taiwan is gradually decreased. According

to the present cultivated style for mushrooms, the forest resource in Taiwan will not meet the demand of mushroom's industry, which is result in hindering the development of this industry. In order to seek sawdust replacement materials for mushroom cultivation, this research was to partially replace sawdust by three grass plants (*Panicum repens*, *Pennisetum purpureum* and *Zea mays*) and three agricultural wastes (bagasse, rice straw and rice hull) for *Pleurotus citrinopileatus*, *P. sajor-caju*, *P. eryngii* and *Auricularia polytricha* cultivation, respectively. According to the results, it is feasible for using *P. repens*, *P. purpureum*, *Z. mays* and bagasse partial replaced sawdust on cultivation of *P. citrinopileatus*, especially bagasse; *Z. mays* and bagasse for cultivation of *P. sajor-caju*, especially bagasse; Panicum repens, Zea mays and rice straw for cultivation of *P. eryngii*, especially Zea mays; Panicum repens, Zea mays and bagasse for cultivation of *A. polytricha*, especially Zea mays.

Key words: grass plant, agricultural waste, *Pleurotus citrinopileatus*, *P. sajor-caju*, *P. eryngii*, *Auricularia polytricha*, mushroom cultivation

菇類栽培後介質之再利用

呂昀陞[1,*]、陳美杏[1]、李瑋崧[1]、吳寬澤[1]、簡宣裕[2]

[1]農委會農業試驗所植物病理組

[2]農委會農業試驗所農業化學組

[*]通訊作者電子信箱：yunsheng@tari.gov.tw

摘 要

我國菇類年產值已逾90億，每年使用之木屑太空包與產瓶已超過2億5千萬包/瓶，所產生之農業廢棄物估計超過120萬公噸，目前雖已有業者利用菇類栽培後介質作爲堆肥，然卻仍有部份菇農將其丟棄於田間，造成環境之污染。近年來由於環保意識抬頭，因此菇類栽培後介質之再利用也成爲相當重要之課題，目前之應用方向可包含1.作爲菇類栽培之介質；2.作爲作物栽培之有機堆肥或抑病介質；3.作爲禽畜養殖之飼料；4.作爲燃料或生質能源之原料；5.作爲生態環境修復之材料；6.作爲酵素或多醣體萃取之來源等。國內對於菇類栽培後介質再利用之研究，主要集中於取代部份木屑作爲菇類栽培介質、製成有機堆肥或抑病介質等，對於其他應用方式較少著墨。妥善利用菇類培後介質，不僅可減少農業廢棄物之產生，還可增加菇農之收益，值得進一步研究與推展。

關鍵詞：農業廢棄物、菇類栽培介質、有機堆肥

緒 言

我國自60年代起政府即積極推動種植洋菇產業，並配合洋菇罐頭加工，不僅讓我國獲得洋菇王國之美名，更爲菇類產業奠定下良好之基礎，近年隨著養生風氣之盛行，國人對於菇類產品需求更是大增，目前年產值已逾90億新台幣，爲我農業中相當重要之產業。隨著菇類產業之發達，廢棄資材處理也成爲衍生之重要環境問題，目前我國每年生產之太空包數目約爲29,600萬包，菇類栽培瓶約7500萬瓶[1]，若以每包/瓶之基質之重量爲1公斤，依據食用菌平均生物效率40 %進行計算[20]，每年所產生之廢棄資材約爲22萬噸，如無法妥善處置這些廢棄物，對環境將造成嚴重之傷害。國內雖已有部分業者與菇類產銷班利用所生產之菇類栽培後介質製作堆肥，但仍有部分業者因無法有效處理廢棄太空包，只能將其棄置於空地，此些太空包不僅容易孳生蚊蠅，還可能成爲木黴菌或其他雜菌之溫床，進而影響到栽培環境之衛生。國內過去對於菇類栽培後介質之利用探討較少，目前主要著重於再次作爲菇類栽培之介質與有機堆肥等方向，然在其他國家，菇類栽培後介質再利用是相當受重視之課題，以中國大陸爲例，當地稱食用菌栽培培養基廢料爲食用菌菌渣或菌糠，其年產量可達4.57×107噸[20]，爲解決栽培後介質對環境造成之影響，並使菇類產業永續發展，各國皆已投入龐大之研究能量，本文將分別針對菇類栽培後介質在不同層面之應用進行介紹，以提供業界與有關單位未來對菇類栽培後介質再利用時之參考。

菇類栽培後介質之營養價值

菇類栽培後介質的主要成分與其培養基質具有相關性，因此不同種菇類之栽培基質存在部分差異，此外由於不同種菇類對於培養基質養份利用程度不同及栽培時採收周期不同，所以不同地區或不同種類之菇類栽培後介質皆存在有若干差異，例如金針菇與杏鮑菇雖皆爲採收一次性之菇類，但杏鮑菇之主要栽培基質配方和金針菇有所不同，因此兩者在成分上即有差異。此外如香菇與杏鮑菇兩者的採收次數即差異很大，香菇一般可採收4-6周期，杏鮑菇則僅採收1周期，兩者對於介質之利用程度也有差異。菇類生長過程中會產生大量酵素以分解木質素、纖維素與半纖維素等大分子物質，將其轉化成小分子

的養份提供菇類利用，其中木質素的降解比例約爲30%，粗纖維則約降低40-70%[19]，而栽培後介質上除殘留大量菌絲體外，還會有菌絲生長過程所產生之各種多醣、有機酸、酵素與其它活性或代謝物質，還包括產生大量蛋白質、纖維素與胺基酸等[19, 20]，其中粗蛋白含量可高達25-40%，氨基酸含量可達0.05-0.06%。菇類栽培後介質也會含有較豐富之礦物質元素，如鐵、鈣、鋅與鎂等[19]。杏鮑菇栽培後之介質中含有相當豐富之養份，其總氮含量爲新鮮木屑之4.47倍，鎂含量爲2.7倍，鐵含量爲1.38倍，錳含量爲1.28倍，鋅含量爲1.67倍，且其碳氮比爲40.99，新鮮木屑碳氮比爲185.88，顯示杏鮑菇栽培後之介質仍存在有極高之養份，可供進行再利用，藉以提升其利用價值。

菇類栽培後介質作爲菇類栽培之材料

菇類對於栽培基質之利用程度不同，常導致其栽培後介質營養成分之差異，其中僅採收第一周期之菇類，如杏鮑菇與金針菇，由於僅採收一次，因此培養基質內仍含有尚未被利用之豐富養分，若僅用作爲有機堆肥或禽畜飼料，換算栽培成本，利用價值太低，加上目前國內木屑來源短缺，如能利用這些栽培後介質替代木屑製作太空包，不僅可有效利用此些介質，還可減少新木屑之需求。目前國內外皆有利用栽培後介質作爲菇類栽培材料之案例，例如以金針菇菌糠栽培平菇，可發現平菇菌絲生長較爲強勢之現象[6]；以秀珍菇菌糠栽培洋菇可使生物效率達63%[18]；此外平菇菌糠栽培雞腿菇試驗中，使用不超過35%之菌糠，除可使菌絲生長旺盛，還可使前3周期之生物效率達126%以上[16]；梁氏等人利用香菇木屑廢棄物可取代1/3的新木屑用來栽培玉米菇(金頂側耳)，並增加20%之產量[15]。此外本所對栽培後資材再利用試驗之結果也顯示，利用杏鮑菇栽培後介質栽培秀珍菇，可使其生物效率提升，其中以替代1/3之生物效率最高可達58.1%，較使用新鮮木屑者爲高。同時測試杏鮑菇栽培後介質對香菇品種921栽培之結果亦顯示，替代木屑組之走菌速度較快，且在替代1/3新鮮木屑之配方組合下，可獲得最佳之產量，每包較未處理組多約100g之鮮重，達345.37g；此外在杏鮑菇栽培後介質栽培杏鮑菇之試驗，亦可發現僅用新鮮木屑之產量最低，且利用栽培後介質替代木屑可降低材料成本約40%[14]；本所使用秀珍菇栽培後介質栽培花臉香蘑，亦可成功出菇，惟其出菇效率還需進一步研究改進。利用菇類栽培後介質再次栽培菇類，不僅可減少農業廢棄物之產生，還可增加其經濟效益，而且由於培養料經過菇類菌絲之分解，其中存在許

多簡單之化合物，因此更容易被菇類菌絲利用，使其生長快速，此外栽培後介質之保水效果亦較未堆積之木屑佳，因此更有利於菌絲之生長[26]。然利用此類介質進行栽培時應注意其滅菌之過程，避免殺菌不完全造成二次污染，此外由於各種菇類對養份利用之差異，因此爲達養分充分利用之效果，應將栽培後介質進行成分分析後，再進行最適配方之篩選，藉以達到最佳之利用效率。

菇類栽培後介質應用於作物栽培

我國目前菇類栽培主要以木屑爲主，若將其栽培後介質利用作爲作物栽培之用，則可解決育苗、盆花之栽培時，所需之栽培介質進口問題，不僅可降低成本亦能解決農業廢棄物之污染問題，因此許多研究學者積極將農業廢棄物開發成爲本土化之栽培介質。作爲良好之育苗介質，除需有良好的物理特性和養份的平衡外，還需注意通氣性與保水性，利用菇類栽培後木屑所製成之堆肥，具有蓬鬆性質，不僅可以增加土壤的通氣性，還具良好的保水能力及增加生物活性，可促進土壤肥力[22]，張氏等人將堆積腐熟之廢棄金針菇木屑堆肥及粉碎稻殼爲主之材料，以不同混合比例調配成洋香瓜育苗介質培育洋香瓜苗，並以荷蘭進口培養土爲對照，比較瓜苗乾物重及定植後之生育差異。結果顯示廢棄金針菇木屑堆肥保水力略低但通氣性良好，又其水溶性氨態氮、磷、鉀、鎂含量豐富[13]；電導度甚高，但未見瓜苗發生鹽害，惟水溶性鈣含量遠低於進口培養土，而由瓜苗葉片分析顯示，鈣含量亦較以進口培養土育苗者低；幼苗期新葉時而出現缺鐵黃化變小現象；針對缺鈣、缺鐵進行肥力調整試驗，選擇適宜之洋香瓜育苗介質，即以廢棄金針菇木屑堆肥添加20%或40% 粉碎稻殼；並於1公升介質中，混以5克碳酸鈣及5克硫酸亞鐵；所育成之瓜苗乾物重均較以純廢棄金針菇木屑堆肥育苗者明顯增加，與進口培養土育苗者不相上下，且瓜苗定植後，植株生長及發育明顯比以進口培養土育苗者佳。故以廢棄金針菇木屑堆肥及粉碎稻殼爲主材料，調配洋香瓜育苗介質當爲可行[24]。但由於菇類栽培後之廢棄物通常含有較高的可溶性鹽類，而生長期較短的許多菇類廢棄物中除了菇類菌絲之外，還有大量未分解的添加物質如米糠，因此須經過適當的處理，才能做爲育苗之介質，否則若將未經處理之菇類栽培後基質直接施用於田間或是作爲育苗介質，往往會降低作物的發芽率或產生葉片白化的現象[21]。此外，菇類栽培後介質經過適當的調製，還可作爲抑病介質之用[23]，例如將香菇太空包堆肥混合魚粉、血粉、硝酸銨、生石灰及丙烯醇調製成FBN-5A混合

物，經田間試驗具有防制豌豆立枯病的效果[23]。王與黃(2000)以生長過香菇之太空包木屑加入硝酸銨及過磷酸鈣均勻混合，每隔一星期翻堆1次，經發酵3個月，對於胡瓜猝倒病的發生有顯著的抑制效果[2]。另外，黃等人(2000)將腐熟的香菇太空包堆肥與炭化稻殼按3:1體積均勻拌合，再分別添加蝦蟹殼粉、牛血粉與石灰等製成SSC-06介質，此一介質具有抑制甘藍苗立枯病發的效果之外，還可以培育強壯的甘藍幼苗[28]。邱氏(1997)以香菇太空包木屑和金針菇廢棄木屑研製成堆肥，均有顯著抑制西瓜蔓割病、甘藍苗根瘤病與西瓜、蕃茄、甘藍及甜椒根瘤線蟲病等效果，此外香菇太空包堆肥尚具有抑制蕃茄根腐病的效果[9]。

菇類栽培後介質作爲禽畜飼料

菇類栽培後介質之營養成分中，具有豐富之粗蛋白質與粗脂肪，而大部分的纖維素、半纖維素與木質素的含量皆已被菇類菌絲分解成小分子，此外由於一般飼料缺乏必需胺基酸與礦物質元素，這些成分在菇類栽培後介質中含量皆相當高，因此非常適合做爲禽畜養殖時之飼料，國內已有部分業者收購金針菇栽培後之介質，作爲豬隻養殖之飼料，而菌糠應用於飼料在大陸則更加廣泛，例如以平菇之菌糠替代玉米飼養羊隻之結果，顯示在替代5-15%之玉米情況下，羊隻之重量可有效增加[5]；對於豬隻養殖之試驗中，在其前期每日飼料中分別加入12%和18%的稻草菌糠或木屑菌糠，結果兩試驗組前期增重及飼料報酬與對照組相近，後期配入量雖增至18%，全期增重及飼料報酬僅略低於對照組，兩試驗組與對照組日增重差異不顯著，而料肉比較對照組分別高3.42%和4.40%，每千克飼料成本比對照組分別下降6.9%和6.0%，經濟效益顯著[19]；此外在尼祿羅非魚飼養時，添加30%之菌糠作爲飼料，其增重率、成活率等與對照組基本相同，差異均不顯著，證明用菌糠代替部分麩皮餵魚完全可行。

菇類栽培後介質應用於燃料與生質能源

由於菇類之栽培基質大多以木屑、玉米穗軸與棉籽殼爲主，若將此些介質去除水分或曬乾後，即可作爲燃料，例如在大陸之香菇產地，香菇菌糠風乾後，即可作爲滅菌或菇棚加熱之燃料，既可減少石化燃料之使用，還可節省成本[3]，此外若能利用汽化爐還可更有效率的利用此些菌糠，利用1,500個香菇廢菌棒所產生之能量，可供3,100個香菇菌棒進行滅菌[7]，目前國內也有部份業者以汽化爐燃燒廢包作爲燃料，但受限於現有之空氣污染法規，因此需要投入之成本較高，故直接將菇類栽培後介質作爲燃料較難以推行。近年來由於石化燃料匱乏之憂慮，也連帶使得替代能源研究引起學者之重視，但由於目前用以生產生質酒精主要原料是玉米、甘蔗或大豆、油菜等能源作物，導致糧食價格上漲，引起社會人士對於此類生質能源的疑慮，現行之生質酒精主要係將纖維素水解後形成葡萄糖，再經微生物發酵形成酒精，因此利用農牧廢棄物中所含的大量纖維素作爲生質能源之材料，則可避免排擠糧食作物，影響民生物資，惟纖維素結構非常穩定，難以分解，再加上植物細胞壁上還含有半纖維素及木質素等成分，因此要讓大量的纖維素水解有技術上的困難度。日本學者Hideno等人(2007)開發以舞菇栽培後木屑做爲生質酒精的材料，由於舞菇屬於白腐菌，可分解木屑中部份的木質素，使得木屑的細胞壁較爲鬆散，較易利用纖維素攜分解形成葡萄糖，進一步做爲生質酒精製作之用[27]。此外在沼氣之利用上，程氏等人(2010)即利用平菇之菌糠進行發酵，並透過排水集氣法進行沼氣之蒐集，試驗結果顯示其沼氣產生量與牛糞相當，因此可作爲產生沼氣原料之一[17]。

菇類栽培後介質應用於生態環境修復

大部分的菇類係屬於大型白腐眞菌，其漆酶之活性與產量皆高，而漆可用來分解木質素類不易分解之大分子，因此也有學者利用菇類之漆攜對環境中不易分解之化合物進行分解測試，在菇類栽培後介質中常可檢測出含有大量之漆攜存在，以秀珍菇爲例其栽培後介質之漆酶活性可達3602Ug-1，因此

極具生物修復之潛能[20]，目前已有學者利用平菇栽培後之介質來消除土壤中之DDT(1,1,1-trichloro-2,2-bis (4-chlorophenyl) ethane)，經過4週之處理，土壤中之DDT含量可被降解48 %，顯示利用菇類栽培後介質具有極大潛力來清除環境中化學藥劑污染[29]。此外平菇栽培後之介質也曾被用來降解石油污染之土壤，經施用一個月後，土壤中石油污染物大幅減少，此外微生物數量也大幅增加，顯示利用菇類栽培後介質不僅可降低石油對環境之污染，還可增加土壤中微生物之族群數[25]。菇類栽培後介質除具有生物降解之功效外，由於其可作爲肥料、可改善土壤團粒等功效，因此對於草種發芽與生長具有促進之功效，試驗結果顯示以菇類栽培後介質處理，可讓植草經過兩個個月之生長高度多於8公分，覆蓋率可達95 %，因此可用作護坡介質之材料[4]，此外對於土壤涵養水分也由相當之功效[12]。農業藥劑與工業廢物對土壤之污染，一直是生態永續發展的大問題，由於菇類栽培後介質具有獨特之生物特性，具有降解有機污染物之潛能，如能善用菇類栽培後介質，對邊坡的草皮與樹木進行復育，相信可協助土壤涵養水分，並達到國土永續發展之目的。

菇類栽培後介質應用於酵素與多醣體之萃取

菇類栽培後介質中含有之成分，除部份營養可供再次利用外，由於其中含有大量之菇類菌絲，所以含有大量之菇類多醣體、有機酸與酵素等功效性成分，具有高值化利用之潛力，以杏鮑菇爲例，其多醣體具有抗病毒、抗腫瘤、抗疲勞、抗損傷、抗氧化、防止動脈硬化、增強人體免疫力和抗癌的作用，因此可以進行萃取[10]，然利用子實體萃取成本太高，因此若利用栽培後之介質進行萃取則可降低生產之成本，目前有學者以88℃之溫度，水料比57:1，萃取8.5小時，可獲得最適之多醣體萃取量6.43%，顯示利用菇類栽培後介質萃取菇類多醣具有相當之可行性。此外，由於在萃取植物有效成分與飼料糖化及生物能源轉化過程中，常使用纖維素攜和木聚糖攜，由於纖維素攜和木質素攜製劑價格較高，增加了其應用成本，而菇類栽培後介質中含有大量之纖維素攜和木質素攜，因此可加以利用進行粗酵素液之萃取[11]，以磨菇栽培後介質爲例，每公斤之介質可萃取11.06g之粗酵素萃取液[8]。然目前還無法大量工廠化生產。

結語

菇類產業係屬於高資本、高技術之產業，過去許多研究主要在於提升產量與降低生產成本，但對於其栽培後之介質再利用投入較少，然近年來由於環保意識抬頭，加上原物料價格飆漲之影響，也使得菇類栽培後介質再利用成爲重要之課題。菇類栽培後介質具有豐富之營養價值與獨特之生物特性，惟過去國內對於菇類栽培後介質之研究相對較少，因此如能對此課題重新重視，並加強相關之研究，則可將廢物變成黃金，讓菇類產業與生態環境能永續發展之重要策略。



圖一、栽培後太空包隨意丟棄於農舍之情形



圖二、菇類廢棄太空包以脫袋機去除塑膠袋打出之情形



圖三、菇類栽培後介質進行堆積後製作有機肥之情形



圖四、以杏鮑菇栽培後木屑栽培香菇品系921之出菇情形

引用文獻

1. 王伯徹. 2009. 菇類之食藥用價值及其多樣化市場產品開發.農業生技產業季刊18:34-40。
2. 王佩瑾、黃振文. 2000. 香菇太空包堆肥抑制胡瓜猝倒病發生的特性. 植病會刊9:137-144。
3. 米青山、王尚义、宋建華. 2005. 食用菌廢料的綜合利用研究. 中國農學通報 21: 287。
4. 宋法龍、馬友華、江雲. 2009. 農業廢棄物替代生態護坡基質中泥炭的效果研究. 中國農學通報 25:226-229。
5. 李大軍、李玉. 2011. 平菇菌糠替換綿羊日糧中玉米的飼餵效果試驗. 飼料工業 32:33-35。
6. 李用芳、李學梅. 2000. 利用金針菇菌糠生產平菇菌種初探. 河南農業科學11: 28-29。
7. 李嬌. 2009. 淺析迴圈利用食用菌廢菌棒項目的效益及技術操作. 安徽農學通報 15:219。
8. 李順鵬、沈標、樊慶笙. 1991. 從食用菌菇渣中提取粗纖維素攜的研究. 南京農業大學學報 14:120-121。
9. 邱安農、黃振文. 1997. 農工廢棄物堆肥培育蔬菜幼苗與抑制菜苗根部病害的效果. 植病會刊6:67-72。
10. 侯軍、林曉民、李瑛、白莉娟、張家進、耿翠敏、張虹、李冬琳. 2010. 回應面法優化杏鮑菇菌糠多糖提取工藝. 食品科學 31:155-158。
11. 馬懷良、龔振傑、陳鑫、朱子龍、郭文學. 2010. 3 種食用菌菌糠纖維素攜和木聚糖攜部分攜學性質. 安徽農業科學 38:15479-15480。
12. 郝淑麗. 2010. 菌糠改良土壤田間持水量效果的研究. 雜糧作物 30:306-307。
13. 張明暉、向爲民、簡宣裕、黃維廷. 1997. 廢棄菇類木屑堆肥應用於洋香瓜育苗介質之評估.中華農業研究 46(1):60-69 。
14. 陳錦桐、簡宣裕、彭金騰、陳美杏. 2005. 杏鮑菇栽培基質再利用之研究. 台灣農業研究54:235-244。
15. 梁志欽、吳秋曄、王進琦. 2005. 利用菇類木屑廢棄物栽培金頂側耳的評估. 眞菌會刊20:27-34。
16. 陶陶、黃承鈞、朱志國. 2009. 利用平菇菌渣栽培雞腿菇的配方研究. 安徽農業科學37:9929-9930。

17.程輝彩、張麗萍、崔冠慧、張根偉、李欣、李書生. 2010. 平菇菌糠發酵生產沼氣技術研究. 中國食用菌29:46-49。

18.萬水霞、朱宏賦、李帆. 2009. 利用秀珍菇菇渣栽培雙孢蘑菇的試驗. 中國食用菌28:20-22。

19.劉曉牧、王中華、李福昌、高秀華. 2000. 菌糠的營養價值及應用. 中國飼料18:29-30。

20.衛智濤、周國英、胡清秀. 2010. 食用菌菌渣利用研究現狀. 中國食用菌29: 3-6。

21.簡宣裕 、莊作權、張明暉. 2003. 以廢棄香菇木屑與雞糞製造堆肥並評估對小白菜之肥效. p.59-70. 第六屆畜牧資源回收再利用研討會論文集. 國立中興大學獸醫學院編印。

22.簡宣裕、廖慶樑、張明暉、劉禎祺. 2007. 栽培菇類後廢棄木屑利用於產製肥料. p.197-203.菇類栽培訓練班講義. 農業委員會農業試驗所編印。

23.簡宣裕、廖慶樑、張明暉、劉禎祺。2007。栽培菇類後廢棄木屑利用於作物病害防治。p.204-206. 菇類栽培訓練班講義. 農業委員會農業試驗所編印。

24.簡宣裕、張明暉、向爲民。2005。栽培菇類後廢棄木屑開發瓜類育苗介質。p.274-288. 食用菇蕈栽培訓練班講義. 農業委員會農業試驗所編印。

25.Chiu, S. W., Ting, G., and Cissy, S. S. 2009. Removal of spilled petroleum in industrial soils by spent compost of mushroom *Pleurotus pulmonarius*. Chemosphere 75: 837-842.

26.Dilena, G., Vivantiv, and Quaglia, G. B. 1997. Amino acid composition of wheat milling by -productsfter bioconversion by edible fungi mycelia. Nahrung 41:285-288.

27.Hideno, A., Aoygai, H., Isobe, S., and Tanaka, H. 2007. Utilization of spent sawdust matrix after cultivation of *Grifola frondosa* as substrate for ethanol production by simultaneous saccharification and fermentation. Food Sci. Technol. Res. 13:111-117.

28.Huang, J. W., and Huang, H. C. 2000. A formulated container medium suppressive to Rhizoctonia damping-off of cabbage. Bot. Bull. Acad. Sin 41:49-56.

29.Purnomo, A. S., Mori, T., Kamei, I., Nishii, T., and Kondo, R. 2010. Application of mushroom waste medium from *Pleurotus ostreatus* for bioremediation of DDT-contaminated soil. Int. Biodeter. Biodegr. 64:397-402.

Recycling application of spent mushroom substrates

Lue, Y. S.[1,*], Chen, M. H.[1] , Li, W. S.[1], Wu, K. T.[1] , and Chien, S. Y.[2]

[1] Division of Plant Pathology, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng Taichung, Taiwan

[2] Division of Agricultural Chemistry Pathology , Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng Taichung, Taiwan

[*] Corresponding author, E-mail:yunsheng@tari.gov.tw

Abstract

The economic value of the annual production of fresh mushrooms in Taiwan has reached 9 billion NT dollars. Spent mushroom substrates (SMS) generated as a by-product was more than 10 tones from over 250 million sawdust filled in plastic bags or bottles. Part of the spent mushroom substrates was further fermentation as organic fertilizers, however, some farmers just abandoned those spent mushroom substrates in the filed and it might cause the pollution. Recently, the environment issue has drawn attention by public. Recycling those spent mushroom substrates has become an important project. Due to lots of nutrient remained in SMS, it can be further applied in several areas such as 1.) substrates for mushroom cultivation; 2.) substrates for organic compost or disease suppressive medium; 3.) feed of livestock; 4.) materials for fuel or biomass energy; 5.) materials for ecological remediation; 6.) sources for extraction of enzymes and polysaccharides. In Taiwan, the research on use of SMS is major in replacing of sawdust in mushroom cultivation, making organic compost or disease suppressive medium. However, SMS still have the potential for better application. Since the well used of SMS not only can reduce the production of agricultural waste, but also increase the profit for mushroom farmers. Therefore, how to recycle SMS is worthy for further study and extension.

Key words: agricultural wastes, spent mushroom substrates, organic compost

如何栽培出品質穩定的菇類

前西和雄[1,*]

[1]台灣北斗生技股份有限公司

[*]連絡作者，電子郵件信箱：tw-wu@hokto-kinoko.co.jp

摘 要

本公司爲擁有獨立研究所之菇類綜合企業，廣泛進行從菌種開發到栽培技術研究，以及機能性研究等各領域的研究開發。本公司在日本國內已擁有29間工廠，生產四種菇類，年產量約爲六萬五千噸。在台灣則目前生產兩種菇類，年產量約爲一千兩百噸，但失敗率極低。關於如何持續穩定栽培菇類，我們認爲栽培管理是最爲重要的。藉由將所有的生產流程機械化、體制化，讓生產員無論是誰都能順利地進行作業。當然另一方面，主要的生產程序上也就更增加了由人來控管的重要性。

關鍵詞：機械化、標準化

緒 言

台灣社會目前逐漸邁向高齡化，從事菇類栽培的人們也不例外。因此近年來的菇類栽培工場亦以省力化爲目標，推動生產機械化。除了填充、包裝機器外，亦陸續導入機械手臂、自動輸送線、空調管理系統。在這樣的趨勢中，也有業者將菇類栽培和機械工場劃上等號，過分倚賴機器，因機器故障而影響栽培的問題時有所聞。如同各位所知，菇類是活著的生物，所以不能百分之百依靠機械來進行生產。每天要時常透過人員親眼確認菇類生長狀況來進行栽培。

另外，栽培中所不可或缺的原料、種菌也是對栽培產生巨大影響的主要因素，因此原料取得穩定也是十分重要的。特別是栽培原料的主要成分－木屑，

每次取得需品質穩定。本公司因爲近年森林濫伐問題，以及俄羅斯限制木材出口政策等因素，漸漸無法取得品質穩定的木屑，轉而改用玉米芯攪碎之後的碎屑做爲原料。日本有許多金針菇、鴻喜菇及杏鮑菇的大型栽培業者均已將玉米芯做爲木屑的代替品使用。因具保水性，處理容易，品質穩定取得容易是其主要原因。而種菌方面也是相同，向供貨品質穩定的業者進貨也是十分重要。

可能大部分的業者都購買原菌後自行擴大繁殖使用，因此注意管理層面以及爲了避免菌種劣化，定期導入原菌的步驟是極爲重要的。工場的栽培環境是穩定栽培的重要條件。如果在不乾淨的環境中進行栽培，很可能變成雜菌汙染的原因。或是加壓強制培養室換氣時，空氣中的雜菌被捲起，經由瓶口吸入也是原因之一。而關於前面所提到的機械，也會因爲沒有清理而造成機器故障。同時保養修護需每日進行，拿日本農家的業務經驗來說，生產品質穩定的菇農，其工場必定乾淨整潔。業務方面也是一樣，工場的清潔狀態是顧客判斷交易的條件之一。本公司的工場也是每天約有四分之一的時間在清掃和機械保養修護。擁有乾淨整潔的工場環境，不僅員工能心情愉快地工作，並且也能減少職業災害。

最後是關於工場的換氣，因室外和室內的溫差大，在換氣時因溫度變化而產生培養及發育不良的狀況十分常見。酷暑和嚴冬時，室內外溫差經常成爲產量減少的一大原因，我們的對策是在排氣系統上加裝熱交換器，且不直接吸入室外空氣而是將其集中到一個地方調節溫度後再利用送風系統送到各個部門，必須避免溫度急遽變化。特別是冬季時期，正值菇類需求高漲，單價攀升，更應不受室外空氣影響，穩定栽培。雖然需投資些許成本，考慮到未來，成本能充分回收，希望各位務必考慮這個問題。投資高價的設備對販賣低價菇類的栽培業者來說是十分困難的，也極傷腦筋。但思考到費用對應效果，以有效的省力化爲目標，投資自動化機械、空調設備等是必要的。

本公司針對這樣的設備，每天進行相關研究，並且和機械製造業者共同開發。爲了打造最適合菇類栽培的環境，需從各方面來做考量，相信今後也還有許多需改進之處。現在，對每年增建工場的本公司來說，新工場必須引進新系統，無論是對菇類或對現場工作的人員而言，都希望能逐年變成更好的環境。期待各位能參考以上內容，栽培出品質穩定的菇類。



圖一、好菇道乾淨整潔的菇房



圖二、好菇道乾淨整潔的菇房

How to steadily maintain high-quality mushroom growing

Kazuo Maenishi[1,*]

[1]Taiwan Hokuto Corporation

[*]Contact information: tw-wu@hokto-kinoko.co.jp

Abstract

Hokuto Corporation is one of the comprehensive mushroom producers having its own research center, in which, seeds, cultivation technologies, functions and other categories related to mushrooms' R&D has been broadly conducted. Hokuto currently owns 29 facilities throughout Japan, with its 4 main products, annually producing about 6.5 thousand tons of mushrooms. Similarly in Hokuto's Taiwanese subsidiary, offering 2 main products and featured with its state-of-the-art low product damage rate, Hokuto Taiwan has annual production capacity about 1.2 thousand tons. From Hokuto's perspective, production management is the most crucial ingredient in order to maintain steady-quality mushroom growing. Although it is essential to automate and standardize production processes, it is still very important to have human controls in major production lines.

Key words: automate, standardize

利用液態菌種生產金針菇

李嘉仁[1,*]

[1]大田生技農場

[*]通訊作者電子郵件：datian.farm@msa.hinet.net

摘 要

本農場李嘉仁場長曾前往韓國研習多年，取得液態接菌技術歸國，由許長仙先生召集好友於98年10月在彰化縣芳苑鄉新生村創立大田生技農場。液態菌種的製作技術是利用液態培養機培養而成的菌種，它的優點及特性爲：一、縮短菌種培養的時間，且其生長快速。製作液態菌種僅需7-10天，就可培育成栽培種，比固體菌種提早成熟約5-10天。由於菌種液態能均勻分佈整個菌瓶，讓養菌瓶生長所需時間大大縮短。二、菌齡一致，菌絲強壯，活力旺盛。三、液態菌種接菌方便，但其設備要求較高昂，需具備相當的技術條件。現今國外液態菌種已廣泛運用於金針菇、杏鮑菇、雪白菇、鴻喜菇…等菇類之栽培使用。目前大田農場已全面使用玉米梗作爲栽培介質並使用液態接菌以生產金針菇，未來也將積極與農業試驗所相互交流，希望以提升台灣菇類液態養菌栽培技術爲大家共同努力的目標。

關鍵詞：液態菌種、金針菇

緒言

大田生技農場位於彰化縣芳苑鄉，於98年2月建場， 10月正式生產，本農場金針菇是以液態接菌生產的場家，引進液態接種，且量產化生產是以環保概念爲優先，培養基完全不使用木屑作介質，採用全玉米芯加RO逆滲透純淨水栽培。營運至今未滿2年，在這麼短的時間內有受肯定與愛護，在國內建立獨樹一格的栽培方式。

液態菌種之操作實務

關於本農場的液態接種技術，源自於李場長嘉仁遠赴韓國合資場多年用心學習，將所學成熟帶回台灣設場，本場機械設備均由韓國引進，使用一貫作業系統均採將近全自動化作業，所有流程均採輸送帶串連運作，需以人工搬運的作業大多由機械設備取代以降低人力成本增加的功能。本場栽培介質均採用百分百全玉米芯，有效降低樹木的砍伐，為環保愛地球的守護者，若這方面能大量提倡又可預防木屑缺貨危機，另外我們的水質完全使用RO逆滲透純淨水栽培，完全無重金屬與鎘殘留的疑慮，本農場於99年通過ISO 9001品質驗證，產銷履歷及有機認證，就是要把最優質的金針菇呈現給消費者。

液態菌種經驗及優劣勢

根據本農場使用液態接種得到經驗及優劣勢如下：

一、優勢

1.液態菌種迅速浸占料面，具有萌發快速、生長快、純度高、污染低、菌齡短、自動化等特點，該項技術將改變固態階段菌種生產的分散無序、污染率高生產方式。

2.與固體菌種相比，液體菌種具有以下優點:培養時間短、發菌快、菌齡整齊、接種方便產量增加等。而且它還有利於食用菌生產的規模化、工廠化特性。

3.液體菌種具有生產週期短、菌絲發育點多、萌發快、接種後菌絲蔓延迅速、菌齡整齊、成本低等優點，適合廠化和標準化生產需求。

4.液態菌種由於具有生產規模化、控制自動化、生長無菌化、發菌高速化的生產應用優勢，爲有用菌產業化的發展提供了良好的種源條件，是有用菌產業化發展的必然方向，已被業界所看好。

5.菌種製作程式簡單液體菌種的製作，只要同一種培養基，培養出來的菌種，可作爲母種使用，也可作原種、減少了培養基的更換和培養環境的改變。

6.生產週期短，固體菌種從母種到栽培種的時間100天，而液體菌種只需20-42天，培養固體原種或栽培種的時間需25至50天，而培養一批液體菌種只6至12天。液體菌種大大地縮短了培養菌種時間。

7.菌絲球菌齡一致，生長旺盛，生活力強，定植快接種後、萌芽點多、發菌快、出菇週期短。

8.接種方便、成本低，適宜工廠量產化液體菌種可以用注射自動液態接種機接種、簡便、快速、均勻、適合於機械化、自動化大規模生產使用。

9.菌母接後至子實體(菇體)45天。

二、劣勢

優點即缺點，風險比例也相對高(1:18,000)，也就是1桶大型發酵桶供應18,000栽培瓶具有一定程度的風險，所以操作上及檢測上要很仔細，以免污染雜菌。

結語

未來大田生技農場也布望能藉由產、官、學、研的合作，與各試驗所的專家或機關團體配合，利用液態發酵研發(開發)其他副產品，創造更多廣泛的運用範圍，如(杏鮑菇、秀珍菇、美白菇..等)。李場長在韓國學習多年之技術，發現韓國使用液態接種的技術已非常純熟，在這期間當中非常用心努力學習，將所學的成果，帶回台灣發展，促使菇類栽培技術能更進一步。現在我們也在研發一些副產品，如金針菇水餃、貢丸、香腸…等，又朝膠囊等可望創造更高經濟價值的保健食品邁進，希望以提升台灣菇類液態養菌技術爲大家共同努力的目標。



圖一、大田生技農場全貌



圖二、自動液態接種機自動接種作業



圖三、均一品質的金針菇及包裝作業

台灣菇類育種現況與展望

陳美杏[1,*]、呂昀陞[1]、李瑋崧[1]、石信德[1]、吳寬澤[1]

[1]農業試驗所植物病理組

[*]通訊作者電子信箱：mc423@tari.gov.tw

摘 要

優良菇類品種的育成乃是促進菇類產業蓬勃發展的推手之一，在菇類品種選育技術中，雜交育種技術最被爲廣泛使用。雜交育種主要是利用兩個來自不同親本的擔孢子進行配對組合，或是單核和雙核菌絲進行配對，然後將配對成功之菌株進行試種篩選，過去農業試驗所利用雜交育種方法育成許多菇類新品種，少部分利用誘變劑進行品種選育。然隨著近年來生物技術之進步，國內許多學者利用基因轉殖或配合原生質體技術等方式快速導入目標基因至菇類進行新品種之育成之比例漸增，亦有以菇類做爲分子農場，生產疫苗或特定二次代謝產物，作爲保健用途。早期菇類育種多以高產及品質優良爲目標，爲因應全球氣候變遷及未來菇類產業發展，育種目標將以(1)選拔耐熱品種，以減少能源消耗及降低生產成本爲目標；(2)選拔菇類生理物質含量高之品種，符合健康的新趨勢；(3) 選育可以分解大量農業廢棄物的品種，減少伐木以保育生態，同時兼顧菇類產業的永續發展。

關鍵字：菇類育種、雜交育種、誘變劑、原生質體融合、氣候變遷。

緒言

優良菇類品種的育成乃是促進菇類產業蓬勃發展的推手之一，民國四十二年起國內開始推廣種植洋菇，雖自國外引進五十二個洋菇品種，但爲適應台灣的氣候，只能利用冬季種植一次，民國71年育成洋菇台農選一號品種，使得洋菇每坪平均產量由39.5公斤增加至53公斤，增加34 %的產量，民國更72年更透過雜交育種的方式育成耐高溫洋菇台農二號品種，不僅使洋菇每坪之平均產量躍升至70公斤，還打破以往只能冬季種植一次洋菇的限制，提前到十月底即可出菇，而隔年的四到五月則可進行第二次的生產，比之前多了四個月的鮮菇供應時間[9]，大大提高農民的收入。之後78年又育成台農三號，適合菇體發育的溫度範圍較廣，除可耐較高的溫度，遇到強烈寒流侵襲也不會讓菇體明顯變小[16]，加上栽培管理容易，以及堆肥發酵技術的創新，使得台灣洋菇罐頭的外銷在1960-1970年代達到世界第一，創造了台灣洋菇王國的美譽。

雖然隨著台幣的快速升值與工資增加，慢慢讓洋菇罐頭外銷失去競爭力，卻創造了國內菇類今日蓬勃發展的良好基礎，於是在1970年代，台灣首度發明以太空包的模式進行香菇生產，使得過去利用段椴木種植至少需要10個月才能採收香菇，改以太空包方式栽植三個月後即可採收，配合台灣的天然氣候，一年可以種植兩季，並使單位面積提高10倍以上，同時這樣的生產模式大量被複製在其他菇類的生產上。創造新的栽培模式縮短栽培週期當然提高產量和菇農收益，但也要有相對應的品種配合，過去生長在椴段木上的香菇品種並不適合太空包的生產，所以又針對適合太空包模式生產的品種進行篩選，因而造就今日世界各國大都以太空包生產香菇的榮景。

菇類具有豐富營養，又味道鮮美，尚且含有許多生理活性物質，如多醣體、三萜類、麥角固醇、核苷酸、蛋白多醣、核酸、有機鍺、食用纖維等，具有抗腫瘤、免疫調節、降血壓、降血糖、降膽固醇、抗細菌病毒及延緩骨質疏鬆等之保健功效[34]，因此非常具有發展潛力。由於保健風氣的盛行，近年菇類廣受重視，新興菇類如雨後春筍般地相繼推出，許多野生的菇種也陸續被開發作爲食用或藥用。這些新興或野生的品種經過馴化之後，部份可以以人工方式栽培，惟自野外採集的品種，大都產量很低，雖然可以藉著改良培養的介質養分或出菇環境的調整而增加產量，但大體上不能超越原本野生菌株的本質，因此必須藉由改良其原本之遺傳組合，導入優良性狀之基因，才能獲得可以商業化生產之菇類優良菌種，爲達成這目的，許多育種方法應運而生。因此本文針

對國內已開發之菇類品種選育技術如雜交育種法、誘變育種法、原生質體融合法和基因轉殖法等一一介紹，期能提供國內菇類生產業者或初學者的參考。

雜交育種

在所有菇類育種技術中，雜交育種最被爲廣泛使用，成效也最爲顯著，雜交育種方法主要以單孢雜交、單雙核雜交和多孢雜交等三種方法爲主。菇類配對和其他眞菌一樣分成同絲型(homothallic)和異絲型(heterothallic)，同絲型是指由單一個擔孢子發芽後形成之菌絲即可形成菇體，不須經由交配，大約有10 %的擔子菌是屬於同絲型。如果單孢子內只有一個核稱爲初級同絲型(primary homothallic)，孢子發芽後的菌絲很快就形成雙核的形式，雙核並無基因上的明顯差異，如草菇(*Volvariella volvacea*)；如果在擔孢子中同時存在兩個核，其所攜帶的交配因子不同，可以自行結合而產生子實體則稱爲次級同絲型(secondary homothallic)，如洋菇(*Agaricus bisporus*)。異絲型則必須兩個攜帶不同交配因子的擔孢子結合之後才能形成子實體，90 %的擔子菌屬於此類，其交配因子有分成單因子控制(unifactorial)，又稱爲雙極性(bipolar)，大約 25 %受檢的擔子菌爲單因子， 如高溫菇(*A. bitorquis*)、雞腿蘑(*Coprinus comatus*)、滑菇(*Pholiota nameko*)等。而其他部分屬於雙因子交配型(bifactorial)，又稱爲四極性(tetrapolar)必須交配因子A和交配因子B完全不同才具有親合性，兩個因子在交配過程中各自扮演著不同的功能，這一類的菇種包括蠔菇類(*Pleurotus* spp.)(例如杏鮑菇、秀珍菇、珊瑚菇、天喜菇等等)、金針菇(*Flammulina velutips*)、香菇(*Lentinula edodes*)、白木耳(*Tremella fuciformis*)、毛木耳(*A. polytricha*)等等[41,48]。

國內所育成之菇類品種以單孢雜交爲主，主要是找到兩個合適的親本，分別分離其後代單孢進行不同的雜交組合，透過染色體片段的交換和重組，選育出具有雙親優良性狀的新品種，缺點是耗費時間久，需要較多的人力進行試種，挑取單孢的技術必須受過良好的訓練，優點是大部分都可以選育出優良品系，如農業試驗所所育成之洋菇台農二號和三號、杏鮑菇農試一號(圖一)和紫丁香蘑台農一號等(圖二)，而林業試驗所的張東柱博士和王武榮先生則以不同來源之樟芝擔孢子配對找到可以在培養基出菇之樟芝菌株[27]。此外，蘑法生物科技股份有限公司也以雜交育種法育成可在較高溫度下出菇之金針菇品種(專利097128486號)，藉以節省生產過程所需的能源。現今農業試驗所菇類研究室

正在進行中的育種工作，包括香菇、舞菇、秀珍菇和茶樹菇等，皆是利用此一方式進行育種。

單雙核配對方法是由布勒(Buller)於1930年將鬼傘屬*C.lagopus*之單核菌絲和雙核菌絲配對，結果發現細胞核可由雙核菌絲移向單核菌絲，最後單核菌絲也變成雙核，這種情形被稱爲布勒現象(Buller phenomenon)[22]，在其他屬於雙極性或四極性的菇類上也會發生，因此被應用在滑菇、洋菇和香菇的育種上[23,40]。廖氏於1987年利用此法將香菇271菌株所產生的單孢單核菌絲和SL19菌株的雙核菌絲雜交育成香菇台農一號，經過3次的區域試驗後，推廣民間種植[17]。

多胞雜交通常是將許多擔孢子塗佈在同一個培養基上，經由孢子發芽後的菌絲自由交配後，將雜交成功的新菌株挑出後做進一步的篩選，過去洋菇台農選一號就是以此法育成[9]，惟這個部分屬於逢機試驗，所以較少被學者所採用，但隨著利用原生質體技術可以將雜交雙核體分離成兩個單獨的單核體[36,51]，多孢的雜交方法也可運用在菇類育種上[11]，先選出優良雜交雙核體，然後再分離出單核體進行回交，節省育種的時間。而對於一般的農民並未受過良好的育種訓練，在自己的農場裡培育採收較多周期的菇類，在栽培過程中因爲擔孢子彈射到栽培介質表面，孢子發芽後和具親合性的另一個單核菌絲配對，形成新的子實體，透過自然雜交的方式，獲得與原始栽培品種不同性狀之菌株，菇農可以自行選種，經過菇體的組織分離將其菌種純化之後，成爲新的品種。



圖一、杏鮑菇農試一號利用木屑栽培於在塑膠瓶中的出菇情形。

誘變劑的應用

菇類的菌絲在有絲複製的分裂過程中即會產生變異，惟其機率不高，大概只有百萬分之一[28]，有些自然的變異無法以肉眼觀察，有些則非常明顯，如白色變種的斤耳(又稱爲雪耳)、舞菇和柳松菇等。爲了提高突變發生的機率，需利用人工的方法處理，如使用誘變劑造成染色體上核苷酸之鹼基產生變異，進而影響其外表的表現性狀，甚至創造原來沒有的性狀或突破原有部分性狀表現之極限。誘變劑的使用方法簡單、處理時間短，且一次就可以獲得大量的突變菌株，然而其最大的困難在於如何從大量各式各樣的變異菌株中篩選符合育種目標需要的變異個體。由於菇類菌絲爲多細胞構造，有時菌絲互相重疊，再加上單一細胞內具有兩個或以上分開之細胞核，在未進行核融合之前，可能只有1個細胞或單一核產生突變，爲了確保在多次移植後仍不會喪失其新的性狀，菌絲體並不是一個作爲誘變的最佳材料，若要使得突變體穩定，許多學者發現改以菌絲片斷、原生質體、分生胞子或擔孢子作爲誘變的材料較爲適合[6,39]，惟使用擔孢子必須在經過雜交的過程才能產生子實體，在手續上較爲複雜，但仍被採用[8]。另外，銀耳有酵母態和菌絲態兩型，並且可以互相轉換，因此酵母態非常適合作爲誘變育種的材料，經過誘變劑之處理後再生爲菌絲態(圖三)，可以直接和香灰菌一起製作成菌種生產銀耳子實體，期能降低國內銀耳的生產成本，提高單位面積之產量。



圖二、紫丁香蘑台農一號以發酵過之堆肥種植於塑膠框中之出菇情形。



圖三、酵母態之銀耳在培養基上轉爲菌絲態生長。

誘變方法可分成物理性和化學性兩種，物理方法以紫外線、鈷60、X射線、離子束、鐳射等爲主[8,15,19,42,45]，化學誘變劑則以亞硝酸、氯化鋰、疊氮化鈉和N-甲基-N-硝基-N-亞硝基脈（N-methyl-N-nitro-N-nitrosoguanidine，NTG）等爲主[14,39]。付氏等人[1]認爲利用輻射誘變要產生高產量的食用菇菌株成功的案例並不多，主要是造成對菇類有益變異的機率小，選育工作量卻相當大，但對於菇類非有益的變異如產生少量孢子甚至是無孢的變異菌株恰可以作爲商業栽培，降低人類對於菇類孢子的過敏反應或累積在肺部的不良影響，這部份應用在杏鮑菇、秀珍菇、蠔菇上非常成功[42,45]。此外，筆者嚐嘗試以不同之誘變劑處理樟芝菌絲，篩選外表形態產生變異的菌株，然後以固態發酵的方式生產具有保健功能的二次代謝物如三萜類，經過高壓液相層析法(High pressure liquid chromatography，HPLC)分析後部分菌株確實可以產生較爲高量的代謝物。

原生質體技術的應用

在菇類相關研究之中，原生質體除可被應用於菇類菌種去病毒感染之技術上外[31]，還可被應用於菇類之品種選育上，特別是不同菇種融合菌株的產生，包括同屬不同種之菌株融合[13,29]，甚至不同屬間的菌株也可進行融合，進而產生新的物種[2,24,32]。近年來更被應用於轉殖粒線體DNA或是特定功能之DNA[33,35]等。原生質體主要係利用酵素將菌絲之細胞壁去除，並利用醣類或鹽類控制其滲透壓，使原生質體能維持其細胞形態，而不會死亡，而在此形態下之細胞，具有極佳之通透性，因此藉由化學或物理之方式，即可促進原生質體進行融合，而細胞的融合則可使基因部分或全部重組，進而獲得新的重組子，爲菇類提供了一種新的育種策略。

原生質體技術已廣泛應用於多種菇類育種中，如香菇、草菇、平菇、冬虫夏草、桑黃等[4,5,7,18,46]。原生質體技術雖然看似較傳統雜交育種技術更爲簡便與快速，但對許多因素皆會影響原生質體融合之效率，如：培養基成分、菌齡、酵素種類、酵素濃度、酵素作用時間、酵素作用溫度、pH 值與滲透壓等，因此在進行原生質體融合前須對此些影響因子進行最適化測試。此外，原生質體技術一次可獲得多個變異株，因此若缺乏有效且快速之檢定技術，篩選此些變異菌株即會變成一個耗時費力之工作，因此若希望以原生質體相關技術作爲菇類品種快速選育之策略，可在育種初始時，即訂定明確之育種目標，並針對

此一目標設定直接且快速之檢定與篩選方式，如此方可使原生質體技術獲得最大之效力。

目前國內利用原生質體融合技術應用在菇類品種改良上還有一些關鍵技術有待突破，例如融合子的遺傳不穩定、種間融合子難以形成子實體以及融合體難以產生優良性狀等[3]。王氏等人將細胞核轉殖至樟芝的原生質體，再生後發現這些細胞核雜交體的外表形態不穩定，普遍有扇形菌落產生[49]。由於經由原生質體再生之菌絲體本身即存在有許多變異，因此亦可直接作爲品種篩選之用，筆者曾發現原生質體再生之樟芝菌絲存在有許多形態上的變異，日本學者亦發現在香菇上有同樣的情況發生。此外原生質體搭配誘變劑的使用，更可以提高誘變的效果，所以目前的原生質體技術主要作爲原生質體再生，作爲誘變或配合生物技術作爲基因轉殖的材料之用[1]。

應用基因轉殖於菇類新品種之開發

基因轉殖技術大量被用在植物、動物和微生物上，利用基因轉殖技術導入新的基因比起傳統育種方式有更強之方向性與目的性[3]，徹底打破自然規律中不同種不能雜交的限制。

國內基因轉殖的困境，首先是國內對於基因轉殖作物上的安全性還在評估中，基改微生物直接食用或添加於食品之安全爭議性仍高，但基因工程改造酵素/蛋白質等技術已普遍應用於工業界或食品工業上，因此並不鼓勵利用基因轉殖改良食用菇類，但對於藥用菇類而言，大量生產有效的保健成分卻是很有發展潛力的，例如朝陽科技大學成功利用農桿菌轉殖至樟芝內，培養該轉殖菌絲體可產生大量的三萜類[20,25]。

基因轉殖技術提供人類無限的想像空間，選殖優良性狀表現的基因爲基因轉殖的成功要件之一，中興大學葉氏等人[50]選殖靈芝之免疫球蛋白基因，而曲氏等人則利用扣減法PCR(substractive PCR)和cDNA 晶片(cDNA microarray)找出樟芝在子實體發育階段表現之基因[26]，還有許多和木質素分解酵素如漆攜(laccase)之基因也都被選殖出來[30]，將來可以藉助這些基因提高食用菇對於介質之利用率，進而提高產量或是作爲分子農場生產有用的菇類二次代謝物。

菇類育種未來之展望

雜交育種方法所需時間久，少則5-7年，多則達10年以上，加上菇類獨立於植物種苗法之外，新品種需申請微生物專利，而專利從送件到核可的時間至少需要兩年，這樣的速度往往趕不上市場上新品種的汰換，如能採用日本的品種登記制取代部份專利的申請，或許有助於菇類新品種之開發。另外，不管任何一種育種方法都需找到有效的篩選方法，才能縮短育種的時間，在出菇試驗之前，發展生物學檢定、生化檢定與分子生物學檢定等方法，淘汰不良的品系，以減少人力和財力之損耗。其中分子生物學之檢定法如能以分子標記輔助選拔法(marker-assisted selection, MAS)，尋找與優良性狀緊密連鎖的分子標記，例如洋菇抗細菌性褐枯病菌(由*Pseudomonas tolaasii*所引起)之基因和菇傘顏色控制基因連鎖[38]，以減少雜交育種過程中盲目的篩選過程，提高育種效率[43]。

分子標記技術近年來應用在菇類品種的鑑別上或遺傳性狀之控制[44,47]，但應用在輔助育種上還非常少，其限制的因素包括缺乏操作簡單、經濟實用且適合於大規模分析的分子標記技術[12]，以及缺乏完整的菇類遺傳圖譜，許多與特定性狀分離或緊密連鎖的分子標記正積極建構中，在不久的將來應可運用於菇類育種。

早期菇類育種多以高產及品質優良爲目標，因此選拔時以生物學之特性，如扣子體的有無、菌絲生長速度、產量高低以及子實體品質等相關性狀進行調查，做爲進一步篩選的標準，然爲因應全球氣候變遷及未來菇類產業發展，育種目標也勢必有所調整，歸納起來主要分成下列三個面向: :

一、選拔耐熱品種，以減少能源消耗及降低生產成本爲目標:

利用傳統菇舍栽培之菇類最容易受到氣候變遷之影響，例如香菇與木耳，以2009年爲例，秋天和冬天之平均氣溫較往年分別提升1.1和1.4℃，到了2010年二月分之平均氣溫達到21.3℃，使得許多香菇太空包在走菌階段，即因遇到高溫而產生菌絲死亡之現象，嚴重影響香菇太空包之走菌和成功出菇的比例，導致香菇減產，價格居高不下。而在今年度雖然冬季平均氣溫僅下降0.6℃，但由於數波寒流在新社地區皆造成5℃以下之氣溫，因此使得香菇子實體生長受到抑制，進而使得香菇產量下降。此外木耳亦有類似之現象，夏天溫度過高造成太空包內溫度超過35℃以上，影響菌絲生長活性而導致產量減少，而冬季時由於氣溫下降使得木耳生長勢減緩，甚至產生木耳無法展耳之畸型菇體情

形發生。因此，開發溫度適應較廣之香菇和木耳品種爲當務之急，當然其他以空調菇舍栽培之菇類如能提高培養或出菇溫度，也有助於節省能源，降低生產成本。

二、選拔菇類生理物質含量高之品種，符合健康的新趨勢：:

隨著人類平均壽命的增加，老年化的人口比例越來越高，再加上突然發生的一些流行疾病，使得大家對於疾病的預防越來越重視，許多研究學者大量投入動物性實驗，使得菇類的保健功效越來越了解其機制，許多有效的成分也被鑑定出來，因此篩選特定的生理活性物質含量高之品種將成爲育種的重要目標，例如舞菇的有效成分爲多醣體[37]，所以在產量高、菇形優良之選拔項目之外，還要育成多醣體含量高之品種。

三、選育可以分解大量農業廢棄物的品種，減少伐木以保育生態，同時兼顧菇類產業的永續發展：

近年來天然災害頻傳，使得國內的木屑供應量不足以應付國內菇類生產之用，雖然業者由越南進口木屑，但仍使得木屑之價格比過去上揚，增加菇農的生產成本，許多學者雖積極開發許多木屑替代資材如禾本類草桿[10]，然缺乏下游廠商配合而無法大量推廣，而國內含相當豐富的稻草，經過適當機械的處理可以直接配合太空包之裝填系統，然因稻草等農業廢棄物之化學組成和木屑有很大的不同，因此必須針對這些廢棄物篩選適合的品種，甚至選育新的品種，才能減少樹木的砍伐，同時讓菇類產業得以永續發展。

引用文獻

1. 付立忠、吳學謙、魏海龍、吳慶其、李海波、張新華、賈亞妮. 2005. 食用菌學報12(3):63-68。
2. 江力、黃健威、慈淩坤、盧雲峰. 2011. 茶樹菇與雞腿菇原生質體融合及再生. 食品科學 32:141-144。
3. 林芾. 2010. 我國食用菌育種現狀與展望. 農技服務 2010(8):1076-1079。
4. 朱蘊蘭、陳安徽、王陶、陳宏偉. 2010. 冬蟲夏草原生質體誘變育種研究. 食品科學31:256-260。
5. 宋春豔、尚曉冬、譚琦、劉德雲、鄭巧平、項壽南. 2008. 香菇原生質體單核體雜交後代性狀變異初探. 食用菌學報15:1-6。

6. 李薤、虞磊、闞勁松. 2005. 金針菇菌絲斷片單細胞誘變育種的研究.合肥學院報 15(1):16-18。
7. 邱文娜、王秋穎、曾念開、王秋雯、陳磊. 2010. 桑黃原生質體融合菌株及其親本生物學特性的比較研究. 中國農學通報26:58-61。
8. 況丹、葉亞建、王飛. 2010. 杏鮑菇高產菌株的紫外線誘變選育. 安徽農業科學 38(16):8404-8405。
9. 胡開仁. 1986. 食用菇類研究. 農試所四十年發展史. p.201-220. 台灣省農業試驗所編印. 台灣. 台中。
10. 梁志欽. 2007. 以蔗渣和鋪地黍部分取代木屑栽培秀珍菇的研究. p.61. 2007大型眞菌研討會論文集. 明道大學，彰化。
11. 張筱梅、張煥英、張淵、苗曉燕. 2008. 茶薪菇多孢快速育種簡報. 中國食用菌 27(3):14-16。
12. 張瑞穎、胡丹丹、左雪梅、張金霞、胡清秀. 2011. 分子標記技術在食用菌遺傳育種中的應用. 中國食用菌 30(1):3-7。
13. 郭成金、趙潤、朱文碧. 2010. 冬蟲夏草與蛹蟲草原生質體融合初探. 食品科學 31:165-171。
14. 董玉瑋、曹澤虹、苗敬芝、呂兆啓、周衛東、李文、王乃馨. 2011. 氯化鋰誘變赤靈芝原生質體選育高鍺菌株的研究. 食品科技 36:18-22。
15. 陳恒雷、武寶山、石偉娜、曾憲賢. 2010. 阿魏菇多糖高產菌的離子束和激光復合誘變育種。生物技術 20(1):30-33。
16 . 彭金騰. 2005. 洋菇. p. 509-603.台灣農家要覽(增修訂三版)。豐年社。
17. 廖英明. 1997. 香菇新雜交品系「台農一號」. 中華農業研究 46:142-157。
18. 趙風雲、林俊芳、葉澤波、王藝紅、楊博、郭麗瓊. 2009. 草菇高產新菌種的選育. 食用菌學報16 : 23-26。
19. 顏麗君、鄭煥春. 2008. 姬松茸60Co-γ射線輻射誘變育種試驗初報. 中國食用菌27(5):19-21。
20. 蘇毓秀. 2006. 牛樟芝利用農桿菌轉殖系統之研究. 朝陽科技大學生物技術研究所碩士論文. 95 pp。
21. Baars, J. J. P., Sonnenberg, A. S. M., Mikosch, T. S. P., and van Griensven, L. J. L. D. 2000. Development of a sporeless strain of oyster mushroom *Pleurotus ostreatus*. pp. 317-323. Proceedings of the 15th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi, Maastricht, Netherlands.

22. Buller, A. H. R. 1930. The biological significance of conjugated nuclei of *Coprinus lagopus* and other Hymenomycetes. Nature 126:686-689.
23. Callac, P., Spataro, C., Caille, A., and Imbernon, M. 2006. Evidence for outcrossing via the Buller phenomenon in a substrate simultaneously inoculated with spores and mycelium of *Agaricus bisporus*. Appl. Environ. Microbiol. 72:2366-2372.
24. Chakraborty, U., and Sikdar, S. R. 2008. Production and characterization of somatic hybrids raised through protoplast fusion between edible mushroom strains *Volvariella volvacea* and *Pleurotus florida*. World J. Microbiol. Biotechnol. 24:1481-1492.
25. Chen, E. C. F., Su, Y. H., Kanagarajan, S., Agrawal, D. C., and Tsay, H. S. 2009. Development of an activation tagging system for the basidiomyceteous medicinal fungus *Antrodia cinnamomea*. Mycol. Res. 113:290-297.
26. Chu, F. H., Lee, Y. R., Chou, S. J., Chang, T. T., and Shaw, J. F. 2008. Isolation and analysis of genes specifically expressed during basidiomatal development *Antrodia cinnamomea* by subtractive PCR and cDNA microarray. FEMS Microbiol. Lett. 280:150-159.
27. Chung, T. T., and Wang, W. R. 2005. Basidiomatal formation of *Antrodia cinnamomea* on artificial agar media. Bot. Bull. Acad. Sin. 46:151-154.
28. Drake, J. W., Charlesworth, B., Charlesworth, D., and Crow, J. F. 1998. Rates of Spontaneous Mutation. Genetics 148:1667-1686.
29. Dhitaphichit, P., and Pornsuriya, C. 2005. Protoplast fusion between *Pleurotus ostreatus* and *P. djamor*. Songklanakarin J. Sci. Technol. 27:975-982.
30. Giardina, P., Cannio, R., Martirani, L., Marzullo, L., Palmieri G., and San, G. 1995. Cloning and sequencing of a laccase gene from the lignin-degrading basidiomycete *Pleurotus ostreatus*. Appl. Environ. Microbiol. 61:2408-2413.
31. Guan, Y. Y., Zhou, S. J., Wang, Z., Ma, B. J., Gao, Y. Q., Qiu, L.Y., Qi, Y. C., and Shen, J. W. 2011. Effect of protoplast regeneration technology on the virus elimination of *Pleurotus ostreatus*. Mycosyst. 30:108-115.
32. Kim,C. K., Choi, E. C., and Kim, B. K. 2000. Generation of nuclear hybrids overcoming the natural barrier of incompatibility: transfer of nuclei from *Lentinula edodes* into protoplasts of *Coriolus versicolor*. Arch. Pharm. Res. 23:79-86.

33. Kuo, C. Y., Chou, S. Y., Hseu, R. S., and Huang, C. T. 2010. Heterologous expression of EGFP in enoki mushroom *Flammulina velutipes*. Botanical Studies 51:303-309.

34. Lindequist, U., Niedermeyer, T. H. J., and J lich, W.-D. 2005. The pharmacological potential of mushrooms. eCAM 2:285-299.

35. Masaki, F., Masayoshi, W., Masayuki, U., Yukitaka, F. N., and Teruyuki, M. 2007. Introduction of mitochondrial DNA from *Pleurotus ostreatus* into *Pleurotus pulmonarius* by interspecific protoplast fusion. J. Wood. Sci. 53:339-343.

36. Miyazaki, K., Maeda, H., Sunagawa, M., Tamai, Y., and Shiraishi, S. 2000. Screening of heterozygous DNA markers in shiitake (*Lentinula edodes*) using de-dikaryotization via preparation of protoplasts and isolation of four meiotic monokaryons from one basidium. J. Wood Sci. 46:395-400.

37. Mizuno, T., and Zhuang, C. 1995. Maitake, *Grifola frondosa*: pharmacological effects. Fd. Rev. Internat. 11:135-149.

38. Moquet, F., Desmerger, C., Mamoun, M., Ramos-Guedes-Lafargue, M., and Olivier, J. M. 1999. A quantitative trait locus of *Agaricus bisporus* resistance to Pseudomonas tolaasii is closely linked to nature cap color. Fungal Genetics and Biology 28:34-42.

39. Mukherjee, M., and Sengupta, S. 1986. Mutagenesis of protoplasts and regeneration of mycelium in the mushroom *Volvariella volvacea*. Appl. Environ. Microbiol. 52(6):1412-1414.

40. Nogami, T., Kamemoto, Y., Ohga, S., and Kitamoto, Y. 2002. The Buller phenomenon in a bipolar basidiomycetous mushroom, *Pholiota nameko*. Micrologia Aplicada International 14:11-18.

41. Oei, P. 1996. Mushroom Cultivation. Tool *Publications, Leiden*, Netherland. 274pp.

42. Obatake, Y., Murakami, S., Matsumoto T., and Fukumasa-Nakai, Y. 2003. Isolation and characterization of a sporeless mutant in *Pleurotus eryngii*. Mycoscience 44:33-40.

43. Okuda, Y., Murakami, S., and Matsumoto, T. 2009. Development of STS markers suitable for marker-assisted selection of sporeless trait in oyster mushroom, *Pleurotus pulmonarius*. Breeding Sci. 59:315-319.

44. Qin, L.-H., Tan, Q., Chen, M.-J., and Pan, Y.-J. 2006. Use of inter-simple sequence repeats markers to develop strain-specific SCAR for *Lentinula edodes*. FEMS Microbiol. Lett. 257:112-126.
45. Ravishankar, S., Pandey, M., Tewari, R. P., and Krishna, V. 2006. Development of sporeless/low sporing strains of Pleurotus through mutation. World J. Microbiol. Biotechnol. 22:1021-1025.
46. Ren, P. F., Li, J., Qu, L., Ren, H. X., and Gong, Z. Y. 2008. Fine xianggu mushroom (*Lentinula edodes*) strain breeding using protoplast monokaryonization technique. J. Microbiol. 28:45-48.
47. Su, H., Wang, L., Ge, Y., Feng, E., Sun, J., and Liu, L. 2008. Development of strain-specific SCAR markers for authentication of *Ganoderma lucidium*. World J. Microbiol. Biotechnol. 24:1223-1226.
48. Webster, J., and Weber, R. W. S. 2007. Introduction to Fungi. 3rd ed. Cambridge University Press. Cambridge. United Kingdom. 841pp.
49. Wang, W. M., Wu, R.-Y., and Ko, W. H. 2005. Variation and segregation following nuclear transplantation in *Antrodia cinnamomea*. Bot. Bull. Acad. Sin. 46:217-222.
50. Yeh, C. M., Yeh, C. K., Hsu, X. Y., Luo, Q. M., and Lin, M. Y. 2008. Extracellular expression of functional recombinant *Ganoderma lucidium* immunodulatory protein by Bacillus subtilis and Lactococcus lactis. Appl. Environ. Microbiol. 74:1039-1049.
51. Zhao, J., and Chang, S. T. 1993. Monokaryotization by protoplasting heterothallic species of edible mushrooms. World J. Microbiol. Biotechnol. 9:538-543.

Overview and prospects of mushroom breeding in Taiwan

Mei-Hsing Chen[1,*], Yun-Sheng Lue[1], Wei-Sung Li[1], Hsin-Der Shih[1], and Kaun-Tzer Wu[1]

[1]Division of of Plant Pathology ,Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan

[*]Corresponding author: e-mail:mc423@tari.gov.tw

Abstract

Mushroom strain is one of the key factors for running a successful mushroom industry. To obtain superior strains, cross-breeding is the most widely used approach. This method of breeding is cross-mating of basidiospores collected from two compatible parents or mating between monokaryons and dikaryons. Taiwan Agricultural Research Institute bred lots of mushroom strains by using crossbreeding and those strains have released for commercial production. However, with the progress of biotechnology in recent years, other techniques such as mutagenesis, protoplast fusion and gene transformation are employed in mushroom breeding as well. Especially, mushrooms can be used as molecular farming for production of vaccines or specific secondary metabolites as a health purpose. In the future development, the researchers will have to meet the challenge of global climate change and shortage of sawdust. In addition to breeding high-yield mushroom strains, breeding objectives will be conducted in 1) selection of mushroom strains tolerant to high temperatures to reduce energy consumption and lower production costs; 2) selection of mushroom strains with high amounts of bioactive compounds for human health; 3) selection of mushroom strains with degrading a lot of varieties of agricultural wastes to reduce the use of sawdust and conserve the ecosystem, resulting in sustainable development of mushroom industry.

Key words: mushroom breeding, protoplast fusion, mutagen, climate change

菇菌分子農場研發進展與市場展望

呂映慈[1,*]

[1]蘑法生物科技股份有限公司

[*]通訊作者電子信箱： stellavie@mycomagic.com.tw

摘 要

菇菌產業在世界各國均屬高產值精緻農業，也是少數市場需求能以3-10%年複合成長率穩定增加的經濟作物。目前在全球的銷售值約達280-300億美元，其生產潛力和市場價值均不容忽視。分子農場在一般係指以植物生產具有醫藥或商業價值之產物的技術平台。菇菌類分子農場是建立在植物分子農場的既有優勢，利用食用菇種富含蛋白質（佔菇體乾重19-35%）、具有微生物生長快速、比植物更接近動物的蛋白質轉譯後修飾作用，且栽培環境條件易於控制等等諸多優勢，成爲發展分子農場的最佳平台。就菇菌產業而言，分子農場無論在品種改良、專利菇種開發、美容醫療用蛋白質的生產製造上都具有明顯的競爭力，可爲國內菇菌產業開展更多元的應用、促進實際產值產量的成長。

關鍵詞：菇菌類、分子農場、精緻農業、金針菇、香菇、品種改良、基因轉殖

緒言

傳統菇菌產業屬高產值精緻農業，除具相當高的獲利率外，年複合成長率亦逐年穩定增加，綜合鮮銷菇類及衍生產品全球市場總值每年更可達280至300億美元。然則在市場競爭激烈的狀況下，即便隨著近十年市場通貨膨脹和幣值浮動，臺灣鮮銷菇的價格卻無太大幅的價格變動，在此條件下若欲提升獲利，如何穩定銷售額、攻佔新市場將是主要的課題。

新興市場的威脅與機會

近年印度和中國等新興市場的蓬勃發展是促進產值成長的主因之一，而把握成本、技術、創新三項優勢將是搶攻新市場的不二法門。此外，伴隨著生物科技日新月異的發展，分子農場產業近年在醫藥品領域中迅速崛起，並以高達104.3 %的年複合成長率穩定發展中，預估2011年僅北美市場即可達20億美元以上之產值。面對龐大的未來商機，藉由通路佈局、降低生產成本並且掌握創新菌種將是促進整體菇菌類產業價值提升的方式；其中又以菌種爲關鍵因素，正確的種源是確保市場與開發商機的先決條件，而種源的開發需考量品種穩定性與特有性，亦即菌種的選擇以及藉由基因標記維持品種專利的獨有。菌種開發傳統採用雜交育種達成目的，但此法存在費時且功效不彰的缺點，近年隨分子生物技術的提升而漸由基因改造方式所取代。

分子農場新契機

一般分子農場係指藉由植物生產醫藥用蛋白質或是其他具有高經濟價值之特用產品。然而論及基因轉殖安全性乃至分子農場開發成本等基本條件，菇菌類存在眾多優於植物系統之長處。在營養價值上，菇菌類具備營養豐富特性、特殊風味口感以及生理調節活性等三次機能，是人類生活飲食攝取養分的重要來源。除具多元的營養素，如高量的膳食纖維、蛋白質、維生素、礦物質以及低量的脂質外，菇類更以富含多醣類（polysaccharides）、三萜類（triterpenes）、免疫調節蛋白質這類具備提升免疫能力，以及抗腫瘤、抗發炎、降血糖血壓、降膽固醇及抗血栓的活性成分著稱。除了優質的營養成份，菇菌類室內栽培的特性可免除基因轉殖作物最爲人關切的問題—田間栽培造成的基因污染議題，而垂直栽種將可有效利用空間、大幅增加栽種量，加上生長快速、採收期短等優勢，菇類是爲分子農場開發的絕佳候選。並且植物方面目前皆由國際大廠掌握市場，如道禮公司（Dow Agrosciences）、知名種子商孟山都（Monsanto）以及先正達（Syngenta）等跨國企業，因此唯有運用臺灣現有優勢，開創新型產品搶先佈局才是攻佔市場的最佳策略。

菇菌分子農場於食用疫苗之研發現況

蘑法生物科技股份有限公司累積數十年菇菌領域的專業研發經驗，發展專利菇類基因轉形方式，導入外源基因如病毒外鞘蛋白質基因、屋塵蟎過敏原基因等，藉此建立一系列分子農場表現平台。秉持著藥食同源的概念，期望開發兼具營養促進及疾病免疫的食用疫苗，現階段研發成果包括減敏金針菇及B型肝炎防治香菇、金針菇等。針對亞洲高罹病率、且爲導致肝病主因的所開發的菇菌食用疫苗，是蘑法生技的主力開發項目之一；以電子顯微鏡觀察確認其構形及生化分析確效活性後，初步經動物實驗證實可有效誘發小鼠體內抗B型肝炎之抗體生成，後續的研究開發和進一步功效評估及相關動物實驗正持續的進行中。蘑法生技期盼最終能結合傳統菇菌產業與新世代的生物技術，開發功效良好、具有食用便利性且價格合理的食藥用菇類口服疫苗，除促進產業升級外，並提供優質產品回饋予以社會大眾。

Prospects of mushroom molecular pharming R&D and market potential

Lyu Y. T.[1,*]

[1]MycoMagic Biotechnology Co., Ltd.

[*]Corresponding author: e-mail: stellavie@mycomagic.com.tw

Abstract

The mushroom industry is the quality agriculture with a high output value worldwide. The estimated compound annual growth rate of mushrooms can reach 3% to 10%. In addition, the global market sales of mushroom are about US$ 28 to 30 billion each year, suggesting its potential in production and market values are a highly noticeable issue. Molecular pharming refers to the use of genetically engineered plants or crops to produce recombinant pharmaceutical or industrial proteins. The mushroom molecular pharming equips not only the advantages of plant molecular pharming, but also exists the strength of edible mushrooms, such as fast growth, high protein content, a closer form of post-translational modification to mammals than that of plants, and an environmentally controlled close system to prevent mushrooms from gene contamination. Based upon above reasons, the mushroom is an excellence platform for heterologous protein expression. Therefore, the development of mushroom molecular pharming provides the mushroom industries with applications of breed improvement, patent strain development and production of pharmaceutical protein, as well as the enhancement of market values productivity.

Key words：mushroom, molecular farming, precision agriculture, *Flammulina velutipes*, *Lentinula edodes*, breed improvement, gene transformation

六種香菇品系乾燥子實體特性及品質之研究[1]

林婉茹[2]、洪進雄[3,*]、李堂察[3]、楊舜安[4]、王佳琳[2]、李志中[2]

[1]本研究爲林婉茹碩士論文之一部分

[2]國立嘉義大學園藝研究所碩士

[3]國立嘉義大學園藝系暨研究所教授

[4]國立嘉義大學森林及自然資源碩士

[*]聯絡作者，電子郵件信箱：chhung@mail.ncyu.edu.tw

摘 要

‘S271’、‘黑早G271’、‘黑金剛Ds271’、‘921’、‘申香2號’與‘武香2號’等6個香菇品系子實體採收修整後，經過50-65℃乾燥20小時後，測定其乾燥子實體特性、色澤及官能品評。6個香菇品系子實體之直徑在未乾燥前爲51.4-58.1 mm，乾燥後爲38.5-43.0 mm，以‘921’品系爲最大，‘黑早G271’爲最小。厚度在未乾燥前爲23.9-37.3 mm，乾燥後爲12.0-22.5 mm，以‘黑金剛Ds271’品系爲最厚，‘新香二號’品系爲最薄。子實體重量在未乾燥前爲8.8-21.6 g，乾燥後爲1.2-2.5 g，以‘黑金剛Ds271’品系及‘S271’品系爲最重，‘新香二號’品系及‘武香二號’品系爲最輕。乾燥菇體直徑、厚度及重量爲新鮮子實體的69.4-78.3 %、50.0-62.7 %及11.5-15.1 %。以‘黑金剛Ds271’品系菌傘直徑及重量百分率爲最低，‘921’品系直徑百分率爲最高，而厚度百分率以‘黑早G271’品系爲最高，‘申香2號’品系爲最低，菇體重量百分率以‘武香2號’品系爲最高。‘S271’、‘黑早G271’與‘黑金剛Ds271’等品系之香菇菌傘色澤較‘921’、‘申香2號’與‘武香2號’等品系爲較深，6個品系乾燥香菇之菌褶以‘黑金剛Ds271’品系較偏紅，‘S271’品系的各項官能品評整體表現則優於其他品系，其次爲‘黑金剛Ds271’品系。

關鍵詞：香菇、子實體、色澤、品質、官能品評。

一、緒 言

台灣栽培香菇（*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler）已經有相當久的歷史，因乾香菇具有營養、功能性與特殊風味與香氣深受消費者喜愛[19]，同時在台灣有其消費市場[4]。現今台灣乾香菇市場供給與價格波動性高，1997 年後受走私進口影響甚高。乾香菇最大可能進口來源如中國大陸與台灣生產成本及市場價格有明顯落差[15]。因近年來農產品來受到發生黑心加工食品影響，消費者開始重視食品安全性與食品來源，對台灣乾香菇有較高的認同及喜好程度，因此若推動台灣本土乾香菇品牌認證，消費者也會高度支持[4]。消費者對乾香菇選購主要著重於乾香菇之外觀[19]及其香氣，而外觀最重要的項目包括色澤、形狀、大小與開合度等。許多學者針對香菇之乾燥溫度及乾燥方式也曾做相當多的研究[1,9,16,18]。

台灣早期香菇品系由日本引入，1975年後才有品系改良；台灣在1996年所開發‘台農1號’品系[12,13,14]，它具有質優耐貯存，不易變色，鮮銷優良，而成爲生鮮香菇栽培的重要品系。近幾年‘黑早’、‘黑金剛’、‘921’、‘922’、‘168’等品系是由民間業者開發成功，‘黑早’品系多於冬天過年前後開始生產，主要做乾燥香菇用；夏季端午節前後爲‘271’品系及‘黑金剛’品系生產，二者均爲爲耐熱型乾燥香菇品系，其他如‘921’、‘922’及‘168’等品系則爲鮮食香菇品系，而‘台農1號’品系現今栽培比較不廣泛；如埔里地區生產則以‘922’品系爲主[5]。而依香菇品系間的類緣關係，國內學者曾利用RAPD及ITS分析品系間的基因型，而將臺灣地區的商業化品系分成3群：1.大陸菌株‘135’、‘939’等品系。2.‘台農1號’、‘白殼’與‘紅殼’等品系。3.‘日本271’、‘中興5號’、‘中興8號’、‘黑金剛’、‘中溫600’等品系均源於日本的香菇品系[3,8,17]。

本研究主要針對現行台灣不同香菇品系探討其香菇乾燥後之基礎特性(菌傘、菌褶直徑、厚度、重量及色澤)之變化，並對乾燥香菇品質進行官能品評，使國內產品能與走私進口產品作出明顯的區隔，以提高乾香菇價值與香菇市場前景。

二、材料與方法

(一)、試驗方法

1.試驗品系：

以現今台灣(台中新社)栽培的4種香菇品系，分別爲‘黑早G271’、‘S271’、‘黑金剛ds271’、‘921’等品系，加上2個大陸香菇品系‘武香2號’與‘申香6號’(上海食用菌研究所研發育成)，此6個商業品系供做本試驗之參試品系。

2. 試驗品系栽培及採收：

(1)**菌種製作**：將6個香菇品系以HIMEDIA廠牌的馬鈴薯葡萄糖培養基(PDA) 39g稀釋於1000 ml蒸餾水中，以121℃高壓滅菌25分鐘後，取出擺斜面，待培養基冷卻凝固後，進行母種採種，25℃培養待7日菌絲長滿斜面試管，繼代於固體麥粒培養基，麥粒以蒸餾水煮沸後煮至麥粒熟而不爛，且麥粒無白心，將麥粒濾水冷卻後以0.5 %碳酸鈣均勻攪拌，裝入500 ml三角玻璃瓶中，容量爲300 ml，以121℃高壓滅菌1小時，待冷卻後，將已長滿的PDA斜面菌種取1×1cm大小菌絲塊，繼代於麥粒培養基中，於25℃下進行原種栽培約20天，待麥粒原種菌絲長滿後，再接種於香菇太空包中，各品系500包。

(2)**太空包製作及菌絲培養**：太空包培養基組成爲體積百分率乾木屑95%、米糠2.5%、粉頭2%、碳酸鈣0.5%，含水量爲65%，每包1.6 Kg，以常壓滅菌99-100℃滅菌8小時，待冷卻後，將麥粒菌種接種於太空包中，每包約1.5 g進行菌絲培養5個月後進行開包與出菇處理。

(3)**出菇處理及採收**：將長滿菌絲之太空包塑膠環、棉花及塑膠袋口自太空包表面割除，早晚補充水分，待第一次菇潮採收完畢後，進行20天的恢復期，後進行翻包處理刺激出菇，將太空包180度翻轉靜置24小時再翻正，即可刺激2次出菇，其他菇潮以下類推。當香菇菇蕾產生後，待菌傘張開至8分開時，菌傘內之菌膜已破裂大於1/2，以指腹可以觸摸到菌褶作爲採收標準。

3.乾燥處理：

經過菌絲培養栽培及出菇採收菌傘8分開之菇體後，修剪菇柄，留下距蕈傘基部約2公分之菇柄，利用宏昌牌香菇乾燥機，依台中縣林姓菇農現行乾燥

方法進行乾燥，採用平行強制送風式乾燥，香菇乾燥溫度起始爲50℃，每6小時升溫一次，溫度爲5℃；進、排氣口按全程乾燥預定時間分成3階段，即全開、半開、關閉各約6小時，將菇體置於乾燥箱第1櫥，第6排乾燥篩中進行乾燥，烘乾時間以大朵香菇可完全乾燥的時間爲參考，直至烘乾20小時，香菇之水分含量低於13 %後，香菇已完全乾燥，進而評估各品系乾燥特性與品質。

(二)、菇體特性之測定方法

1.菇體特性：取各品系香菇，每4朵爲1重複，共計3重複，總計12朵，於乾燥0、4、8、12、16及20小時分別測量新鮮菇體及乾燥菇體之重量、直徑、厚度百分率的變化，並進行乾燥子實體之色澤及官能品評分析。

(1)蕈傘直徑變化：

使用日本製造Mitutoyo數位式游標卡尺（Digimatic caliper）型號AT115，測量新鮮菇體及乾燥菇體之蕈傘直徑，以mm爲測量單位，測量蕈傘最長之處，讀取至小數點以下第2位。菇體直徑變化百分率[(1)]計算由下列公式所示。

菇體直徑百分率（%）＝乾燥（0、4、8、12、16及20）小時菇體直徑/乾燥0小時菇體直徑 × 100%。

(2)菇體厚度變化：

使用日本製造Mitutoyo數位式游標卡尺（Digimatic caliper）型號AT115，測量菇體厚度，以mm爲測量單位，測量新鮮菇體及乾燥菇體之蕈傘頂部與菇柄基部最長之處，讀取至小數點以下第2位。菇體厚度變化百分率計算由下列公式所示。

菇體厚度百分率（%）＝乾燥（0、4、8、12、16及20）小時菇體厚度/乾燥0小時菇體厚度 × 100%。

(3)菇體重量變化：

將受測新鮮菇體及乾燥菇體以電子天秤稱重，以克（g）爲單位，讀取至小數點以下第2位，菇體重量變化百分率計算由下列公式所示。

菇體重量百分率（%）＝乾燥（0、4、8、12、16、20）小時菇體重量/乾燥0小時菇體重量 × 100%。

(4)人爲感官評分試驗：

香菇乾燥後貯藏於PE塑膠袋（厚0.05 ㎜、長22.5 ㎝、寬15.5 ㎝）中，加入乾燥劑，以封口機密封。於乾燥完畢隔日即進行乾香菇人爲感官評分試驗，乾

香菇之人爲官能品評分析是由7位具香菇乾燥經驗的品評者進行評分。於品評前，將樣品分別裝入事先已隨機編碼之透明PE袋中，品評乾香菇菌傘色澤、菌褶色澤、香氣及外觀喜好。人爲感官評分試驗的評分方式使用9分制[11] (1 =非常 喜歡，3＝不喜歡，5 =尚可，7＝喜歡，9 =非常喜歡)，品評員7人，每人均爲具有香菇乾燥經驗的菇農，分別對乾香菇菌傘色澤、菌褶色澤、香氣及外觀進行感官評分，及喜好總分(統計菌傘色澤、菌褶色澤、香氣及外觀整體喜好的總得分)。

(5)菇體色澤之色相（Hue）及色彩飽和度（Saturation）分析

取各品系香菇，每4朵爲1重複，共計3重複，總計12朵，於乾燥20小時後，利用SigmaScan Pro 5影像分析軟體，進行乾香菇菌傘及菌褶色相（Hue）及色彩飽和度（Saturation）之分析。以人類對色彩的感覺爲基礎，HSB 色彩模型描述顏色的三種基本特性[6]。色相（Hue）是指物體反射或傳出的光線。測量色相是依據顏色在標準檢色輪中的位置，以 0° 至 360° 之間的角度值表示。色相角0°、120°、240°方向對應紅、綠、藍，色相角60°、180°、270°方向對應黃、青、紫，從0°的 色開始，逆時針方向增加角度，60°是黃色，180°是青色等，360°又回到紅色，一般使用時，色相是以顏色的名稱來識別。飽和度（Saturation）也稱爲彩度，指顏色的強度或純度。飽和度代表色相中的灰色比例，以 0 %（灰）到 100 %（完全飽和）的百分比表示。在標準檢色輪上，飽和度由中心點往邊緣遞增。亮度（Brightness）是指顏色的相對亮度或暗度，通常以 0 %（黑）至 100 %（白）的百分比表示。

本研究利用Nikon coolpix S3相機以6MP JPEG畫質Fine、ISO 50、自動白平衡、閃燈關閉，其餘參數則使用原始設定，於暗房中使用東亞太陽燈管（FL20L-EX/18，110 V）作爲光源，乾香菇置於光源正下方185公分處，相機位於乾香菇上方16公分處，作香菇內外部菇體外觀之攝影，將影像傳輸至個人電腦，利用PhotoImpact 10.0影像軟體，將影片中的香菇內外部各選取100 × 100像素單位（Pixel，由 Picture 和 Element 所組成，用來計算數位影像的單位）以BMP圖片檔格式，利用SigmaScan Pro5影像分析軟體進行色相（Hue）及色彩飽和度（Saturation）之分析，而SigmaScan Pro5影像分析軟體之色相（Hue）尺度設定爲0°－255°，（0°＝Red，40°＝Yellow，90°＝Green，170°＝Blue，210°=Purple，255°＝Red），色彩飽和度（Saturation）尺度爲0 %－100 %，（0 %＝Gray，100 %＝Full color）。而亮度值皆預設爲100 %。

(三)、數據分析

本試驗所得數據收集後進行資料分析，資料以SPSS（Statistical products and Services Solution）套裝軟體進行統計分析，以One-Way ANOVA或Two-Way ANOVA之統計方法比較各組間的差異，並且以最小顯著性差異性測驗法（Least significant difference test, LSD）作顯著性差異之比較[10]，若兩組間統計值p-value小於0.05，則視爲該兩組間具有顯著性差異，及將各項品質性狀之數值作相關性分析（correlation analysis）求得各項間之相關係數γ，以得知其相關程度，並用Sigma Plot 9.0繪圖軟體進行繪圖[7]。

三、結 果

(一)、不同香菇栽培品系之乾燥菇體品質分析：

（1）不同香菇栽培品系之菇體基本特性分析：

以6個商業香菇品系爲參試材料，經栽培採收菇體並乾燥後評估各品系乾燥香菇之菇體特性與品質變化如圖1、表1所示。菇體乾燥時間20小時後，菇體直徑約爲原來的69.4-78.3 %，品系間有顯著性差異；以‘黑金剛Ds271’爲最低(爲初始的69.4%)，其次爲‘武香2號（爲71.5%）；次高爲‘申香2號’、‘黑早G271’和‘S271’品系，爲73.7-75.5%；最高者爲‘921’品系（爲78.3 %），顯示‘921’品系於乾燥過程中菇體菌傘直徑較不會皺縮。6個香菇品系子實體之直徑在未乾燥前爲51.4-58.1 mm，以‘黑金剛Ds271’品系爲最大，‘黑早G271’爲最小；6個香菇品系子實體直徑乾燥後爲38.5-43.0 mm，以‘921’品系爲最大，‘黑早G271’爲最小。

6個香菇品系子實體厚度在未乾燥前爲23.9-37.3mm，以‘黑金剛Ds271’品系爲最厚，‘新香二號’品系爲最薄；6個香菇品系乾燥實體厚度爲原來的50.0-62.7%，品系間有顯著性差異。以‘申香2號’爲最低（爲初始的50.0%），其次爲‘S271’、‘921’、‘黑金剛Ds271’及‘武香2號’等品系（爲56.9-61.3 %）；‘黑早G271’品系（爲62.7%）爲最高且較爲厚實。6個香菇品系子實體厚度乾燥後爲12.0-22.5mm，以‘黑金剛Ds271’品系爲最厚，‘新香二號’品系爲最薄。

6個香菇品系每朵子實體之重量在未乾燥前爲8.8-21.6 g，以‘黑金剛Ds271’品系爲最重，‘新香二號’品系及‘武香二號’品系爲最輕。6個香菇品系子實體之乾燥後重量爲1.2-2.5 g，以‘黑金剛Ds271’品系及‘S271’品系爲最重，‘新香二號’品系及‘武香二號’品系爲最輕。6香菇品系乾燥菇體重量爲原來的11.5-15.1%，品系間有顯著性差異；最低者爲‘黑金剛Ds271’(11.5 %)及‘申香2號’(12.1 %)品系；其次爲‘黑早G271’品系 (12.4 %)、‘921’品系 (13.4%)及‘S271’品系 (13.4 %)，‘武香2號’品系爲最高(15.1 %)。顯示6香菇品系菇體經過乾燥後以‘武香2號’較富重量，‘黑金鋼Ds271’品系則爲較輕。

（2）不同香菇栽培品系之菇體顏色分析：

6香菇品系乾燥20小時後，菌傘、菌褶色相角及色彩飽和度利用加權平均數法可得各色相角及色彩飽和度之平均值，利用SPSS分析其顯著性差異如表2所示。菌傘色相以‘黑早G271’所示爲最低(20.1°)；其次爲‘申香2號’、‘921’、‘武香2號’及‘黑金剛Ds271’等品系；菌傘色相角最高爲‘S271’品系（26.2°）。而菌傘飽和度以‘S271’品系爲最低(49.3 ± 4.4 %)；其次爲‘Ds271’及‘黑早G271’等品系；最高爲‘申香2號’(76.1 %)。菌褶色相角以‘黑金剛Ds271’爲最低(26.4°)，顯示色澤較偏紅色，其他品系間則無顯著性差異；菌褶色彩飽和度以‘S271’品系爲最低(爲57.7 %)，‘Ds271’品系(96.9 %)爲最高，因此顯示‘黑金剛Ds271’品系之內部色澤較爲偏紅，其他品系間則無顯著性差異。各品系乾燥後菌傘、菌褶色澤如圖2所示，‘S271’、‘黑早G271’與‘黑金剛Ds271’品系之菌傘色澤較其他三個品系爲深，而菌褶色澤以‘黑金剛Ds271’品系較偏紅色。

（3）不同香菇栽培品系之官能品評測定：

6個品系乾燥香菇之官能品評如表3所示，菌傘色澤以‘S271’、‘黑早G271’及‘黑金剛Ds271’品系較高(爲6.3-7.5分)；而‘921’、‘申香2號’及‘武香2號’品系則較低(4-5分間)。菌褶色澤以‘S271’品系爲最高，而‘黑金剛Ds271’品系爲最低，與其他品系間則無顯著性差異。香氣喜好程度均高於6，品系間之香氣無顯著性差異；外觀整體喜好以‘S271’品系爲最高(8.0分)，其次爲‘黑金剛Ds271’(6.7分)，其餘品系爲中等(5-6分)，而喜好總分以‘S271’品系爲最高(29.7分)，‘武香2號’品系爲最低(20.3分)。

6個香菇品系色相角與色彩飽和官能品評程度之相關性分析如表4所示，菌傘色相角與菌傘飽合度間、菌褶色相角與菌褶飽和度、菌褶飽和度與菌褶色澤喜好程度均呈負相關(γ值爲-0.55、-0.64、-0.58)；而菌傘飽和度與菌褶飽和度、菌傘色澤喜好程度與外觀喜好及喜好總分間(γ值各爲0.58、0.59與0.77)、菌褶色澤喜好程度與外觀喜好及喜好總分間(γ值各爲0.52與0.70)、香氣與外觀喜好程度與喜好總分間(γ值各爲0.69與0.86) 均呈現高度正相關。

四、討 論

（1）菇體特性分析：

香菇菇體厚度及密度與大小，與香菇品系、採收季節、菌傘開合度有密切的關係[(1)]。由本試驗中顯示，台灣主要的乾燥香菇商業品系‘黑金剛S271’及‘黑早G271’經乾燥後之菌傘直徑、厚度與重量百分率，均比‘武香2號’、‘黑金剛Ds271’等品系爲高，而‘921’品系雖然以生鮮銷售爲主，但其乾燥基礎特性表現良好，不易皺縮及失重，而‘黑金剛Ds271’乾燥後菇體皺縮度及失重情形則顯著高於其他品系。事實上，菇體重量、直徑及厚度均是農民採收香菇品質之重要評估標準，因此也包括乾燥過程前後之菇體特性變化。

（2）菇體顏色分析：

隨香菇生長環境條件的差異，如樹種、光照、溫度、酸鹼度、相對溼度、緯度及品系等，均會影響香菇的型態、品質及色澤[(2)]。不同香菇品系之成分組成並不相同，如香菇‘271’品系與鮮食品系‘台農1號’之水分含量、乾物重、碳水化合物含量、可溶性糖之葡萄糖含量、漏蘆糖、總游離胺基酸含量等均有明顯的差異[(20)]。而香菇於乾燥過程中，會受酵素及非酵素性褐變等因素之影響，因此不同香菇品系內可溶性糖與游離胺基酸含量可能會影響非酵素性褐化程度，但仍須進一步的測試。

本研究之6品系香菇乾燥後菌傘與菌褶色相角及色彩飽和度（表2、圖2），以‘黑早G271’品系菌傘色相角最低，色澤較爲偏紅，‘S271’品系菌

傘色相角最高，色澤較偏黃色。菌傘色彩飽和度以‘S271’品系爲最低，其次爲‘黑金剛Ds271’品系及‘黑早G271’品系，最高爲‘申香2號’品系。菌褶色相角以‘黑金剛Ds271’品系最低且色澤偏紅色，其他品系無顯著性差異；而菌褶色彩飽和度以‘S271’品系爲最低，最高者爲‘黑金剛Ds271’品系。色相角越低顯示色澤偏紅色，飽和度越低灰階程度越高。‘S271’、‘黑早G271’與‘黑金剛Ds271’等品系之菌傘色澤較‘921’品系、‘申香2號’品系與‘武香2號’品系爲深，而菌傘色澤褐化程度越高，越受消費者喜愛[4]。

（3）官能品評測定：

本研究6品系乾燥香菇之官能品評中（表3），菌傘色澤喜好以‘S271’、‘黑早G271’及‘黑金剛Ds271’等品系爲最高，而生鮮品系‘921’與‘申香2號、‘武香2號’等品系均較低；菌褶色澤以‘S271’品系爲最高，‘黑金剛Ds271’品系爲最低，顯示‘S271’品系之色澤較受喜愛。香菇香氣會受乾燥及處理方法不同而有差異，但成功烘乾之香菇，其香氣差異性不大，須經化學分析之鑑定，才可得化學成分上含量的差異，且香氣感受因人而異，需特定訓練人員才可憑斷其差異[1]，而本試驗以香菇產品利用較具經驗之業者進行官能品評，而其各處理間之官能品評結果是考量評估方法力求較穩定性且可靠性，6個香菇品系間之香氣喜好程度也並無顯著差異。由於乾燥處理對於乾香菇菌傘紋路及亮度與色澤、菌褶色澤及菌褶直立程度之影響很大，市面上高級香菇禮盒皆顯示乾燥香菇外觀的價值性[1]，而‘S271’品系之外觀喜好、喜好總分爲最高，其次爲‘黑金剛Ds271’品系，由此可知‘S271’品系使用於乾燥香菇之各項指標表現明顯優於其他5品系。

（4）品質性狀之相關性分析：

由六個香菇品系之品質性狀之相關性分析(表4)，可以獲知菌傘與菌褶之色澤喜好程度與菌傘、菌褶之色相角呈現正相關，而與飽和度呈現相當顯著的負相關；而喜好總分和菌傘色澤、菌褶色澤、外觀喜好及香氣的喜好程度有高度正相關。菌褶色相角與菌傘色澤、菌褶色澤、香氣喜好及外觀喜好間均有高度正相關，而喜好總分也與乾燥香菇之菌傘色澤、菌褶色澤、香氣喜好及外觀喜好間呈現有高度正相關。

引用文獻

1.王宏智、陳俊明、尤瓊琦、王豐政. 1995. 香菇乾燥基本特性之研究. 農業機械學刊 4:1-13。

2.王伯徹. 1991.食藥用菇系列報導(十三) 香菇. 食品工業 23:39-45。

3.王伯徹. 2001. 菇類的形態與DNA指紋. 農業世界雜誌 241:42-45。

4.李佳玲、邱瑗恆、劉世詮、陳美伶. 2006. 消費者選購行爲與選擇動機對乾香菇認證支持度之影響. Nutr. Sci. 31:59-67。

5.段兆麟、洪進雄. 1998. 農場經營診斷－震川農場個案. 屏東科技大學. 57pp。

6.許旭輝、李麗雪、郭一羽. 2008. 海岸灘地植栽元素之景觀美質研究. 自然資源保育暨應用學術研討會論文集. p.124-134。

7.黃依玲. 2004. 溫度及包裝對新鮮香菇保鮮效果之研究. 國立嘉義大學農學研究所論文。

8.黃仁彰、洪美戀、王伯徹. 1999. 台灣地區商業化香菇品系之類緣探討與分群研究. 中國農業化學會誌 37:431-441。

9.盧明福、李允中. 1989. 香菇乾燥機械之研究.農業工程學報36 (3):25-35。

10.張毓芬. 2005. SPSS與研究方法.五南圖書出版社. 618 pp。

11.彭秋妹. 2002. 食品官能檢查手冊.財團法人食品工業發展研究所。

12.廖英明. 1984. 低海拔香菇品系之育種. 中華農業研究 33 (3):292-305。

13.廖英明. 1999. 台灣香菇栽培發展史（上）. 農業世界雜誌 192:64-69。

14.廖英明. 1999. 台灣香菇栽培發展史（下）. 農業世界雜誌 193:40-45。

15.劉祥熹、黃琮琪、陳昇鴻. 2004. 進口乾金針與乾香菇潛在衝擊之分析. 農業經濟半年刊 76:51-86。

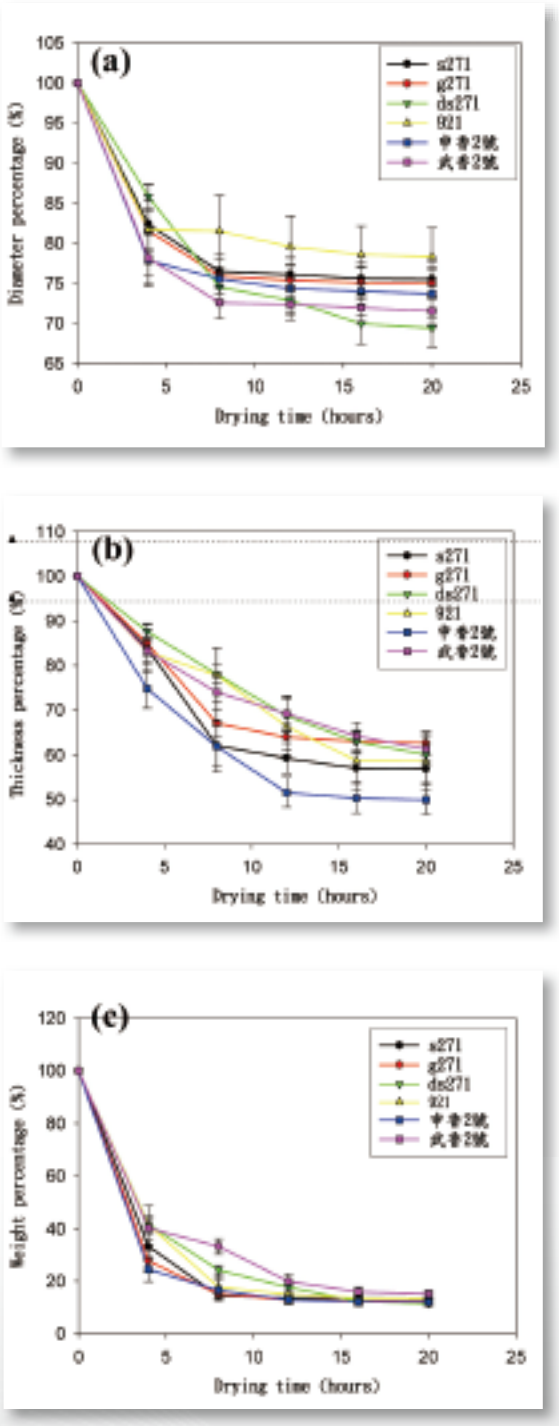
16.賴建州、周廷弘、梁連勝. 1995. 紅外線香菇乾燥與自動監控系統之建立. 中華農業研究 44 (4): 464-469。

17.蘇秋建. 2005. 台灣目前栽培香菇品系與側耳屬特性之研究. 國立中興大學植物病理學系碩士論文。

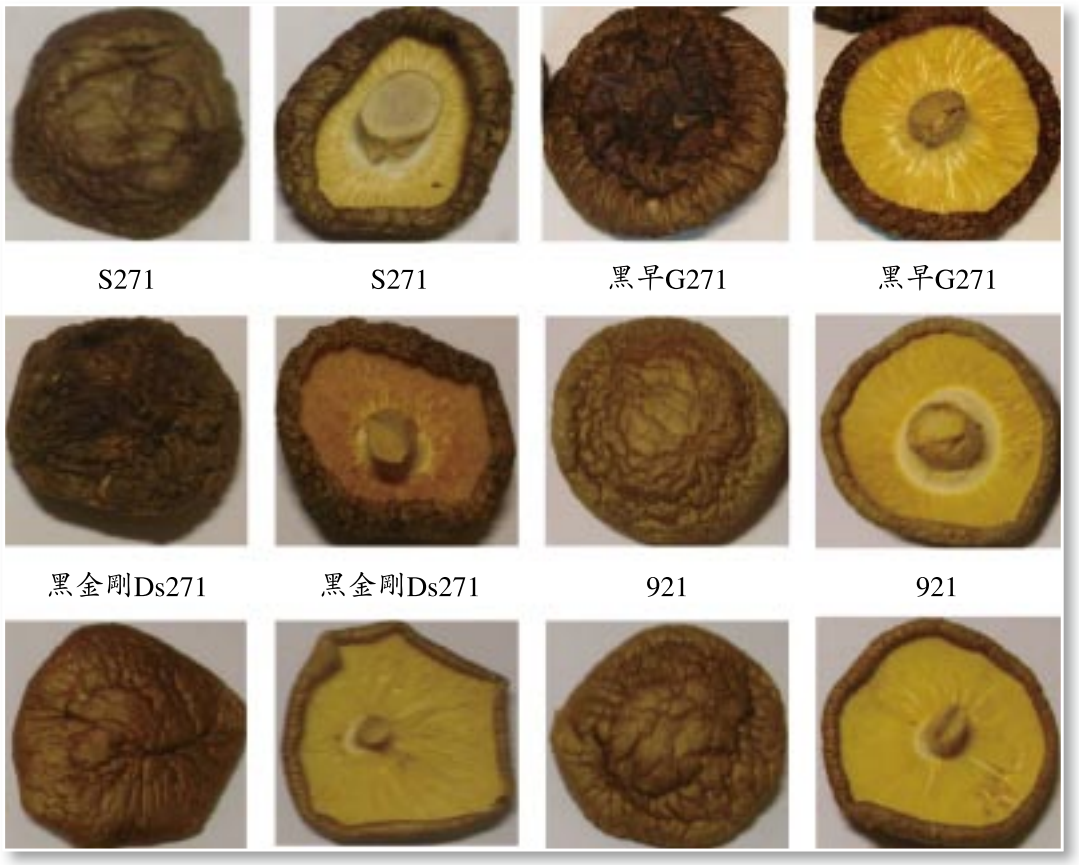
18.平尾武司. 1978. 香菇乾燥法. 農山漁村文化學會. 172pp。

19.Masakazu, H., and Ichiro, Y. 2005. The smell and odorous components of dried shiitake mushroom, Lentinula edodes II：sensory evaluation by ordinary people. Journal of Wood Science 51:628-633.

20.Yang, J. H., H. C. Lin., and Mau, J. L. 2001. Nonvolatile taste components of several commercial mushrooms. Food Chemistry 72:465-471.



圖一.6個香菇品系在乾燥過程中子實體直徑、厚度及重量之變化
Fig.1. The change of diameter，thickness，weight of pileus in six shiitake mushroom lines during drying process.



圖二. 6個香菇品系乾燥後子實體菌傘與菌褶之色澤及外觀
Fig. 2. The color and externals of pileus and gill of six shiitake mushroom lines.

表一、乾燥處理後6個香菇品系菌傘直徑、厚度與重量之變化

Table1. The change of diameter， thickness and weight of pileus in six shiitake mushroom lines after drying.

Cultivars	Diameter1 （mm）			Thickness1（mm）			Weight1 （g）		
	Before drying	After drying	Drying(%)	Before drying	After drying	Drying(%)	Before drying	After drying	Drying(%)
S271	55.2±4.4ab2	41.7±4.0ab	75.5±2.2b	29.0±3.8b	16.6±2.8b	56.9±3.2c	18.1±3.8ab	2.4±0.5a	13.4±0.7b
G271	51.4±5.7b	38.5±4.8b	75.0±2.1b	26.1±3.6bc	16.4±2.6b	62.7±2.6a	11.9±3.0cd	1.5±0.4bc	12.4±0.8bc
DS271	59.1±4.4a	41.0±4.3ab	69.4±2.3d	37.3±3.6a	22.5±2.9a	60.1±2.6ab	21.6±4.3a	2.5±0.5a	11.5±0.6c
921	57.1±13.1ab	44.8±11.1a	78.3±3.6a	28.3±7.0b	16.9±5.8b	58.6±6.4bc	15.4±11.4bc	2.1±1.7ab	13.4±1.9b
Shi-Shiang NO.2	58.1±7.7ab	43.0±6.9ab	73.7±3.0b	23.9±3.8c	12.0±2.5c	50.0±3.2d	9.6±3.9d	1.2±0.6c	12.1±1.5c
Wu-Shing NO.2	56.7±8.2ab	40.6±6.0ab	71.5±1.7c	25.8±4.1bc	15.7±2.1b	61.3±2.9ab	8.8±3.6d	1.3±0.4c	15.1±1.5a

[1] The diameter, thickness, and weight percentage of pileus in six shiitake mushroom measured after 20 hours drying.

[2] Means separation within same column followed by different letters were significantly different （P＜0.05）by Least significant difference test, LSD.

表二、6個香菇品系乾燥後子實體之菌傘與菌褶色相角及色彩飽和度比較

Table 2. The hue ranges and saturation ranges of pileus and gill in six shiitake mushroom lines after drying.

Cultivars	Pileus hue ranges1 (°)	Pileus saturation ranges2 (%)	Gill hue ranges1 (°)	Gill saturation ranges2 (%)
S271	26.2±1.1a3	49.3±4.4c	31.5±1.1a	57.7±9.8c
G271	20.1±2.6c	69.2±6.1b	31.2±1.5a	82.1±11.8b
Ds271	23.9±1.2b	66.9±6.4b	26.4±1.8b	96.9±3.5a
921	22.7±2.3b	72.5±7.8ab	31.5±0.5a	81.0±7.5b
Shi-Shiang NO.2	22.5±2.2b	76.1±7.9a	30.9±1.0a	87.8±4.1b
Wu-Shing NO.2	23.7±1.8b	72.2±5.6ab	31.6±1.4a	82.2±9.4b

[1] Hue ranges between 0° and 255° in a smooth continuum of color with the following benchmarks : 0°: red, 40° : yellow, 90° : green, 170° : blue, 210° : purple, 255° : red.

[2] The saturation ranges from 0% (gray) to 100% (full color).

[3] Means separation within same column followed by different letters were significantly different （P＜0.05）by Least significant difference test, LSD.

表三、6個香菇品系乾燥後之官能品評分析

Table 3. Sensory assessment of six shiitake mushrooms lines.

Cultivars	Color of pileus1	Color of gill	Aroma sensory	Externals sensory	Total sensory scores2
S271	7.5±1.1a3	7.5±0.6a	6.7±0.5n.s.	8.0±0.9a	29.7a
G271	6.3±0.8a	5.0±0.9b	5.7±0.5n.s.	5.7±1.6bc	22.7bc
Ds271	6.6±0.8a	4.9±0.7b	6.6±0.8n.s.	6.7±1.0ab	24.7b
921	4.9±1.8b	5.7±1.4b	5.6±1.5n.s.	5.1±0.7c	21.3bc
Shi-Shiang NO.2	4.7±1.0b	5.6±1.4b	5.9±1.6n.s.	5.3±1.6c	21.4bc
Wu-Shing NO.2	4.4±0.8b	5.6±1.5b	5.6±0.8n.s.	4.7±1.0c	20.3c

[1] The sensory assessment is adopted 9 points system (1 = very dislike; 3 = dislike; 5 = passable; 7 = like; 9 = very like).

[2] Total sensory scores was sun the scores of color of pileus, color of gill, aroma sensory and externals sensory.

[3] Means separation within same column followed by different letters were significantly different （$P<0.05$）by Least significant difference test, LSD.

表4、6個香菇品種品質性狀之相關性分析

Table 4. Correlation analysis of qualitative characteristic of pileus in six shiitake mushroom lines.

Correlation coefficient (γ)1	Lines	Pileus hue ranges(°)	Pileus aturation ranges(%)	Gill hue ranges(°)	Gill saturation ranges(%)	Color of pileus	Color of gill	Aroma sensory	Externals sensory	Total sensory scores
Lines	1									
Pileus hue ranges(°)	-0.13	1								
Pileus saturation ranges(%)	0.64	-0.55	1							
Gill hue ranges(°)	0.10	-0.01	0.00	1						
Gill saturation ranges(%)	0.42	-0.38	0.58	-0.64	1					
Color of pileus	-0.70	0.10	-0.38	-0.20	-0.29	1				
Color of gill	-0.23	0.25	-0.43	0.35	-0.58	0.26	1			
Aroma sensory	-0.27	0.24	-0.18	-0.20	-0.11	0.42	0.35	1		
Externals sensory	-0.60	0.23	-0.35	-0.10	-0.37	0.59	0.52	0.45	1	
Total sensory scores	-0.62	0.27	-0.45	-0.05	-0.45	0.77	0.70	0.69	0.86	1

[1]Correlation coefficient (γ)：values were between -1.00-+1.00.. 0.00 means no correlation between two variables. +1.00 means positive correlation between two variables with 100% accuracy ; -1.00 means negative correlation between two variables with 100% accuracy.

A studies on the characteristics and quality of dried fruiting bodies in six shiitake mushroom lines[1]

Wan-Lu Lin [1], Chin-Hsiung Hung [2,*], Tan-Cha Lee[2], Shun-An Yang[3], Chia-Lin Wang[1], Zhi-Zhong Li[1]

[1] Master of Dept. of Horticultural Science, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan

[2] Professor of Dept. of Horticultural Science, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan

[3] Master of Dept. of Forest And Natural Resources, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan

[*] Corresponding author, E-mail：chhung@mail.ncyu.edu.tw

Abstract

Six shiitake mushroom lines (Lentinula edodes‘S271’,‘G271’,‘Ds271’,‘921’‘Shi-Shiang No.2’and‘Wu-Shing No.2’) were harvested，trimmed，and dried at 50-65℃for 20 hours. After drying，the dried mushroom were test for characteristics, color and sensory assessment. The diameter of fruiting bodies in 6 shiitake mushroom lines were 51.4-58.1mm before drying and 38.5-43.0mm after drying. The line‘921’were the biggest , line‘G271’were the smallest. The thickness of fruiting bodies in 6 shiitake mushroom lines were 23.9-37.3mm before drying and 12.0-22.5mm after drying. The line‘Ds271’were the thickest, line‘Shi-Shiang No.2’were the thinnest. The weight of fruiting bodies in 6 shiitake mushroom

lines were 8.8-21.6g before drying and 1.2-2.5g after drying. The line‘Ds271’and line‘S271’were the best and heavier, line ‘Shi-Shiang No.2’ and line ‘Wu-Shing No.2’were the worst and lighter. The diameter，thickness and weight of pileus in 6 shiitake mushroom lines were reduced to 69.4-78.3%，50.0-62.7% and 11.5-15.1%. Shiitake lines‘Ds271’had the lowest percentage in diameter and weight，but line ‘921’had the highest percentage in diameter. About the thickness percentage of line ‘G271’ was the highest , and line ‘Shi-Shiang No.2’ was the lowest . The weight percentage of line ‘Wu-Shing No.2’ was also the highest ，line‘Ds271’ was the lowest . Three shiitake mushroom lines（such as ‘S271’，‘G271’and ‘Ds271’） had darker color of pileus than lines ‘921’，‘Shi-Shiang No.2’ and ‘Wu-Shing No.2’. The color of gills was very close to red in line ‘Ds271’. The expression of total sensory assessment of shiitake line ‘S271’ was the best，and line ‘Ds271’ was the next.

Key word: fruiting body, color, quality, shiitake, mushroom, sensory assessment .

菇類採收後保鮮處理技術

林慧玲[1,*]

[1]國立中興大學園藝學系

[*]電子信箱:hllin@dragon.nchu.edu.tw

摘 要

菇類與其他園產品相較之下有較高的呼吸速率，代謝活性高，採收後極易劣變，保鮮不易。影響菇類貯藏壽命的因子包含：溫度、水分、氣體環境、採收時期和病原菌感染。主要的劣變症狀有失重、菌傘開張、菌柄生長、組織呈水浸狀與褐化等。一般菇類採收後有極高之呼吸率及失水率，使品質快速下降，即使在低溫下，其貯藏壽命亦只有數日而已，杏鮑菇亦然。本文以杏鮑菇爲研究材料，開發保鮮技術，內容含貯藏溫度、包裝方式、材質及抗褐化技術等，此技術的應用可使杏鮑菇櫥架或貯藏壽命延長3倍，約達42日，因此無論在外銷或銷售過程皆可降低損耗及保持品質。

關鍵字: 杏鮑菇、氣變包裝、保鮮

緒 言

菇類與其他園產品相較之下有較高的呼吸速率，其代謝活性高，採收後極易劣變，保鮮不易。影響菇類貯藏壽命的因子包含：溫度、水分、氣體環境、採收時期和病原菌感染。主要的劣變症狀有失重、菌傘開張、菌柄生長、組織呈水浸狀與褐化等[15]。近年來，由於菇類的營養成分與有益健康，使其在生鮮市場上的產量與消費日趨增加[12]，因此在貯藏與銷貨市場期間，如何改善品質與延長櫥架壽命即成爲一重要課題。菇類爲易於腐爛的商品，當置於常溫下，會產生高呼吸率與失水，造成品質快速劣變。

(一)低溫處理

菇類採收後於室溫下品質快速劣變，產生的現象有失水、菇傘的開張、菌柄的伸長和褐變等。而低溫可以減低呼吸率、蒸散速率及乙烯的生成速率，因此可減緩後熟及衰老的速度，另外，造成園產品腐損的病原菌在低溫下生長緩慢，因此可使腐爛減少或較慢[9]。Burton與Noble[16]的研究中發現在5℃的貯藏溫度下，菌傘的開張速度要比18℃下慢，並且有較長之壽命；在生理影響方面，Murr與Morris[33]的研究顯示，低溫可以有效降低採收後菇體之生理活性，延緩其老化過程的進行。

(二)改變氣體組成

氣調貯藏(controlled atmosphere storage, CA storage)即指控制貯藏環境中之溫、溼度及氧氣、二氧化碳濃度的貯藏方法。氣調貯藏由Kidd和West兩位學者所發現，學者根據植物呼吸作用的化學方程式：$C_6H_{12}O_6+O_2\rightarrow 6CO_2+6H_2O$，降低貯藏環境之氧氣，提高二氧化碳，可降低果實的呼吸率(劉，1995)和代謝速率，進而增加貯藏壽命[25]。氣調貯藏對園產品生理與生化之影響極大，除影響呼吸代謝之外，乙烯生合成、有機酸、碳水化合物及其他生理代謝產物、攜的合成及其活性、氣味物質、糖解作用及無氧代謝，以及對各種後熟作用等均有影響[2]。

(三)簡易包裝

利用不同氣體通透能力及產品填充率的塑膠袋，以達成不同氣體環境之包裝方式稱為氣變包裝(Modified atmosphere package, MAP)。若選擇適當氣變包裝的材質，則袋內氧氣逐漸被產品呼吸利用而減少，並增加二氧化碳的濃度，最終達某一平衡點，而具氣調貯藏的效果。塑膠袋對水蒸氣和氣體的滲透性是受塑膠袋的化學組成和厚度所影響。至於合者較適合，Sveine等人[40]在塑膠袋材料的試驗中證明，只有箔型(foil types)能擴散充分的氧氣，期中以polyethylene foil效果較好。氣調包裝(MAP)被認為是延長菇類櫥架壽命之最經濟且有效的方法[41]，在產品包裝內，高濕度、低氧、高二氧化碳下可降低菇類呼吸率與生理變化而達保鮮之效果[24]。

例如，蠔菇先以0.5%氯化鈣與0.5%檸檬酸沖洗，再用內含3克氧化鎂做爲二氧化碳吸收劑之低密度聚乙烯袋(0.015 mm)包裝，放在8℃，相對溼度70%下可使貯藏時間從6天延長爲12天[23]；而以聚乙烯袋(60 μm)、EVA(2%)或陶製薄膜(含5%沸石)來進行氣變處理蠔菇，貯藏在0℃時，櫥架壽命可達8-11天，5℃

下爲4-6天，10℃下爲2-3天，在20℃時只能維持1-2天[17]。另外，利用其他不同低密度聚乙烯包裝材質，Vileda Freshmate (10μm)與PE 52LV Amcor (90μm)，可維持蠔菇、鳳尾菇之品質達7天，杏鮑菇則可延長至11天[38]。在蘑菇上，若以施加親水性薄膜(hydrophilic fims)來進行氣變包裝，反而會出現過高濃度的二氧化碳分壓而造成品質變差[15]；而香菇在低密度聚乙烯或聚丙烯氣變包裝下，高濃度(超過9%)二氧化碳會提高腐敗率，反而在一般大氣下，貯藏壽命較長，顯示香菇較其他菇類對二氧化碳敏感[13]；但若使用大孔隙材質來進行包裝(9×10^3孔隙/ m^2，0.1mm^2表面)，則可延長香菇櫥架壽命達6天[11]；洋菇利用2.5%二氧化碳與10-20%氧氣進行氣變處理，可降低微生物數量與改善洋菇外觀品質，但若使用15%二氧化碳、低於1%氧氣則會抑制菇類開傘並大量減少微生物生長[10]。

以下介紹各種菇類保鮮研究。

一、杏鮑菇：

1.利用PE袋包裝可有效減低杏鮑菇之呼吸率，且呼吸率均低於EVA膜包裝。0.08mm PE袋包裝可減緩呼吸、多酚氧化酵素(PPO)活性及酚類化合物之累積並阻隔氧氣之通透，具較佳之氣變包裝效果，可延長杏鮑菇貯藏壽命及販售品質。包裝紙箱內襯PE塑膠袋再裝入EVA膜保麗龍承盤小包裝扭結包裝，可增加貯運壽命，避免菇體褐化劣變、減少損耗。

2.杏鮑菇採後保鮮處理流程：新鮮杏鮑菇採後進行預冷，以1-MCP於冷溫(15℃)下處理24小時，以果盤及低密度保鮮膜包裝並以紙箱內襯0.08 mm厚塑膠袋扭結包裝溫度1℃可維持約6週之貯藏品質，失重率約0.5%。

二、金針菇：

1.低溫：

金針菇呼吸率隨溫度之升高而增加，3℃下約100mg CO_2/Kg · hr，10℃下180mg CO_2/Kg · hr，而20℃和30℃分別爲600mg CO_2/Kg · hr和750mg CO_2/Kg · hr。此外金針菇之乙烯產量極低。隨著貯藏溫度的增加，金針菇呼吸率顯著上升而減低了其貯藏壽命，在3℃的環境下，金針菇的貯藏壽命爲5天，30℃下僅有1天。於試驗期間發現高溫下開傘速度較快，且褐變情形嚴重[6]。

2.濕度：

在高濕(90-95% RH)的環境之下與低濕(65-70% RH)環境相較有較高之呼吸率。且菇傘易呈水浸狀而菇柄易軟化，腐爛嚴重；若環境溼度太低，則菇柄呈現乾枯狀態[6]。

3.氧氣及二氧化碳：

在5℃下，以不同的氧氣濃度做實驗，結果顯示1 %氧氣效果最好，可延長貯藏壽命至19天，0.5 %氧氣則爲14天。此外當氧氣濃度低於2 %時，可以顯著降低菇傘的開張及延緩褐變的發生，若氧氣低於0.5 %以下則容易造成低氧傷害[6]。在5℃及1 %氧氣條件下，使用不同濃度二氧化碳，結果顯示高的二氧化碳濃度效果較好，1 %氧氣搭配40 %二氧化碳可使貯藏壽命達55天之久。但需注意過高的二氧化碳濃度反而會減低其貯藏壽命，但二氧化碳較低，在貯藏其間會有菇柄伸長及褐變的情形[6]。

4.包裝：

以0.05mm PE塑膠袋填充不同濃度的氧氣及二氧化碳，同樣以1%氧氣搭配40%二氧化碳效果最好(5℃)，貯藏20天後期袋內氧氣仍維持1.5%-2%左右[6]。

5.其他保鮮方法：

以二氧化碳短時間處理後以0.05 mm PE塑膠袋包裝並貯藏於5℃，結果以二氧化碳處理6和12小時效果最佳，可使貯藏時間分別延長至52和50天。此外學者指出在此條件下，導致褐化的PPO酵素活性最低。

比較不同的保鮮處理法，簡易包裝、眞空包裝、充氣包裝(1 %氧氣搭配40 %二氧化碳)和二氧化碳短時間處理(二氧化碳處理6小時，5℃)，其保鮮效果依序爲二氧化碳短時間處理(二氧化碳處理6小時，5℃) > 充氣包裝(1 %氧氣搭配40 %二氧化碳，5℃) > 眞空包裝 > 簡易包裝[6]。

6.綜合以上，許[6]指出金針菇以充氣包裝(1 %氧氣加40 %二氧化碳)、眞空包裝或以100 %二氧化碳短時處理6小時後再以PE 0.05 mm塑膠袋包裝，1℃下之貯藏壽命分別爲54天、45天及60天，皆有良好之效果。

三、鴻喜菇:

1.低溫：

鴻喜菇採收後仍會持續的生長，以低溫貯藏可以減緩鴻喜菇菇傘及菇柄生長的情形，並減少失重，此外還可延後菇體空洞化及空中菌絲出現的時間，減少失重率和呼吸率，以0℃有最好的效果[5]。

2.二氧化碳和氧氣：

提高二氧化碳濃度與低氧可延遲菇體發生空洞化之情形，但是提高二氧化碳濃度則會使空中菌絲提前出現，在低溫下此現象尤爲明顯，此外過高二氧化碳處理(40% 二氧化碳)在低溫貯藏時會使菇體的失重率高於對照組。在低溫下貯藏，低氧雖可降低失重率與呼吸率，然過低的氧氣含量(0% 氧氣)則會使

鴻喜菇進行無氧呼吸，而出現酒精的不良氣味。由此可知低氧及高二氧化碳雖可延緩菇體空洞化的出現，但在其他生理變化的抑制上不若低溫有效，但可加強低溫的效果[5]。

3.包裝：

鴻喜菇以PP、PE與PVDC三種不同材質包裝，可以有效降低菇體之失重率，且可延緩菇柄空洞化與空中菌絲之發生，配合低溫0℃將可提升貯藏效果[5]。

四、洋菇：

1.低溫：

洋菇在室溫下的貯藏壽命極短，僅3、4天，因其沒有角質層的保護使其易受到物理或微生物的傷害，或導致水分的流失[30]。低溫對於洋菇呼吸率有極顯著的效果，貯存於1℃下之洋菇其呼吸率僅約爲20℃下的三分之一，分別爲45 mg CO_2/Kg · hr 和180mg CO_2/Kg · hr[3]。Murr與Morri[33]亦指出5℃下7天貯藏期的洋菇開傘情形並不超過18℃下貯藏2天的發展，且在0℃貯溫下菌柄生長極緩慢。學者發現以不同的溫度貯藏洋菇，蛋白質水解酵素的活性會隨著採收後日數的增加而升高，但隨著貯存溫度的降低，其活性上升的速率顯著降低，因此低溫可有效抑制蛋白質的分解。

2.氧氣和二氧化碳：

以25%或50%二氧化碳處理可以顯著抑制菇柄基部切口處之變色和菇柄之褐化[33]。Sveine等人[40]建議將洋菇貯放於高二氧化碳、低氧及低溫的條件下可以防止菌傘的開張，且在0.1%氧氣、5%二氧化碳的環境下有最佳之貯藏效果[16]。

3.包裝：

利用不同氣體通透能力及產品填充率以達成不同氣體環境之氣變包裝爲目前洋菇貯藏之主要應用方式。Gormley與MacCanna[21]認爲洋菇可利用PVC薄膜包裝來延長儲架壽命。利用10-12%二氧化碳與1-2%氧氣來進行包裝，貯藏於18℃會使菇類菌傘開張及腐壞較慢。Sáray等人[39]研究洋菇以不同包裝膜孔隙度及眞空充氮包裝，貯藏7天後，以包裝膜孔隙3%組可售性最佳，未包裝組外觀品質最差、過氧化攲增加最多至73%；顏色方面未包裝與不具孔隙眞空與充氮組變化最多。

洋菇的採後生理與孢子發育有關[15]。採後貯藏期間，洋菇壞的主要過程與子實體發育有關，如菌環破裂、菌柄延長、菌傘開裂、菌摺組織擴張與孢子形

成[18]。這些現象會伴隨著菌傘與菌摺褐化而失去外觀。雖然洋菇的氣變包裝已被研究超過30年，但對於合適的氣壓條件很少有一致的認同。

Varoquaux[42]認爲菇類分解作用不只受氧氣分壓(0.1-20 kPa)影響，也受二氧化碳分壓影響(0-20 KPa)。因此，學者認爲氣調或氣變會降低菇類的呼吸率及代謝消耗。然而，其他實驗證實二氧化碳分壓在5-20 KPa時，會抑制菌傘張開，可能是因爲有氧呼吸受到抑制[16]，進而抑制內生生長調節劑或二氧化碳扮演一調節者，影響菌絲生長與菇類型態發生[37]。根據Sveine[40]試驗，高二氧化碳與低氧濃度會抑制菌傘張開。這些作者指出有最長櫥架壽命之最適氣壓爲0.1%氧氣與5%二氧化碳。相對的，Murr與Morris[33]提及0%氧氣會抑制菌傘擴張與菌柄生長，而5%氧氣在貯藏10℃ 7天後，會促進菌傘擴張與菌柄生長。此外，5%二氧化碳會刺激菌柄延長但會抑制菌傘生長。另一方面，根據Lopez-Briones [29]提及，氣調貯藏的最適條件爲2.5-5%二氧化碳與5-10%氧氣，氧氣濃度無二氧化碳重要。根據這些作者指出，二氧化碳濃度高達5%時，會減緩菇類成熟，褐化與抑制質地變質。然而，二氧化碳濃度超過5 %時，可能會導致菌傘內部與外在褐化。Roy[37]提到，包裝內最適氧氣濃度爲6 %可降低菌傘發育。降低貯藏期間包裝內氧氣濃度並不會影響菇類褐化的酵素。

Nichols與Hammond[34]利用PVC薄膜或結合多微孔薄膜來包裝菇類。達穩定狀態時氧氣濃度較低(＜10%)，二氧化碳濃度較高(＞10%)。氧氣濃度在5%時可抑制菌傘打開。更進一步降低氧氣濃度並不會降低成熟指數。Burton[16]利用聚丙烯結合多孔薄膜包裝菇類，貯藏在18℃ 4天。增加多孔薄膜會造成氧氣濃度較高，抑制無氧狀態。增加多孔薄膜也會造成菇類成熟指數較高，亦有較高的代謝活性，主要是因爲較高的氧氣濃度與較低的二氧化碳濃度。

多孔薄膜可抑制包裝內過多的二氧化碳濃度累積與氧氣消耗。較低滲透的薄膜會延緩菇類成熟，抑制菌環腐壞，但會促進內部與外部褐化，可能是因爲二氧化碳傷害。利用較低滲透性的薄膜包裝菇類，貯藏在4℃，貯藏時間約爲1週。

4.眞空預冷(vacuum cooling)：

廣泛的運用在許多農產品上，在美國，許多的商業生產的洋菇也使用眞空冷卻。眞空冷卻能快速整齊的降低洋菇的溫度，但其所需的花費較高且可能導致重量的流失。

五、蠔菇

1.氣變包裝

根據Villaescusa與Gil[43]指出，蠔菇貯藏期間之腐壞主要爲顏色改變，其酵

素褐化所致，而細胞生長與水分滲入會造成軟化與海棉質地產生。蠔菇貯藏於0℃ 7天後，其質地與顏色無明顯變化，然而貯藏於4℃或7℃ 7天後，會發生質地損失與嚴重變色褐化。Popa[36]指出，氣變貯藏最有效的成分爲1 kPa氧氣與5 kPa二氧化碳濃度，貯藏於4℃下14天。Henze[22]亦利用MAP包裝蠔菇，貯藏在1℃ 94%RH，其氧氣、二氧化碳濃度不同。當蠔菇貯藏在較高濃度二氧化碳時，口感品質較佳。30%二氧化碳比20%或10%二氧化碳品質佳。最佳的品質狀態爲氧氣濃度低於1 %及結合30 %二氧化碳。在這些情況下，菇類品質可維持10天。Villaescusa與Gil[43]評估負MA包裝，貯藏在4℃，利用LDPE、PVC與多孔薄膜包裝(MPP1)。貯藏7天後，最好的視覺品質爲菇類利用PVC包裝。然而，貯藏在PVC或LDPE包裝下會有異味產生，可能是因爲包裝內氧氣濃度降至2kPa以下，而導致發酵所致。利用多孔薄膜包裝會造成視覺外觀品質降低，主要是因爲包裝內有較高的凝結，造成組織內含有較高水分。因此，MA包裝會造成無氧或二氧化碳逆境或水分凝結，須研發較高滲透之薄膜以延長菇類儲架壽命。這些學者增加MPP多孔區域，來測試較高滲透性的多孔薄膜(MPP2)。此薄膜平衡的氣壓爲氧氣12-15kPa，二氧化碳爲5kPa，能維持蠔菇儲架壽命。

六、香菇：

1.低溫：

低溫可減緩香菇子實體之失重率，2006年蒙氏研究指出，以不同溫度貯藏香菇，結果以1、3、6和9℃表現最佳，貯藏至第7天失重率均在30%以下，然而6和9℃分別貯藏至第8和第7天已有孢子釋出。孢子的出現表示香菇菌傘已完全開張，並且開始釋放孢子，此時香菇已不具商品價值。低溫貯藏中又以3℃最好，孢子在貯藏29天後出現，此時失重率爲49%，1℃下貯藏至第24天即出現菌傘開張孢子掉落之情形，且失重率已達60%[8]。

2.低氧：

低氧處理可減輕貯藏期間香菇子實體劣變，包含菌褶及菌傘褐化、菌傘出現皺縮和點狀凹陷等不良外觀。此外還能顯著降低香菇之呼吸率，在室溫25℃環境下貯藏於0.5%氧氣3天後，菇體完好，劣變率爲0%，呼吸率由貯藏第一天的303 ml/kg · hr下降至27ml/kg · hr。增加氧氣濃度至2.8%則劣變率上升至78%，呼吸率由251ml/kg · hr下降至131ml/kg · hr。低氧處理也能顯著減緩菇體之失重率，貯存於室溫25℃、0.5%氧氣下3天，失重率爲1.67%；氧氣濃度2.8%，失重率爲4.6%。增加氧氣濃度至19.7 %，則失重率上升至7.1 %[8]。

3.包裝：

南出等人[4]研究指出沒有包裝及孔數多之有孔包裝的香菇，其因自身之蒸散作用強，故萎凋及劣變速度快。不密封包裝的香菇在10℃下貯藏5天和0℃下貯藏三星期之後就發生褐變，而香菇以100μm PE袋密封包裝貯藏於0℃下，在四星期之貯藏期間並沒有觀察到褐變的發生[1]。黃氏於2004年研究發現，香菇以塑膠盤盛裝並以南亞保鮮膜(PVC)包裝，在低溫下可顯著減少香菇菇體之失重率及腐爛率。貯藏於5℃下70天失重率僅11.21%，但貯藏至第50天已開始出現腐爛的情形；0℃、2℃下40天則分別爲6%、5%，且貯藏至第100天仍無腐爛之現象。

4.綜合以上，香菇在低溫(3-5℃)下配合低氧處理(0.5%)，可有效減緩香菇之劣變，增加貯藏壽命，約可貯藏29天，配合保鮮膜包裝更可顯著降低菇體失重率。

5.MA包裝：

Parentelli[35]學者指出，利用MA或多孔薄膜包裝，香菇的儲架壽命會受到限制，因爲口感特性的改變，主要是因爲香菇代謝活性而不是微生物生長。嗜氧的細菌數、酵母菌及黴菌在貯藏一開始數量即降低，之後在整個貯藏期間仍維持很低的數量。根據Minamide[31]，香菇貯藏期間品質下降與其褐化有關。此外，其他作者也提到香菇損壞，其菌摺會開始褐化且不一致，菌傘不堅實且表面不一致，出現深色區域之增加。

關於香菇的MA包裝之報告結果很矛盾。Gong[20]學者指出，利用聚乙烯袋MA包裝會抑制香菇褐化。褐化之抑制並不是因爲高二氧化碳與低氧，是因爲在高二氧化碳與低氧下香菇組織內，有內生酒精累積。此外，Kim[27]指出，適當的CA狀況下(2%氧氣與2%二氧化碳)，可延長香菇儲架壽命，是因爲呼吸率與酒精、乙醛產生。另一方面，Lee[28]認爲，香菇貯藏在較厚的薄膜，會失去風味，是因爲包裝內低氧濃度，造成酒精、乙醛之產生。

Ares[13]與Parentelli[35]評估貯藏在5℃下，正壓與負壓MA包裝在聚乙烯與聚丙烯袋之情形。對照組爲一多孔常見的聚丙烯薄膜，包裝內氣壓維持與大氣組成分一樣。無論是正壓或負壓MA包裝皆會造成香菇感官品質明顯比對照組腐壞。PE和PP包裝會造成風味失去，可能是因爲包裝內低氧濃度(1.3%)所致。雖然在多孔包裝下的香菇，有較低的腐壞，但因爲包裝內有較高的氧氣濃度與較低的二氧化碳濃度，使香菇有較高的呼吸率。因此，這些作者指出，香菇腐壞速率主要是因爲高二氧化碳濃度造成生理傷害。Parentelli[35]指出二氧化碳濃度

高於5.4%時，可能會造成生理傷害，且香菇比其他菇類對於二氧化碳更爲敏感。香菇具有高呼吸率，薄膜包裝無法使氣體穿透，而產生低氧高二氧化碳狀態，造成其生理傷害。因此，須進一步研究評估利用更高滲透性薄膜與不同的氧氣/二氧化碳比例結合之包裝，降低代謝活性且無二氧化碳對品質造成之影響。

Ares[13]與Parentelli[35]指出二氧化碳濃度高於10 %以下會造成生理傷害，但Minamide[31]指出40%二氧化碳爲香菇進行CA貯藏之最佳條件。不同的結果可能是因爲香菇的不同發育程度對二氧化碳的敏感程度不一樣所致。市場上的香菇有兩個採收階段，早期階段爲菌傘未開，後期階段爲菌傘裂開出現白色內部部分。香菇不同發育階段對二氧化碳濃度反應不同[19]。在日本香菇在後期階段採收，在烏拉圭則是在早期階段採收，此可解釋不同採收階段會造成結果不同。因此，須更一步研究評估MA包裝對不同發育階段之香菇二氧化碳敏感性與反應。

結 論

菇類是近年來消費者喜愛鮮食之健康食品。但是，菇之高腐壞率及櫥架壽命短，限制市場流通及分佈，難以拓展銷售範圍。利用氣變包裝及冷藏可延長櫥架壽命，有利於提升流通市場分佈，具有商業利用價值。但是氣變包裝必須注意，因不當氣變下可能沒有保鮮效果，反而縮短櫥儲架壽命，需考慮包裝膜的透氣性(permeability)及菇之呼吸速率對影響MA之效應具有決定性，但有關膜之通透性與菇之呼吸率之基本資料在一般貯藏溫度及大氣下之研究仍很少。

一般聚合之膜似乎不足以將菇類高呼吸作用做補償，MA包裝利用這些膜，可造成高二氧化碳及低氧之生理障礙，產生菇腐損，隨著microperforated及macroperforated膜之發展，可提供在密閉袋中菇類之氧氣需求，維持包裝袋內穩定的大氣成分，使櫥架壽命延長，這種包裝膜之利用在洋菇及蠔菇上均是有利的。氣變包裝若適當的設計，可得到菇類保鮮之效果，但研究需提供訊息以便去尋找使菇類代謝活性降低且不會產生二氧化碳傷害而影響品質之條件。未來可評估高通透性microperforated及macroperforated膜之利用性及對MAP氧氣及二氧化碳組合對新鮮菇類保鮮研究將是重要課題。

引用文獻

1. 山口優一、山下市二、青木章平. 1988. 栽培農家におけるシイタケの鮮度保持に關する研究。(第3報)シイタケのフイルム密封貯藏中及び開封後のポリフエノールオキシダーゼ活性の變化. 日本食品低溫保藏學會誌. 14:59-62。
2. 王建一、王自存. 1988. 大氣成分對園產品生理與生化之影響. 中國園藝. 34:220-248.。
3. 李堂察、俞永標. 1983. 人工大氣和一氧化碳對洋菇之保鮮效果. 中國園藝 29:204-214。
4. 南出隆久、西川哲夫、緒方邦安. 1980b. シイタケの鮮度保持に關する研究. 日食工誌 27:498-504。
5. 孫億誠. 2001. 鴻喜菇採收後品質劣變與保鮮方法之研究. 國立中興大學園藝學系碩士論文。
6. 許文俐. 1990. 香菇與金針菇保鮮處理之研究. 國立中興大學園藝學系碩士論文。
7. 黃依玲. 2004. 溫度及包裝對新鮮香菇保鮮效果之影響. 國立嘉義大學農學研究所碩士論文。
8. 蒙家嬋. 2006. 香菇保鮮與菌絲生長期間香菇太空包內氣體組成之變化. 國立中興大學園藝學研究所碩士論文。
9. 劉富文. 1995. 園產品採後處理及貯藏技術. 台灣青果合作社.台北。
10. Ana, S., G. F. Elena, and Vanesa, T. 2005. The sensory and microbiological quality of fresh sliced mushroom (*Agaricus bisporus* L.) packaged in modified atmospheres. Int. J. Food Sci. Technol. 40:943-952.
11. Antmann, G., G. Ares, P. Lema, and Lareo, C. 2008. Influence of modified atmosphere packaging on sensory quality of shiitake mushrooms. Postharvest Biol. Technol. 49:164-170.
12. Ares, G., C. Lareo, and Lema, P. 2007. Modified atmosphere packaging for postharvest storage of mushrooms. A review. Fresh Produce 1:32-40.
13. Ares, G., C. Parentelli, A. Gambaro, C. Lareo, and Lema, P. 2006. Sensory shelf life of shiitake mushrooms stored under passive modified atmosphere. Postharvest Bio. Technol. 41:191-197.
14. Barron, C., P. Varoquaux, S. Guilbert, N. Gontard, and Gouble, B. 2001. Modified

Atmosphere packaging of cultivated Mushroom (*Agaricus bisporus* L.) with hydrophilic films. J. Food Sci. 66:251-255.

15.Braaksma, A., D. J. Schaap, T. de Vrije, W. M. F. Jongen, and Woltering, E. J. 1994. Ageing of the mushroom (*Agaricus bisporus*) under postharvest conditions. Postharvest Biol. Technol. 4:99-110.

16.Burton, K. S., C. E. Frost, and Nichols, R. 1987. A combination of plastic permeable films system for controlling post-harvest mushroom quality. Biotechnol. Lett. 9:529-534.

17.Choi, M. H. and Kim, G. H. 2003. Quality changes in *Pleurotus ostreatus* during modified atmosphere storage as affected by temperatures and packaging material. Acta Hort. 628:357-362.

18.Eastwood, D. and Burton, K. 2002. Mushrooms – a matter of choice and spoiling oneself. Microbiology Today. 29:18-19.

19.Fonseca, S. C., A. R. Oliveira, and Brecht, J. K. 2002. Modeling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. J. Food Eng. 52:99-119.

20.Gong, Y., K. Abe, and Chachin, K. 1993. Relation between endogenous ethyl alcohol and browning in shiitake (*Lentinus edodes* Sing.) mushroom during storage in polyethylene film bags. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi. 40:708-712.

21.Gormley, T. R. and MacCanna, C. 1967. Prepackaging and shelf life of mushrooms. Irish J. Agr. Res. 6:255-265.

22.Henze, J. 1989. Storage and transport of Pleurotus mushrooms in atmospheres with high CO_2 concentrations. Acta Hortic. 258:579-584.

23.Jayathunege, L. and Illeperuma, C. 2005. Extension of postharvest life of oyster mushroom by modified atmosphere packaging technique. J. Food Sci. 70:573-578.

24.Kader, A. A., D. Zagory, and Kerbel, E. L. 1989. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 28: 1-30.

25.Kidd, F. and West, C. 1927. A relation between the concentration of oxygen and carbon dioxide in the atmosphere, rate of respiration, and length of storage of apples. p.41-42. Food Investment Board Report, London.

26.Kidd, F. and West, C. 1927. A relation between the respiratory activity and the keeping quality of apples. p.37-41. Rep. Food Investment Board Report, London.

27.Kim, D. M., H. H. Baek, H. H. Yoon, and Kim, K. H. 1989. Effect of CO_2 concentration in CA conditions on the quality of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) during storage. Korean J. Food Sci. Technol. 21:461-467.

28.Lee, S. E., D. M. Kim, and Kim, K. H. 1991. Changes in quality of Shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) during modified atmosphere (MA) storage. J. Korean Soc. Food Nutri. 20:133-138.

29.Lopez-Briones, G., P. Varoquaux, C. Yves, J. Bouquant, G. Bureau, and Pascat, B. 1992. Storage of common mushroom under controlled atmospheres. Int. J. Food Sci. Technol. 27:493-505.

30.Martine, B., L. P. Gaelle, and Ronan, G. 2000. Post-harvest treatment with citric acid or hydrogen peroxide to extend the shelf life of fresh sliced mushrooms. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technology 33:285-289.

31.Minamide, T., T. Nishikawa, and Ogata, K. 1980. Influences of CO_2 and O_2 on the keeping freshness of shiitake (*Lentinus edodes* (Berk.) Sing.) after harvest. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi. 27:505-510.

32.Murr, D. P. and Morris, L. L. 1974. Influence of O_2 and CO_2 on O-diphenol oxidase activity in mushrooms. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99: 155-158.

33.Murr, D. P. and Morris, L. L. 1975. Effect of storage temperature on postharvest changes in mushrooms. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100:16-19.

34.Nichols, R. and Hammond, J. B. W. 1973. Storage of mushrooms in pre-packs: the effect of changes in carbon dioxide and oxygen on quality. J. Food Sci. Agr. 24:1371-1381.

35.Parentelli, C., G. Ares, M. Corona, C. Lareo, A. Gambaro, M. Soubes, and Lema, P. 2007. Sensory and microbiological quality of shiitake mushrooms in modified atmosphere packages. J. Sci. Food Agri. 87:1645-1652.

36.Popa, M., M. Stanescu, A. Ilie, R. Dumitrescu, and Vraci, I. 1999. Some aspects regarding modified atmosphere packaging of mushrooms. In: Agri-Food Quality II. Quality Management of Fruits and Vegetables, Hagg M, Ahvenainen R, Evers AM, Tiilikkala K (eds), UK, pp 177-181.

37.Roy, S., R. C. Anantheswaran, and Beelman, R. B. 1995. Fresh mushroom quality as affected by modified atmosphere packaging. J. Food Science 60:334-340.

38.Sapata, M., A. Ramos, A. Ferreira, L. Andrada, and Candeias, M. 2009. Changes of quality of Pleurotus spp. carpophores in modified atmosphere packaging. Acta Sci. Pol., Technol. Aliment. 8:17-22.

39.Sáray, T., Cs. Balla, and Horti, K. 1994. The importance of packaging and modified atmosphere in maintaining the quality of cultivated mushrooms (*Agaricus bisporus*) stored in chill chain. Acta Hortic. 368:322-326.

40.Sveine, E., A. Klougart, and Rasmussen, C. R. 1967. Ways of prolonging the shelf-life of fresh mushrooms. Mushroom Sci. 6:463-474.

41.Tano, K., J. Arul, G. Doyon, and Castaigne, F. 1999. Atmospheric composition and quality of fresh mushrooms in modified atmosphere packages as affected by storage temperature abuse. J. Food Sci. 64:1073-1077.

42.Varoquaux, P., B. Gouble, C. Barron, and Yildiz, F. 1999. Respiratory parameters and sugar catabolism of mushroom (*Agaricus bisporus* Lange). Postharvest Biol. Technol. 16:51-61.

43.Villaescusa, R. and Gil, M. I. 2003. Quality improvement of Pleurotus mushrooms by modified atmosphere packaging and moisture absorbers. Postharvest Bio. Technol. 28:169-179.

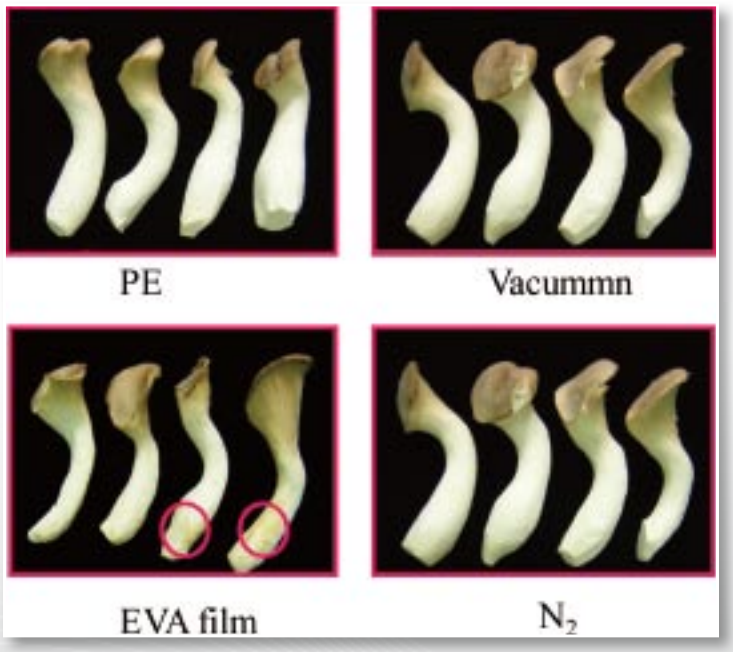


圖1、杏鮑菇不同包裝處理對品質之影響

Postharvest Preservation Technology of Fresh Mushroom

Huey-Ling LIN[1,*]

[1] National Chung-Shing University

[*]Corresponding author: hllin@dragon.nchu.edu.tw

Abstract

Mushrooms are generally characterized as very perishable, with high respiration and metabolism. The shelf life is limited to 1 day at ambient temperature. The factors affecting mushroom storage life include temperature, relative humidity, gas composition, harvest maturity and disease of fruit body. The main losses of mushroom are weight loss, cap opening, mycelium re-growth, scald and browning. The aim of the present work was to establish the preserving technology of king oyster mushroom. Like as modified atmospheres, generated by using different packaging films, on the quality of king oyster mushrooms were evaluated. The results show, that the optimal storage temperature is 1℃ and mushroom is must be package in 0.09mm polyethylene bag which could prolong storage life to 42 days. The package method decrease weight loss, browning rate, and total phenolic compound compared to commercial EVA packaging film has only 14 day storage life.

Key words: King oyster mushroom, package method, shelf life

菇類菌種保存技術

王伯徹[1,*]

[1]食品工業發展研究所 / 南台灣服務中心

[*]通訊作者電子信箱：wbc@firdi.org.tw

摘 要

食藥用菇的應用價值高，且其經濟效益更是引人側目，但近來菇農及產業界卻一再反應，其生產的產質和產值日久出現有下降的趨勢。推敲其原因不外乎是，生產核心-一菌種的保存不良，而導致菌種污染、變異或活力衰退，甚至死亡。這些都是業界生產產程中的致命傷，極需針對此一問題做個徹底的研究解決，以防止投資上無謂的經濟損失。

關鍵詞：食藥用菇、菌種、保存

緒 言

菇類在分類上是屬於擔子菌及子囊菌之高等眞菌，在農業、醫學、工業等研究範疇中具有相當重要的地位及研究潛力，但是若無法妥善保存菌種，則將導致菌體的變異或退化，使其失去原有優異的遺傳特性，或降低活性甚至死亡，而嚴重影響其經濟效益及研究價值，故知長時間保存菌種時應採取適當之措施以防止變異發生。因此，菌種保存工作在科學發展領域上扮演著舉足輕重的角色。

菇類自古與中國人之食性有著密切的關係，例如香菇、洋菇、草菇、木耳等至今仍爲我國甚至於全世界各國人民所喜愛的食品。就保存與銷售方面而言，菇類因屬眞菌，在培養基上採菌絲培養是最直接簡便之方法，不過因菌體在培養基上極少產生孢子，不適合用冷凍乾燥法長期保存菌種。若是收集子實

體之擔孢子或子囊孢子，雖可利用冷凍乾燥法保存，然因子實體產生之孢子在採收時已曝露在空氣中，尤以野生採集爲然，極易受到污染，故在活化接種時必須採用單孢分離，而且必須相容可孕的兩個品系交配，所以雖然能確保長久保存的成功率，但因操作繁瑣，只有少數學者研究某特定之屬的菇類菌種時，且爲了雜交育種之便才被採用，以菌種保存中心而言，此法難以被採用。冷凍乾燥法（圖一）是優良的菌種保存方法，能夠維持菌種的穩定性，通常適用於細菌、酵母菌及能產生孢子的黴菌，但對於只有菌絲而不會產孢的黴菌及菇類眞菌而言是不能適用的，因此凍乾法對於菇類眞菌來講是有限制的。而緣於精液及血液能成功地保存於液態氮中，啓發了眞菌或許也能利用此一方法來保存的構想。由於此種超低溫保存法能減少細胞內外的液態水而使許多生理作用不能進行，並能防止細胞核的分裂，使細胞發生變異之可能性降至最低，故對菌種中心保存菌種及相關研究來說是最重要的方法。

保存方法的基礎理念

導致基因重組和突變的有絲分裂，與細胞的分裂及代謝活力有關，一個理想的基因種原保存是應在代謝被不活化的狀態下，將活的菌體控制維持其活性，但能制止其細胞的分裂與停滯其生長，此一目標已用超低溫保存方法發展成功，並爲長期保存食用菇類的最好方法。在諸多的冷凍劑中，如液態空氣、氫、氦及氮中，以液態氮被認爲是最安全及最符經濟效益的。然而在超低溫凍化過程中，由於水分的傳送均經過細胞膜，冷凍時細胞內冰晶的形成刺傷胞膜和胞器與胞內溶質濃度增高，容易導致凍害，而控制適度的降溫速率將可提高細胞之存活率。爲能降低在凍結及解凍時所發生的冰晶傷害程度，採用適當的化學保護劑，可以減少冰晶的形成。目前已有很多的化學化合物曾被單獨或混合使用爲冷凍保存菌種的抗凍劑，這些抗凍劑能控制冰晶的大小及形成速率，能緩和溶質的濃度急速增高及增加細胞膜的水滲透性，並降低細胞內容物的凝結點，以利冷凍時細胞脫水的進行。抗凍劑有兩大類型，一爲浸入型，如甘油及DMSO等，此等溶液能滲入細胞內，而得以在胞內及胞外同時發揮其保護效果；二爲非浸入型，如糖類及PVP等，用於使胞內於冷凍時與水分子產生結構上的改變與細胞內溶質濃度的平衡，避免脫水過度。

理想之基因種原保存是制止細胞分裂及停滯其生長使其生理代謝完全停止活動。由於食用菇類絕大多數係以純菌絲生長，在培養基上極少產生孢子，所以，除了能形成節孢子或芽孢子之菌株外，均不適用凍乾保存。近二十年來已成功地使用超低溫保存法長期保存食用菇類菌種。其中液氮保存（圖二）係利用液氮液相 (-196℃) 及其氣相 (-150~-180℃) 的超低溫，使細胞內外的液態水減少而無法進行生理作用，同時抑制細胞核分裂，防止其變異。而細胞在冷凍解凍的過程中，常因溫度超過-139℃時所形成的冰晶對細胞造成傷害，以致影響其存活率。因此需配合冷凍解凍速率之控制及保護劑之添加，以減少細胞在液氮保存過程中損傷。目前已知以1℃／min 的速率緩慢降溫冷凍（圖三）及以37℃-40℃快速解凍法（圖四），並以10 %甘油或5 % DMSO作爲抗凍劑對大部份菇類保護效果較佳，因此液態氮被咸認是最好及最安定之長期保存食用菌的方法。由於使用冷凍乾燥法保存菇類菌種仍有困難，如欲有效地保存菌種原有之基因型及表現型之遺傳穩定性，則只能採用超低溫保存法保存之。經研究，絕大部份之菇類能以小米粒爲生長基質，10%甘油作爲抗凍劑，經1℃／min 降溫速率保存在-80℃冰櫃（圖五）及液態氮中，可維持相當高之存活率。一般抗凍劑以10 %甘油即可避免冰晶的形成造成細胞之傷害，但是甘油滲透速度慢，須靜置一段時間才能完全滲入，而滲透過久則又對某些菌會造成毒害。例如草菇於甘油中保存在4℃三週後，其存活率及生長速率普遍降低，即可能爲甘油對草菇菌體造成毒害之結果。而因滲透速度快且其菌種存活率優於甘油，5 % DMSO是相當好之抗凍劑，唯DMSO對人體毒性較大，所以較少爲學者所採用，但許多菌種仍需靠此一抗凍劑來保存菌株。

控制冷凍之降溫速率能使細胞外溶液凍結而細胞內不凍結，再由擴散的原理而導致細胞逐漸脫水至細胞外結冰，以防止胞內冰晶的形成對細胞造成胞膜的破裂，形態的改變等傷害，並抑制 RNA、DNA 的合成等。細胞質的冰點 (freezing point) 常大於-1℃，而且有超冷的現象 (supercooled)，即使細胞外的液體已結冰，而細胞內尚未凍結，此現象顯示細胞膜可防止外部冰晶進入超冷的內部，亦即細胞內不含有超冷的冰核。然而降溫速度若過於緩慢，細胞會因嚴重失水而造成胞內毒害，但若降溫速度太快，則易使得細胞內結冰而刺傷細胞，因此直接置入 -80℃及液態氮中保存，將會由於降溫速度太快而阻礙保存之效果。而快速解凍則因可以減少解凍過程中冰晶的再形成所對菌體造成的傷害，故以37-45℃快速解凍可以減少解凍時冰晶之再形成，而提高菌種的存活率。



圖一、冷凍乾燥保存法



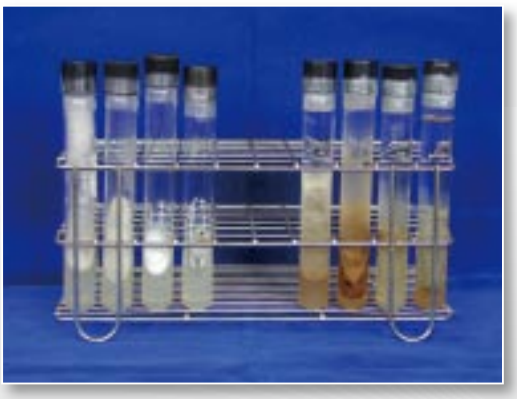
圖二、液態氮超低溫保存法



圖三、緩慢冷凍儀



圖四、37℃水浴快速解凍



圖五、-80℃超低溫保存法



圖六、試管繼代培養(左)與液體石腊覆蓋(右)

保存方法概述

菇類菌種保存方法，大致上可分爲五種：繼代培養法、液體石腊覆蓋法、無菌水保存法、冷凍乾燥法、低溫保存法，其中繼代培養方法（圖六左）是一般人常用的方法，雖操作簡便，但容易產生變異而影響其原有的優良品性；經過滅菌的液體石腊覆蓋在菌種上面（圖六右），可阻隔空氣的水分散失，減緩空氣的進出，但菌體代謝仍照常進行，遺傳穩定性仍差；將菌體懸浮在無菌水上面，在冰箱冷藏可短時間保存菌種，這是較適合一般菇農實施的方法，唯同一菌株應以保存時間不超過半年爲限，否則變異仍將逐年明顯；冷凍乾燥保存方法是一種不會產生變異的方法之一，一般僅適用於產孢的黴菌，對於其他菇類菌種，則目前荷蘭眞菌保存中心 (CBS) 已初步試驗成功，利用雙糖之trehalose爲保護劑，將裂褶菌 (*Schizophyllum commune*) 及鬼傘 (*Coprinus psychromorbidus*) 冷凍乾燥後可以存活，但還不穩定，此方法仍有待更多的實驗，不過若能成功的話，則將使得菇類菌種之銷售及運輸達到相當的便利程度。

低溫保存法可分爲兩種，一爲 -20℃至 -135℃之間的保存，另一種爲超低溫液態氮保存【溫度介於 -150℃ (氣相)至 -196℃ (液相) 之間】。-20℃至-135℃之間的保存是靠冰箱冷凍保存，選擇適當的抗凍劑可保存兩三年，但由於冰箱會受到停電、機器的穩定性及開開關關溫度變化大等因素，使菌種容易受到外在因子的影響而導致死亡，因此必須時常測試其存活；而液態氮保存，不管是液相或氣相，溫度均低於-139℃，完全不受電力影響，是目前被公認世界上最佳的保存方法。食品工業發展研究所所有菇類菌種皆利用液氮法保存，除極少數比較敏感的菌株之外，其餘皆可妥善保存。例如木生菇中之香菇、金針菇、鮑魚菇、木耳、靈芝、茯苓等菌種保存在-80℃及液態氮時，以10 %甘油、10 %葡萄糖、10 %蔗糖及無菌水當抗凍劑時，在10 %甘油中能維持相當高的存活率；而草性菇中之洋菇及草菇於-80℃及液態氮保存，以不同抗凍劑保護，除草菇保存較差之外，不同品系的洋菇在保存上皆沒有問題。而利用此種超低溫保存與傳統之繼代培養方式保存後，對菌種菇體形成前菌絲生長期日數長短有顯著的影響，而且經人工栽培試驗比較其產量時，也很明顯可以看出液態氮保存的菌種有較高的產量。

（一）繼代培養法

1.選擇適當培養基，製成斜面試管，將菌種移植生長。
2.每一菌種最好培養5至10根試管。
3.每次更新培養基時，最好以適當培養基及營養條件差的培養基輪流替換，以減少因長期生長在營養成分高的培養基造成突變率增高或生理活性降低。例如夏季鮑魚菇可培養於馬鈴薯葡萄糖洋菜培養基 (PDA) 及麥芽糖抽出物培養基 (MEA) 或單純洋菜培養基 (WA) 。
4.隨時留意貯放期間是否受到污染，棉花塞試管應避免瑞 的侵襲造成污染，若爲螺旋試管，則應留意管口是否因濕氣而有雜菌滋生。
5.若發現有老化、退化、污染等情形，應捨棄重新購入菌種，以免因污染或菌種活性退化而導致產量降低造成損失。

（二）液體石腊覆蓋法

1.選擇營養成份較低的培養基 (但也必須是菌株能生長良好的培養基) ，將菌種移植生長，直到長滿試管。
2.將已殺過菌的液體石腊油倒入試管內，拴上螺旋蓋子或塞入棉花塞。
3.於室溫中或4℃以上低溫保存。
4.保存期間應維持乾燥，以避免雜菌或昆蟲滋生。
5.以此方法保存應有備而不用的心態，萬一繼代培養保存菌種污染退化或其他方法發生問題時，才考慮自此菌種再活化，因爲石腊會阻礙生長以及保存過久菌種會老化而失去原有之特性。

（三）無菌水懸浮保存法

1.將菌種培養於試管或培養皿上。
2.將蒸餾水裝入三角燒瓶或試管內，殺菌備用。
3.取菌落外圍0.5公分以內的菌絲塊，約0.5公分見方大小，丟入無菌水內。
4.於冰箱冷藏室保存。
5.取用時直接將菌絲塊接入適當培養基即可。

備註：可將無菌水直接倒入試管內亦可 (培養皿不宜，因爲太寬容易污染) ，不過因爲培養基仍含有大量養分，菌體仍持續生長，老化現象比切塊置入無菌水還快，較不適採用。

（四）冷凍乾燥保存法

1.將已滅過菌的半透膜 (PT cellophane membrane) 鋪在培養基上，然後接入菌種，待菌絲長至直徑五至八公分。

2.撕下半膜透，將菌絲移入液體培養基，以果汁機打碎。

3.取菌絲片段懸浮液75 ml加入300 ml液體培養基，並以150 rpm振盪培養數天。

4.將菌絲團放入 300 μl，12 % 的 skimmed milk 中，此抗凍劑中須含有糖類，如trehalose即是一種很好的保護劑，然後以每分鐘 1℃緩慢冷凍至-70℃後，於眞空乾燥機中眞空乾燥至含水量低於5 %。

5.活化時將凍乾管打破，並將菌體懸浮於液體培養基中復水，此時可接種於洋菜培養基或直接在液體培養基中生長。

備註：存活率將隨凍乾程度而有不同，愈乾則保存期限愈長，但存活率愈低，反之含水量愈高存活率較高，但相對的保存期限愈短。

（五）超低溫保存法

1.將菌種接種於小米或洋菜培養基上，待長滿後取小米或洋菜塊。

2.將已長菌絲之小米或洋菜塊移入內含10 %甘油或 5 % DMSO之冷凍小管 (vial) 內，於4℃或室溫下靜置兩小時，使抗凍劑完全滲透進入菌體內。

3.以每分鐘 1℃緩慢冷凍至-70℃後，保存於-80℃或液態氮氣相中。

4.活化時將低溫保存管取出置於37-40℃之70 %酒精浴中迅速解凍，然後取出菌體移植入適當培養基上生長。

備註：某些較敏感的菌種可以考慮於抗凍劑中再加入糖類，將可提高其保存效果。

結　論

生物科技爲二十一世紀繼資訊科技產業興盛之後，最具發展與應用潛力的明星產業，其發展的基礎即爲具多樣性的微生物、植物和動物等生物資源，而此些遺傳資源中最具前景與開發潛力的，對剛要邁入已開發國家之林的台灣來說，本土性的生物資源就是我們最大的本錢。爲了能促成台灣生技產業之進步與提昇，有系統的收集與保存這些重要資源，便成爲我們這一代應戮力完成的使命。

由於菇類菌種的細胞核分裂速度快，且易受環境改變的影響，自然突變的機率大，若未能適當保存，常會發生退化及變異現象而失去其原有之優良特性而降低其品質及生產量，造成栽培者重大損失及食品市場來源不穩定之困擾。民間常用的礦物油保存雖可短時間保存菌種，具有防止污染及避免乾燥之優點，然其穩定性差，一旦寶貴的菌種發生突變或死亡，所造成的損失將無可彌補，所以必須要有一套完善的保存制度方是長久之計。

針對一般食用菇栽培種，如木耳、香菇、洋菇、金針菇、鮑魚菇等等菌種而言，在超低溫液態氮保存上皆沒有問題，可以毫無問題地長久保存，至於其他新興食用菇則視菌種而定，大致上也都沒有問題，若有保存上的困難情形發生則須再施以其他技巧及方法來加以保存。由於繼代培養、石腊油覆蓋及無菌水保存仍容易在短時間內發生老化及突變等不良情形，因此在栽培上仍建議於一年以內短時間施用，但就長遠考量，爲了達到出菇的品質與產量上的穩定，我們最好是以保存效果最佳的液態氮超低溫保存法來妥善保存我們的優良菌種。

The mushroom spawns preservation technique

Wang B. C.[1,*]

[1]Southern Taiwan Service Center, Food Industry Research and Development Institute

[*]Corresponding author, E-mail：wbc@firdi.org.tw

Abstract

The application value of edible and medicinal mushrooms is highly recommended, and its economic benefits also arouse people’s attention. However, mushroom growers and the industry have expressed recently that the quality and quantity of its production have decreased gradually. The main probability for causing this problem is due to poor preservation of mushroom culture considered as the core in production. It may lead to cultural contamination, mutation, recession, or even death. These are all fatal problems during production and need to be studied and solved thoroughly for preventing unnecessary economic losses on investments.

Key words：edible and medicinal mushrooms, culture, preservation

菇類工廠化生產

陳加忠[1,*]

[1]國立中興大學 生物產業機電工程學系

[*]通訊作者電子信箱：ccchen@dragon.nchu.edu.tw

摘 要

菇類工廠化生產的背景是爲了面對二十一世紀的競爭，在具有國際競爭力之要求下，菇類必須工廠化生產。菇類生產自菌種選擇至採收後處理，一個環節連結著另一個環節。所有的流程都是環環相扣。因爲此種生產特性，因此需要進行工業化生產。有競爭性的菇類產業一定要以知識爲內涵。以漫長時間換取經驗的時代已成爲過去。只有結合有用的知識成爲完整的技術。技術本身即是知識應用。因此資訊的收集，判別與應用，都需要藉由現代工業化的資訊管理。這也是菇類產業走向工業化生產的另一主因。菇類產業與工業化生產就其本質有所不同。最顯著的不同是生物性的對象物與生產環境的變化。爲了使得菇類產業得以工業化生產。對生物性的特性掌握，就必須藉由生物體的感測與模式分析。以生理感測針對生物體各器官之反應，例如介質溫度、水份含量、菌絲密度與活性等加以感測。藉由生物因子感測瞭解植物生理狀態，再配合環境因子進行調節作用。大氣氣候對菇類生產有決定性影響。爲了穩定生產環境，菇舍設施因應而起。可以局部抗拒逆境的簡易設施或是環控設備完善的菇舍，都是爲了穩定菇類之生產環境。對於菇類生產要達到工業化生產之境地，首先要建立系統化生產之概念。系統化生產包括以下流程： 1.菌種選育、2. 菌種繁殖、3.生產環境控制、4.管理作業標準化、5.採收，處理與儲存、6.產品加工。

關鍵詞：:巴西蘑菇、環控、標準作業程序

緒言

菇類工廠化生產由此名詞可知其意義。將菇類的生產加以工廠化。因此就如同工業式生產，使得產品可以管理，品質可以管制，生產流程可以調節。而且更可以整廠輸出，在另一個生產區開工生產相同產品。由於菇類是生物性產品，因此傳統菇類人員對於菇類工廠化抱著懷疑態度，認爲種生命性的產品怎麼可能進行規劃，進行管制。但是菇類生產早有工廠化的案例。

一、菇類工廠化生產的概念

菇類工廠化的背景是爲了面對二十一世紀的競爭，21世紀的菇類，有部份是政策性菇類，必須藉由政治力量保護。另一部份是在國際市場有競爭力的產業。因此在具有國際競爭力之要求下，菇類必須工廠化生產。菇類生產自種苗至採收後處理，一個環節連結著另一個環節。所有的流程都是環環相扣。因爲此種生產特性，因此需要進行工業化生產。有競爭性的菇類一定要以知識爲內涵。以漫長時間換取經驗的時代已成爲過去。只有結合有用的知識成爲完整的技術。技術本身即是知識應用。因此資訊的收集，判別與應用，都需要藉由現代工業化的資訊管理。這也是菇類走向工業化生產的另一主因。菇類生產與工業化生產就其本質有所不同。最顯著的不同是生物性的對象物與生產環境的變化。

菇類生產曾被視爲看天吃飯，因爲大氣氣候對菇類生產有決定性影響。爲了穩定生產環境，菇舍生產因應而起。可以局部抗拒逆境的簡易設施或是環控設備完善的菇舍，都是爲了穩定菇類之生產環境。菇類生產第三個特性是個體的差異性。菇類產品本身無法如同工業產品的均勻性。因此統計原理中的取樣與顯著性分析十分重要。統計技術成爲菇類工業化生產不可或缺技術。對於菇類要達到工業化生產之境地，首先要建立系統化生產之概念。任何作物最基本的系統化生產包括以下流程：

1.菇菌選育與繁殖
2.生產環境控制
3.管理作業標準化
4.採收，處理與儲存
5.產品加工

二、巴西蘑菇工廠化生產之例證

爲提昇菇類生產技術，建立標準化作業程序，也需進行研究以提昇此產業競爭力。需要之工作項目爲1.菇舍微氣候監控系統之長期測試。 2.菇舍內作業設備之規格化。3.巴西蘑菇出菇品質維持的研究。4.巴西蘑菇作業體系之建立。5.巴西蘑菇太陽能加工技術的開發：針對外銷日曬加工，需求建立作業技術。

(一)、傳統菇舍的改善

對於傳統菇舍增資設雙層塑膠布設備以加強熱絕緣，並且可以增加菇舍之氣密性，並可協助冬季加溫需求。新建菇舍以金屬鋅管取代木材，在地面面積50坪以上得的規模，興建成本爲傳統木製菇舍45%，顯著降低成本。改建示意圖如圖1。

(二)、巴西蘑菇栽培生理研究

以同化箱技術量測巴西蘑菇在不同溫度的二氧化碳釋出率，結果顯示在20-28℃的環境，巴西蘑菇的二氧化碳釋出率最爲穩定，因此此溫度範圍作爲環境控制的依據。氣溫29℃以上巴西蘑菇的二氧化碳釋出率急遽增大，乾物質累積困難。氣溫19℃以下巴西蘑菇的二氧化碳釋出率逐漸停止。

(三)菇舍微氣候監控系統之建立

以噴霧冷卻配合導管通風測試能否達到夏季降溫之需求。此研究設備的典型環境調節性能如圖2所示。白日氣溫自24℃增加至最高溫35℃，在午後至傍晚降低爲26℃。白日相對濕度自95%減低至最低45%，在午後至傍晚增加爲95%。使用噴霧冷卻配合導管通風其性能在白日氣溫都可能夠維持於26.5-28.5℃。相對濕度都可能夠維持於90-95%RH。低溫冷房的結構(圖3)與環控性能(圖4)如圖所。

(四)、菇舍作業體系之建立

依各鮮食菇類之生長環境需求與菇舍環控能力，建立作業體系。例如洋菇與草菇輪作制。使菇舍達到終年生產之目標以提昇傳統菇農之生產能力。以菌絲成長至子實體完成四階段，分別探討其最佳環境，其結果如表一。

表 一、 巴西蘑菇之環境生理特性

環生長階段	溫度 (℃) Temp.	相對濕度 (%)RH	風速 m/s	二氧化碳 CO_2ppm	介質 溫度℃	介質 水含量%
接種至菌絲長滿(1.5月)	Td:28 Tn 22~18℃	75~95	0.05-0.15	＜1000	20-30	75-80
覆土至菌絲延伸(1.5月)	Td:28 Tn 22~18℃	60~95	0.1-0.5	＜1000	20-28	75-80
長出子實體 (1.5月)	Td:28 Tn 22~18℃	75~95	0.05-0.15	20-28	75-80	＜1000ppm
子實體成長 (厚、粗、傘未全開)	Td:28 Tn 22~18℃	75~95	0.05-0.15	400-1500	20-28	75-80

(五).未來研究之建議

1.菇舍微氣候監控系統之長期測試顯示以現有通風降溫設備，增加噴霧冷卻設備配合導管通風，已達到夏季降溫而且秋季加濕之需求。 除了溫度更增加相對濕度與二氧化碳濃度之監控系統。

2.菇舍內作業設備之規格化:菇舍內堆肥承載容器設備、搬運與上下架設備，菇舍內殺菌設備等均需要建立標準化作業技術，以提昇效率並降低成本。

3.巴西蘑菇出菇品質維持的研究:子實體形成與成長階段直接影響菰菇體品質。因此子實體與太空包表面濕度傳遞現象需求加以探討。

4.巴西蘑菇作業體系之建立

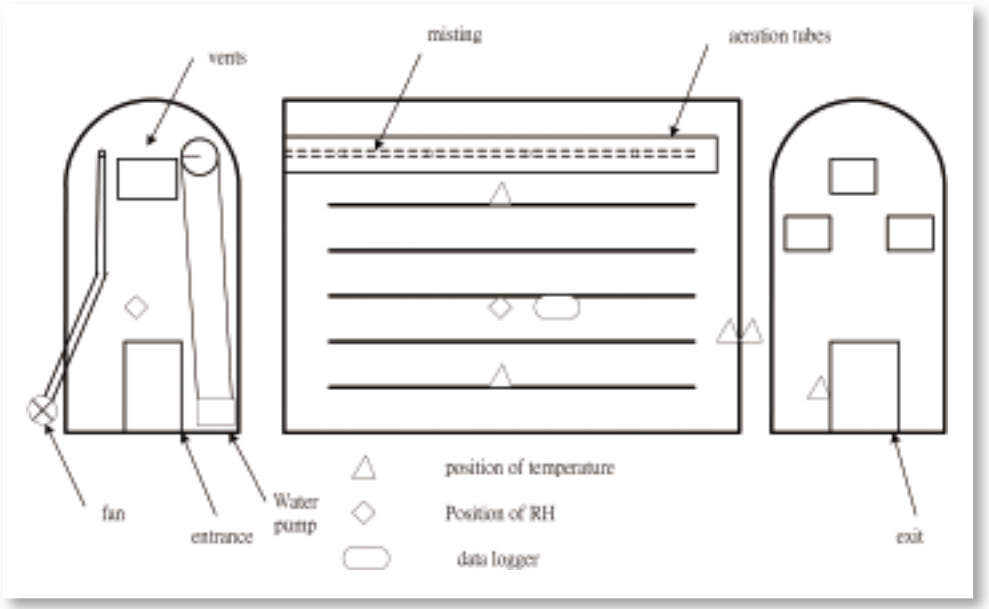
依巴西蘑菇之生長環境需求與菇舍環控能力，建立作業體系。使菇舍達到終年生產之目標以提昇傳統菇農之生產能力。

5.巴西蘑菇太陽能加工技術的開發:針對外銷日曬加工，需求建立作業技術.

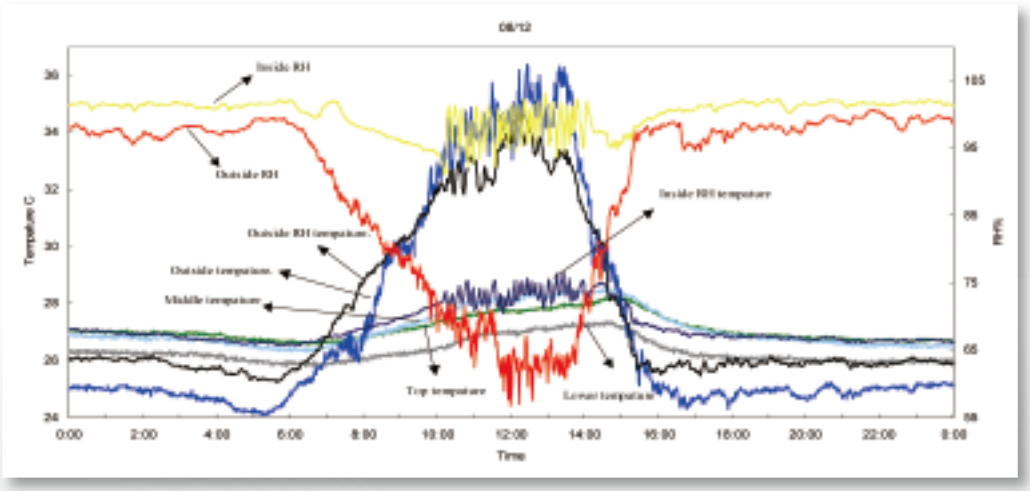
引用文獻

1. 杜自疆. 1982. 食用菇栽培技術. 台北市. 豐年社。

2. Van Griensven, L.J.L.P. 1988. The Cultivation of Mushrooms. Darlington Mushroom Laboratories Inc. Sussex, England.



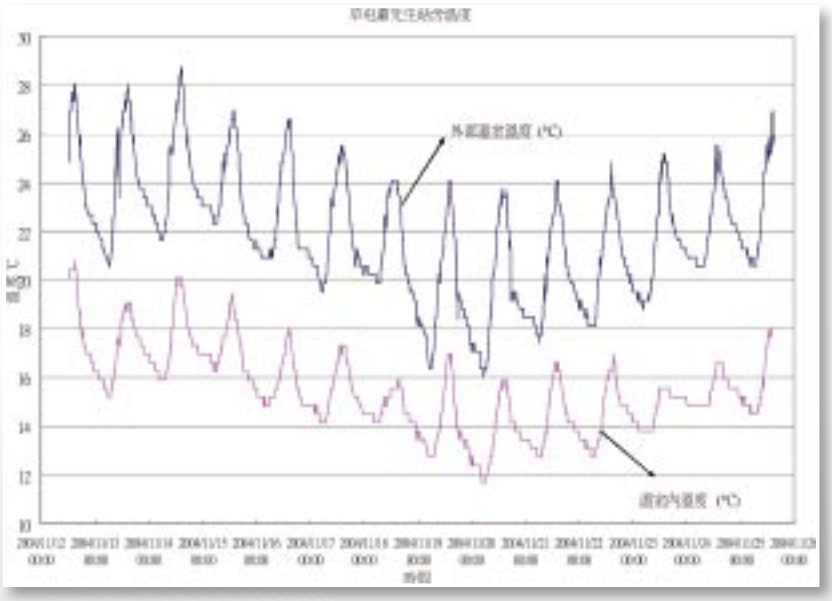
圖一、傳統菇舍裝置環控設備示意圖



圖二、傳統菇舍裝置環控設備環境調節性能



圖三、低溫菇舍結構示意圖



圖四、低溫菇舍裝置環控設備環境調節性能

Factorization Production of Mushrooms

Chia-chung Chen[1,*]

[1]Department of Bio-industrial Mechatronics Engineering, National Chung Hsing University

[*]Corresponding author: e-mail:ccchen@dragon.nchu.edu.tw

Abstract

The background of the factorization production of mushrooms was to face the completion of 21st century. Form the Strain screening to post harvest, each operation section was influenced by other sections. All the sections in the production chart are connected. The production characteristics enhanced the style of industrial production. The knowledge was the interior technique for the mushroom industry. The rules established by the long-term experience cannot face the rapid change of the mushroom industry. The detail knowledge was integrated by the useful information. The technique was the application of knowledge. The collection, justified and application of these information depended on the information management technique of modern industry. That is the other reason for the factorization production of mushrooms. The significant difference of the mushrooms industry and the traditional industry was the biological subjects and the effect of the environment. In order to produce mushrooms with factorization technique, the information of the biological characteristics are detected by the sensing system and biological model. The responses of the biological tissues were measured by the physiological sensing sensors. For example, the medium temperature, water content, the density and activity of fungus could be detected. The information of biological factors could be used to justify the

physiological state and controlled it by the environment. The outside environment could affect the production of mushrooms. To stabilize the growth environment, the mushrooms houses was constructed. In order to enhance the factorization production of mushrooms, the concept of production system need to be established. The systematic production system included the following items: 1. Strain screening, 2. Strain propagation, 3.Environment control, 4. Standardization of production process, 5. Harvest, treatment and storage, 6. Processing.

Key words: *Agaricus subrufescens*, Environmental control, Standard operational procedure

近代機能性食藥用菇開發與應用

陳啟楨[1,*]

[1]南台科技大學生物科技系

[*]連絡作者，電子郵件信箱：c5200999@mail.stut.edu.tw

摘 要

二十一世紀是生技開花的時代，而台灣生技發展旺盛的菇菌類產品受到各界的青睞。本文主要敘述一些菇菌創新製程與生產研發的成功案例，其中將不起眼的黑木耳農產品經過特殊的萃取濃縮與奈米技術原理製作，轉化成高效率與高價值的商品化產品。食藥用菇類菌種液體發酵生產的胞外多醣體，成功地加工製成機能性菇蕈多醣體飲品，並且將菌絲體與附著在菌絲體表面的多醣體，研發製成養生錠。利用菇類菌種培養於中草藥材上，篩選特定的功能組合，透過細胞株及動物試驗開發新產品，也爲菇菌發展出另一個創新事業。台灣國寶樟芝菌絲體發酵產品幾乎覆蓋原有靈芝市場的光茫芒，而樟芝子實體段椴木人工植菌栽培成功，又爲樟芝生產研發與市場定位，投下另一個變數。桑黃已在日本風行一段時間，台灣仍未見其功，但未來台灣極有可能蔚爲流行。最後本文回歸全球最大的洋菇等土生食用菇生產事業，此類土生菌栽培創新技術的突破，或許可提供幾十年來菇菌類栽培未有的窮變思維。

關鍵詞：多醣體、黑木耳、樟芝、覆土

菇菌類產品研發之應用

整體而言，菇菌類產品研發之開發應用，原料培養主要項目可以區分爲兩大類：

一、固體培養：

1.栽培出菇：子實體是最接近自然野生生長狀態，故將菇菌類菌種以人工栽培出菇（即子實體），再加以利用是最容易被先進國家所接受，特別是日本人的民族習性，尤其重視栽培出來的子實體所做成的產品。

2.固態菌絲體：此種方法主要是利用食材（例如穀物）做爲菇菌類菌種的培養基，不以出菇爲目的，待培養至適當程度，即含培養基及菌絲體全部取出加工處理，製成產品，方法簡易，但菌種污染之控制則需要好培養環境及操作技術。

二、液體發酵培養：

配合食品發酵工業上已建立的完備技術，利用深層培養方式生產菇類菌絲體，在食品工業上有許多具潛力之應用方向，如作爲蛋白質的新來源、菇類特殊香味物質的來源、菇類栽培的接種原(spawn)以及食品添加物來源等。利用生物反應器(bio-reactor)，即發酵槽，以製備好之無菌液態培養基，在密閉容器內，給予合適之反應參數，例如溶氧量(DO)、攪拌速度、溫度與pH值控制、特定養分饋料供給與否等。優點是菌絲與培養液直接接觸、利用生長率高、發酵時間短、回收處理容易；缺點是污染率較固體培養高、在高張溶液下菌絲生長代謝途徑與固體培養迥異，與出菇之自然狀態相去甚遠。

以上二類雖然培養方式大不同，但以目前生技公司產業現況來看，大多數是食品業轉型而來，其生產設備比較偏向液體發酵系統，故以液體發酵培養產出之產品居多。不過究竟何者爲優，仍見仁見智，唯應以科學數據呈現各產品之實際效果，才是產品生生不息的本質。在世界醫藥工作人員利用數十年的時間作了傳統藥用菇的密集調查，調查項目包括分離菌絲、人工栽培、深層發酵、藥用成份萃取、製藥方法、毒物測驗及臨床實驗等等。目前製造出的藥約有二十種商業藥用菇，其中有雲芝(*Coriolus versicolor*) 的抗癌多醣體縮氨酸，香菇 (*Lentinula edodes*) 養肝多醣體群，猴頭菇 (*Hericium erinaceum*) 製成之胃

腸藥，蜜環菌(*Armillariella mellea*)製成的治頭暈和頭痛藥，靈芝 (*Ganoderma tsuga*) 製成的鎮定劑，金針菇 (*Flamulina velutipes*) 製成的抗幅射藥，樟芝 (*Antrodia camphorate = A. cinnamomea*)製成的護肝與免疫增強劑，其他如止痛劑，刺激膽汁分泌的新藥等等。

實例一、黑木耳產品

木耳(*Auricularia*)類在歐美稱爲"Jew's ear"（(意指猶太人的耳朵）)，別名雲耳、耳子或木茸等，黑木耳(學名爲*Auricularia polytricha*)是一種以木材爲營養源的腐生型好氣性眞菌，喜於偏微鹼性的環境中生長，屬木材腐朽菌。台灣早期採用段椴木天然培植法，將段椴木堆放噴水，待木頭腐爛至差不多時，即予以打洞接種，並以滾燙的臘油塗抹封住洞口，然後直立架於瓜蓬下或室內，持續早晚灑水保持木頭的濕度，氣候合適即自木頭長出子實體出來。

二十幾年前台灣自日本引進太空包技術取代段椴木栽培時代，使得黑木耳的生產量大幅提升，並可降低生產成本，加速生產速度，黑木耳之太空包栽培一時蔚爲一種新興的事業。2002年筆者研究室首次將黑木耳利用奈米技術原理製成膠囊產品(非奈米產品)，突破了傳統巢臼，將便宜不起眼的食用菇完全以另一種產品型態出現，爲平凡的黑木耳開創不平凡的功效與身價。一直到現在，黑木耳的功效普遍受到國人的重視及使用，當初生鮮黑木耳產地價格是一公斤新台幣17元，至2010年底產地價格已突破一公斤新台幣45元，不但爲農民增加豐富的收入，也帶動市場的活絡經濟。

黑木耳方之人體臨床試驗應用在女性多發性卵巢囊腫症候群(PCOS)病例上，以超過60人之雙盲試驗結果，顯示有顯著的改善效果，而且與治療上使用之西藥metformin比較，療效更佳。另外，特別從PCOS病例中之肥胖族群調查減肥瘦腰之作用(表一)，統計分析數據亦證實明顯效果[3,4]。黑木耳粉末產品完成降血脂與降血膽固醇之倉鼠動物試驗，依衛生署健康食品法檢驗規範之試驗方法，在高膽固醇飼料中添加3% 化黑木耳粉末產品，即有效果，而且效果隨劑量的增加有加成效用[5]，顯示奈米化黑木耳產品無論在動物試驗及人體臨床試驗，證明具有治療PCOS、減肥瘦腰及降血脂與降血膽固醇功效，而當今新興黑木耳飲料商品也正吹起一陣熱潮。

表一、腰圍及BMI在第26週與基準點(第1週)之組內變化變化分析

試驗組別	變項	平均數	標準差	自由度	顯著性(p value)
BWEF組	BMI(1)-BMI(26)	-2.45	1.40	30	<0.0001
	W(1)-W(26)	-1.81	0.80	30	<0.0001
Placebo組	BMI(1)-BMI(26)	-0.63	1.25	27	<0.0001
	W(1)-W(26)	-0.24	0.97	27	<0.0001

註：BWEF組:黑木耳加減方試驗組

Placebo組：安慰劑組

W：腰圍(cm)

BMI：身體質量指數，計算公式爲體重(kg)/身高^2(m^2)

(1)-(26)：表示第一週減去第二十六週的結果

實例二、菇蕈多醣體養生飲料及養生錠

隨著人類文明的進步，人口的增加，環境之污染，食物之精緻化發展，同時又由於人們生活環境中所接觸的有害有毒化學物質的增加，及其他緊迫因子(如精神上及工作競爭之壓力的增加)，使得人體的組織細胞快速老化，內臟器官功能逐日下降，對疾病之抵抗力亦逐日降低。然而醫藥的進展更是時有突破，每年約有超過2萬餘種藥物或天然物被成功的合成或萃取，亦有部份被應用來治療人體的疾病，但由於藥物使用頻率及用量的增加使得病原的抗藥性逐日的增強，亦使得新的藥品很快喪失了它的功效，因此近年來醫學研究由傳統的治療逐漸的轉至預防的方向，「預防醫學」的發展使得醫學逐漸的有正確方向，近代人類亦逐漸的體認出預防重於治療的重要性。近年來科學家針對前述問題，而發現了葡聚多醣體（β-Glucan）（以下簡稱多醣體）爲一種可釜底抽薪的非特異性免疫增進劑，這種物質可在短期內啓動已停滯細胞，尤其是免疫細胞的機能，使組織細胞之對病之抵抗力增強，進而使人體重新恢復對各種病原性或非病原性疾病的抵抗力[9,41,38]。

據研究證實食藥用菇抗癌功效的主要成分爲多醣體，在多醣體結構中的β-1, 3-葡聚醣立體結構是抗腫瘤作用的主要架構。以X-ray繞射分析得知，以

β-1, 3 linkage的D-glucan骨架呈現螺旋形的結構可能是引發抗腫瘤作用的重要成因。另外，多醣體的分子量大小和分支度及形式等因素，均會影響其抗腫瘤活性的展現。目前日本已開發出Krestin、Lentinan、Schizophyllan等抗癌劑，這類β-D-glucan抗癌劑之抗癌機制的主要功用是恢復或是增強機體的免疫能力，這些免疫反應並不是針對特定的腫瘤細胞，而是透過活化多種免疫細胞：例如激發巨噬細胞、T細胞、B細胞以及自然殺手細胞等，而達到抗腫瘤的效果[34, 36]。

多醣體主要作用在加強存在於高等哺乳類動物組織中之巨噬細胞的活性及其吞噬能力，並藉由血清及細胞免疫能力之增強而達抗癌、抗病之功能。近年來的研究更發現有益食藥用菇類，如靈芝、裂褶菌、冬蟲夏草、猴頭菇等菌絲所產生的多醣體具有很強的抗癌防病功能[21, 35, 32, 33]。多醣體除了能增進人體的免疫能力外，另外尚有其他功能。例如，靈芝的子實體中亦萃取出多醣體ganoderan A，能有效的降低糖尿病小白鼠血液中的血糖[19]。Kiho等人[22]在冬蟲夏草菌絲體裡萃取出兩種多醣體（CS-OHEP與CS-HWEP），能有效降低糖尿病老鼠血液中血糖的含量。Liu等人[31]針對六種菇類的多醣體進行抗自由基的實驗，結果發現，靈芝的多醣體可以有效地清除超氧自由基，達到52.8 %的抑制效果。

多醣體進入人體中藉由血球細胞上受體，對不同大小多醣體分子之接受程度，而會隨著調節並釋放及啓動各式的免疫反應，以增強人體的細胞活性，達到預防疾病之目的此即過去中醫所謂的「扶正固本」的作用，亦即西醫所稱的有「生物反應修飾劑」(biological modifier)之作用[36]。因此，菇菌類多醣體養生飲料的開發也爲菇類產品型態，再創造出另一個商機。另外，液體發酵過程中的菌絲體及附著在菌絲體表面的胞外多醣體也有一定程度的功效，經特殊的配方組成，研製成菇菌菌絲體養生產品，亦具特色。

實例三、樟芝培養技術

樟芝子實體於牛樟樹幹的中空內部長出，有強烈的黃樟香味，氣芳香、味辛苦，新鮮子實體含於口中久之則令舌尖有辛麻之感，乾品含於口中久之則爲辛苦之感。對於樟芝的療效，早期的傳說是原住民特有的飲酒文化之故，因喝酒過多導致肝病變的比率居高不下，但在喝過樟芝的烹煮液之後，肝病竟可不藥而癒、強身健體，解酒效力更是一流，因此原住民將樟芝奉爲上品，成爲原

住民的傳統珍貴藥材[1]。民間流傳的功效有祛風行氣、化瘀活血、溫中消積、解毒消腫、鎮靜止痛、抗菌、抗病毒及抗腫瘤之效。治胃脘疼痛、腹瀉嘔吐、食物中毒，毒菇中毒、糖尿病、腎臟炎、尿蛋白過高、尿毒症、肝硬化、肝癌、流行性感冒、中暑、暈車等。

目前有關樟芝的研究主題大多集中於三萜類的化學成分分析和結構式的建立等相關研究。如1995年Cherng等人發現樟芝子實體萃取物中含有3種以ergostane爲骨架之新三萜類化合物，分別是antcin A、antcin B和antcin C，其中antcin A藥理研究證實具有抑制老鼠血癌 (P-388 murine leukemia)細胞毒素的活性，及anticin B具有抗副交感神經作用(anticholinergic)及抗血清素(antiserotonin)活性[10]。Chiang等人於1995年亦從子實體萃取物中找到3種新的三萜類化合物，到了1996年，Cherng等人再度發現樟芝子實體中含有4種新的三萜類化合物，分別是antcin E、antcin F、methyl antcinate G和methyl antcinate H。同年，Yang等人也發現2種以ergostane爲骨架的新化合物，分別是zhankuic acid D和zhankuic acid E，以及發現3種以lanostane爲骨架的新化合物，其中分別是15α-acetyl-dehydro-sulphurenic acid、dehydroeburicoic acid和dehydro-sulphurenic acid。從以上前人研究結果得知樟芝確實含有獨特的三萜類化合物，具有抗癌細胞生長能力、活化神經細胞生長能力等能力，經十年來國內學研單位長期的科學研究，對樟芝抗癌及免疫的活性，普遍受到肯定[39, 11, 27, 42]。

一、樟芝菌絲體產品

樟芝菌絲體的功效會因爲液態或固態發酵培養基組成份不同而有顯著差異，至於固體發酵成功誘發產生子實體可能僅偶發性，絕多數看到紅黃色的表面仍僅是樟芝菌絲膜。不論是液態發酵或固體發酵的菌絲體皆可能有一定的功效，唯仍以科學研究數據爲主。筆者以細胞株篩選一百多種中藥草，獲得一組最佳結合(簡稱AC-J20)，所培養的樟芝菌絲體萃取液，進行動物試驗治療人類肝癌細胞(HepG2)，結果顯示皮下肝癌腫瘤生長之小鼠其腫瘤生長趨緩且腫瘤體積明顯較小且小鼠存活率延長約70 %。在組織化學免疫染色結果中發現，AC-J20萃取液能抑制腫瘤細胞的增生(anti-proliferation)的功效(圖一)。

二、樟芝子實體段椴木培養

以往業者嚐試以傳統的段椴木栽培方式，牛樟木鑽洞塞固體菌種封臘，結果皆告失敗，主要原因是樟芝菌種生長極爲緩慢，採用傳統段椴木植菌方式，自然容易失敗。這幾年椴段木經殺菌處理後，再接種液體菌種或固體菌種，已

可突破樟芝人工椴段木栽培瓶頸，成功長出子實體，唯穩定生長仍需要八個月至一年的時間。加上牛樟木仍屬保育類，來源取得之合法性深深影響到樟芝子實體的量產與行銷，造成子實體水漲船高，非是一般消費者能力可以購買。

以非牛樟椴段木栽培，亦是一種值得鼓勵的發展方向(圖二)，筆者嚐試以非牛樟木(例如香樟、紅檜…等)，栽培樟芝子實體，亦可獲得成功，不同植物椴段木生長之樟芝子實體之生物活性，正進行中。若可達到牛樟椴段木生長之樟芝子實體等同或相近之功效，應可解決保育法規之限制問題，讓台灣國寶樟芝更能普及化、平民化及國際化。

三、樟芝特殊目的創新培養技術

1.篩選中藥草培養樟芝菌絲體：經數年研究，將樟芝菌種培養在一百多種中藥草，萃取後以人類肝癌細胞株進行活性分析，最後篩選出一種最佳組合，進入動物試驗，證實此種方法之酒精萃取物具有很高的抗人類肝腫瘤活性，經由激發免疫系統反應抑制癌細胞增生，增加試驗老鼠的70 %壽命[(2)]。

2.具藝術價值之菇菌栽培目的：雖然本項係朝藝術化產品開發，主要以花瓶狀栽培段椴木樟芝，目的不一定是鎖定在生產子實體，反倒是以藝術收藏意義大。

實例四、桑黃栽培及應用

桑黃在明代李時珍的「本草綱目」即有記載，性寒，味微苦，能利五臟，宣腸氣，排毒氣，壓丹石，人熱發，止血等，在中國有長久的使用歷史。在日本民間使用上則有止血、治腹痛、利尿、健胃、止瀉等功能，據日本調查報導，長崎縣的居民大多長壽，除了環境外，其飲食種類是很重要的因素，其中桑黃便是家庭常用的藥方。近代的科學研究，桑黃的熱水抽出物具有抑制老鼠Sacroma 180腫瘤細胞及一般抗腫瘤(antitumor)的功能；治婦女月經不順(amenorrhea)；提高免疫機能及強化T細胞能力，對癌症患者經化療後食用桑黃熱水抽出物具有相乘的功效，且長期服用並不會有任何副作用及毒性產生，這些證據顯示「桑黃」確實具有開發潛力。

日、韓等國的研究結果顯示，從桑黃分離出來的多醣體，能顯著刺激細胞產生免疫反應；桑黃的正丁醇萃取物還能透過第一型血基質氧化攜，抑制

Lipopolysaccharide（LPS）刺激巨噬細胞，具有抗發炎作用。Kim等人在2004年所做的實驗則顯示，第一次甲醇萃取液加上正丁醇萃取液，有助於抑制實驗老鼠的血管增生(angiogenic)，還有止痛、調節體液、刺激免疫反應等作用。同一年， Hur等人也提出，韓國種的桑黃子實體經過第一次甲醇萃取後，再經由氯仿、正丁醇和純水三種溶劑萃取，結果顯示正丁醇萃取層能抑制金黃色葡萄球菌（*Staphylococcus aureus*）生長。日本研究者所做的動物實驗則顯示，天然桑黃還可降低血糖值，未來將研究其在預防及改善糖尿病方面的可能性。其他研究還包括桑黃在預防胃痛及防治癌症方面的可能性。

歸納起來，研究者在最近幾年所發現或證實的桑黃藥理活性有增強免疫力[25]；抗腫瘤活性包括抑制癌細胞增生、誘導癌細胞走向凋亡(apoptosis)，同時抑制其轉移，降低化療的副作用[44, 29, 12, 40, 37, 18, 30, 17, 16]；抗菌作用[20]；抗發炎作用[23]；抗氧化[40];調整血糖作用[26]；保肝作用[24]；防治胃潰瘍[28]。

桑黃爲抗癌新寶

現代人由於生活壓力大、工作緊張以及飲食不均衡、缺乏運動等因素，普遍都有免疫力降低現象，尤其年齡增加之後，這種情況更形嚴重。一旦免疫力不足又受到病毒或細菌感染，就很容易誘發疾病，嚴重者甚至引起細胞惡化、浸潤，成爲人人聞之色變的癌症。就目前而言，除非早期發現、早做治療，否則多數癌症的預後都不佳；因此世界醫壇紛紛從自然食品中著手，希望發現有助於抑制癌細胞發展的良方，以達到治療癌症或改善患者健康的目的。經由學者專家的多年研究，發現食藥用菇蕈類可以有效提升免疫力，近年來更從不斷的實驗中證明桑黃具有良好的抗腫瘤活性，尤其是誘導癌細胞凋亡（apoptosis）的特性更受到醫藥界的高度重視。比較特別的是，桑黃不僅可以萃取出有效成分、作醫藥之用，還能製成保健營養品供日常食用，達到增強免疫力、預防癌症的目的，這也是未來生技產業的利基所在[6]。

不同基質的桑黃各有不同的生物活性，運用在藥理上亦有不同的作用，實驗結果顯示，菌種的基源不同，效能亦不一樣，藥理上的運用當然也各有特色。也就是說，這些實驗對台灣未來發展與推廣桑黃具有指標性作用；這些研究資料與文獻可作爲醫療與生技的應用依據，更有利於保健食品的製造與推廣，若能將桑黃大眾化、量化，亦即大量生產、普及於社會大眾，對民眾的保健養生應該大有助益。

台灣桑黃固體栽培效率勝過韓國段木栽培

過去雖然早就知道桑黃具有強化免疫力、增強抗癌活性等效用，但因人工栽培極爲不易，無法量產，只能完全依賴野生的然桑黃，數量非常有限，甚至連做大規模實驗都顯得捉襟見肘，遑論供給大量的原料製成產品。一直到最近幾年，進行固體桑黃的栽培研究，結果發現以太空包也能栽培出品質極爲優良的人工桑黃。經過本土研究與和實驗，證實人工栽培的桑黃一樣具有抗癌效用，只是基質不同，抑制癌細胞的效果也不一樣。因此在人工栽培過程中，除了研究桑黃最適合的生長環境之外，更重要的是篩選出具有較高抗癌活性的桑黃菌種菌株。

目前台灣已經成功培育出優質的的桑黃菌種，而且經過抗生活性、抗氧化活性及抗腫瘤細胞活性等生物活性分析，篩選出幾種優質的桑黃菌種菌株，如 *Phellinus linteus* CCJ6989、 *Phellinus sp*. CCJ24549…等。這雖然是抗癌研究的一小步，對於未來桑黃的研發與量產則是跨出了一大步，而且開啓了生物科技學術研究與產銷合作的新猷，以後的發展不可限量。

固體栽培比液態的抗癌效果高

日本的菇類專家更於研究後指出，桑黃的固體培養菌絲體除了在抗癌效果上優於液體培養者之外，固體桑黃還具有很多抗老及抗氧化微量元素，此爲其他菇菌類所不及。另外還有文獻指出，固體培養的菇類在提升自體免疫功能方面的作用，也較液體培養爲佳，而且具有藥理活性；但這部分還有待進一步探討。

固體培養的菇類還有另外一個好處，那就是種植一段時間、收成後，底下剩餘的碎屑層（例如太空廢包），還含有菇類生長時遺留下來的營養物值質，可作爲動物飼料的補充養分，用以餵食牛、羊等反芻動物，有助於促進成長。此外，菇類的栽培底層也可作爲種植蔬菜的肥料，有助於改善土壤結構，對現階段因爲森林過度砍伐所造成的水土流失，或淨化環境污染有相當大的助益，十分符合環保科學。

筆者研究室開發之台灣人工栽培的桑黃子實體(圖三)乙醇粗萃物(PLEE)具有選擇性抑制癌細胞、合併化療藥物Doxorubicin可增加20%效果(圖四)、可降

低MMP-9及MMP-2活性，減少基因轉錄作用、抑制癌細胞移行及阻止血管新生[8]，由此推論，桑黃乙醇粗萃物有抑制血管新生作用，因而防治腫瘤生長及轉移。

中國大陸野生桑黃已經枯竭

中國大陸一直是菇菌類中藥材的主要生產與出口地區，桑黃也不例外。自從發現桑黃的抗癌功效之後，中國大陸即卯足力量收集並出口。由於土地大、原始森林多，因此產品以野生、天然者居多。根據資料顯示，中國大陸目前的桑黃產區集中分佈在黑龍江省東部、烏蘇里江與興凱湖之間，總計自1999年至2001年，二年間就出產了三十多噸；東北地區的長白山林區、哈爾濱與吉林市之間的老爺嶺，以及張廣才嶺都有少量出產。其次是西北地區的陝西與甘肅交界，以「子午嶺」自然保護區產量較多，總計從2001年到2003年5月，就出產了五十噸左右。另外，西南各省區亦出產少量的桑樹桑黃，但產量極少，難以形成商品。

由於外商需求量大，價格高，因此中國大陸各地已出現掠奪性開採，以致子實體孢子無法大量形成，在缺乏有效管制之下，東北地區的野生桑黃資源已經難以恢復，西北地區也即將枯竭；人工栽培桑黃已經成爲當務之急。但因爲桑黃菌絲體的成長非常緩慢，很難進行人工培養或栽培。目前桑黃菌的人工栽培在大陸地區才剛起步，例如吉林省延吉市已與外商合作，培育桑黃菌出口至韓國，獲得可觀的經濟生收益。筆者已經成功完成太空包人工栽培的桑黃子實體技術，他日亦可技轉企業，未來桑黃子實體將可不再完全依賴野生採擷。

實例五、土生菌創新替代覆土栽培技術

台灣人工栽培食用菇類至少已歷經將近60年(自1953年起至今)，期間(1978年)洋菇產量與外銷量曾分別居全球第三和第一，所以洋菇產業在台灣經濟發展的過程中曾佔有重要的角色。最近幾年台灣人工栽培的菇類產量每年大約維持在8萬公噸左右，產值達60億元[7]，所栽培的食用菇種類約十餘種。由於消費者對於菇類食品普遍具有喜新厭舊和嘗鮮的嗜好，因此食用菇類業者必需時常推陳出新，以維持消費者購買的意願。以新興食用菇金頂側耳爲例，數年前推

出時造成搶購，主因爲其金黃色鮮艷的子實體和美味可口，所以頗受消費者的喜愛，至今雖然風潮已過，但每年仍有數十萬個太空包的量進行生產。

根據2009年農業生技產業季刊報告指出，全世界目前已有近80個國家栽培洋菇、香菇和鮑魚菇類等民生食用菇，而其中尤以經濟發達或工業化程度較高的國家，如美國、德國、法國、日本、韓國以及我國，不僅食用菇栽培業發達，同時年消費量也大。筆者以太空包木屑廢料爲培養基，以無覆土方式成功栽培花臉香蘑(*Lepista sordida*)，國內外專利已提出申請審查中，此方式係基於下列因素所研發出來之創新方法：

1.目前台灣木屑栽培食用菇皆屬一次性木生性食用菇類栽培，廢木屑主要製作有機肥爲主。廢木屑雖然可製作堆肥生產有機肥，爲農業廢棄物解決去向問題，但高纖維及高蛋白質(含原栽培菇類菌絲體)仍可進行二次性栽培利用，直接做堆肥發酵，實屬可惜。

2.土生性食用菇(例如洋菇)生長特性以纖維腐熟度高爲生長基質(例如稻草堆肥)，與栽培木生性食用菇後之廢木屑性質接近。

3.土生性食用菇通常必須覆土才能出菇，但採收泥土沾黏及土壤重金屬易被菇類菌絲吸附至子實體，影響品質。

4.以創新無土基材覆蓋替代傳統覆土方式栽培土生性食用菇，可減少或完全避免土生性食用菇栽培過程必須覆土而引起之重金屬問題，而且採收可不帶泥土，可提高菇類商品品質及價值。

試驗結果替代覆土材料的出菇時間比覆土提早約10天，採收無土壤沾黏問題(圖五)，且無重金屬檢出，顯然這項突破可以應用到所有土生性食用菌的栽培方式。

結 論

雖然食用菇的種類繁多，但目前有商業化栽培者僅有少數20餘種，其子實體來源，可說是十分有限。因此，在加強食用菇的利用方面，除了開發新興菇品種的栽培技術之外，以深層培養方式生產菇類菌絲體及其具較高經濟價值的其它代謝產物，實爲一極具潛力的發展方向。而如何篩選高產菌株，利用低廉的原料，設計適當的培養條件，以及建立發酵製程上的合理監測體系，以降低生產成本，獲得良好的產率，仍有待更多相關研究來奠立成熟的技術，如此才能拓展其走向工業化生產的路徑，使食用菇類資源得以充分利用。

引用文獻

1.王伯徹、陳啓楨、華傑. 1998. 食藥用菇類的培養與應用. 食品工業發展研究所.新竹. 187 pp。

2.林雅慧. 2008. 以固體中藥渣培養樟芝及蟲草作爲治療人類肝癌及肺癌的動物模式之研究.南台科技大學碩士論文。

3.陳彥霖、李耀泰、施景中、 郭宗正、陳啓楨、童宜亮. 2007. 補腎活血中藥方在多囊性卵巢症候群的薈萃分析. 台灣中醫家庭醫學雜誌2:1-12。

4.陳彥霖、翁紹評、李耀泰、侯小麒、施景中、郭宗正、鄭鴻祥、陳啓楨. 2006. 六味地黃丸加黑木耳方對於多發性卵巢囊腫症候群(PCOS)肥胖者腰圍降低初步療效評估. 台灣中醫臨床雜誌12:26-39。

5.陳啓楨、陳彥霖、黃勺紋、陳鏘謙. 2005. 黑木耳產品應用在多發性卵巢囊腫症候群(PCOS)及肥胖者腰圍降低初步療效臨床試驗與倉鼠動物模式下降血膽固醇試驗. 菌物學報24: 353-361。

6.陳啓楨. 2009. 桑黃抗癌第一名. 元氣齋出版社. 台北。

7.莊老達. 2005.「政府對菇蕈產業之輔導措施」.食品工業37:61-67。

8.蔡珮瀅. 2008. 桑黃之抗癌活性研究。南台科技大學碩士論文。

9.Bisen, P. S., Baghel, R. K., Sanodiya, B. S., Thakur, G. S., and Prasad, G. B. 2010. *Lentinus edodes*: a macrofungus with pharmacological activities. Curr. Med. Chem. 17:2419-30.

10.Chen, C. N., and Pan, S. M. 1996. Assay of superoxide dismutase activity by combining electrophoresis and densitometry. Bot. Bull. Acad. Sin. 37:107-110.

11.Chen, T. I., Chen, C. C., Lin, T. W., Tsai, Y. T., and Nam, M. K. 2011. A 90-day subchronic toxicological assessment of *Antrodia cinnamomea* in Sprague-Dawley rats. Food Chem. Toxicol. 49:429-33.

12.Chen, W., He, F. Y., and Li, Y. Q. 2006. The apoptosis effect of hispolon from *Phellinus linteus* (Berkeley& amp;Curtis) Teng on human epidermoid KB cells. J Ethnopharmacol 105:280-285.

13.Cherng, I. H., Wu, D. P., and Chiang, H. C. 1996. Triterpenoids from *Antrodia cinnamomea*. Phytochemistry 41:263-267.

14.Cherng, I. H., and Chiang, H. C. 1995. Three new triterpenoids from *Antrodia cinnamomea*. J. Nat. Prod. 58:365-371.

15.Chiang, H. C., Wu, D. P., Cherng, I. H., and Ueng, C. H. 1995. A sesquiterpene lactone, phenyl and biphenyl compounds from *Antrodia cinnamomea*. Phytochemistry 39:613-616.

16.Collins, L., Zhu, T., Guo, J., Xiao, Z. J., and Chen, C. Y. 2006. *Phellinus linteus* sensitises apoptosis induced by doxorubicin in prostate cancer. Br. J. Cancer. 95:282-288.

17.Guo, J., Zhu, T., Collins, L. A., Xiao, Z. X. J. , Kim, S. H., and Chen, C. Y . 2006. Modulation of lung cancer growth arrest and apoptosis by *Phellinus linteus*. Mo1. Carcinog. 46:144-54.

18.Han, S. B., Lee, C. W., Jeon, Y. J., Hong, N. D., Yoo, I. D., Yang, K. H., and Kim, H. M . 1999. The inhibitory effect of polysaccharides isolated from *Phellinus linteus* on tumor growth and metastasis. Immunopharmacol. 41:157-164.

19.Hikino, H., Konno, C., Mirin, Y., and Hayashi, T. 1985. Isolation and hypoglycemic activity of ganoderans A and B, glycans of *Ganoderma lucidum* fruit bodies. Planta med. 4:339 - 340.

20.Hur, J. M., Yang, C. H., Han, S. H., Lee, S. H., You, Y. O., Park, J. C., and Kim, K. J. 2004. Antibacterial effect of *Phellinus linteus* against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. Fitoterapia 75:603-605.

21.Kawagishi, H., Inagaki, R., Kanao, T., Mizuno, T., Shimura, K., Ito, H., Hagiwara, T., and Nakamura, T. 1989. Fractionation and antitumor activity of the water-insoluble residue of *Agaricus blazei* fruiting bodies. Carbohydr. Res. 186:267-73.

22.Kiho, T., Hui, J., Yamane, A., and Ukai, S. 1993. Polysaccharides in fungi. XXXII. Hypoglycemic activity and chemical properties of a polysaccharide from the cultural mycelium of *Cordyceps sinensis*. Biol. Pharm. Bull. 16:1291-1293.

23.Kim, B. C., Choi, J. W., Hong, H. Y., Lee, S. A., Hong, S., Park, E. H., Kim, S. J. and Lim, C. J. 2006. Heme oxygenase-1 mediates the anti-inflammatory effect of mushroom *Phellinus linteus* in LPS-stimulated RAW264.7 macrophages. J. ethnopharmacol. 106:364–371.

24.Kim, G. Y., Oh, W. K., Shinb, B. C., Shinc, Y. I., Parka, Y. C., Ahn, S. C., Leed, J. D., Baee, Y. S., Kwak, J. Y., and Park, Y. M. 2004. Proteoglycan isolated from *Phellinus linteus* inhibits tumor growth through mechanisms leading to an activation of CD11+CD8+ DC and type I helper T cell-dominant immune state. FEBS Lett. 576:391-400.

25.Kim, G. Y., Oh, Y. H., Park, Y. M. 2003. Acidic polysaccharide isolated from *Phellinus linteus* induces nitric oxide-mediated tumoricidal activity of macrophages through protein tyrosine kinase and protein kinase C. Biochem. biophys. res. commun. 309:300-407.

26.Kim, H. M., Kang, J. S., Kim, J. Y., Park, S. K., Kim, H. S., Lee, Y. J., Yun, J., Hong, J. T., Kim, Y., and Han, S. B. 2011. Evaluation of antidiabetic activity of polysaccharide isolated from *Phellinus linteus* in non-obese diabetic mouse. Int. Immunopharmacol. 10:72-78.

27.Kuo, M. C., Chang, C. Y., Cheng, T. L., and Wu, M. J. 2008. Immunomodulatory effect of *Antrodia camphorata* mycelia and culture filtrate. J. Ethnopharmacol. 120:196-203.

28.Lee, H. J., Lee, S. J., Choi, H. Y., Chung, K. T., Jeong, K. Y., and Choi, B. T. 2006. Effects of Mycelial Culture of *Phellinus linteus* on Ethanol-induced Gastric Ulcer in Rats. Phytother. Res. 20:396-402.

29.Li, G., Kim, D. H., Kim, T. D., Park, B. J., Park, H. D., Park, J. I., Na, M. K., Kim, H. C., Hong, N. D., Lim, K., Hwang, B. D., and Yoon, W. H . 2004. Protein-bound polysaccharide from *Phellinus linteus* induces G2/M phase arrest and apoptosis in SW480 human colon cancer cells. Cancer Lett. 216:175-181.

30.Lim, J. S., Kim, S. H., Park, J. S., Choi, J. Y., Park, S. J., and Shin, K. S. 2001. Anti-tumor Activity of the Fruitbody Extract of Basidiomycete, *Phellinus linteus*. J. Microbiol. 39:121-125.

31.Liu, F., Ooi, VEC., and Chang, S. T. 1997. Free radical scavenging activities of mushroom polysaccharide extracts. Life Sci. 60:763-771.

32.Matsushita, K., Kuramitsu, Y., Ohiro, Y., Obara, M., Kobayashi, M., Li, Y. Q., and Hosokawa, M. 1998. Combination therapy of active hexose correlated compound plus UFT significantly reduces the metastasis of rat mammary adenocarcinoma. Anti-cancer Drugs. 9:343-350.

33.McCormack, E., Skavland, J., Mujic, M., Bruserud, Ø., and Gjertsen, B. T. 2010. Lentinan: hematopoietic, immunological, and efficacy studies in a syngeneic model of acute myeloid leukemia. Nutr. Cancer. 62:574-583.

34.Mizuno, T., Sakai, T., and Chihara, G. 1995. Health foods and medicinal usages of mushrooms. Food Reviews International 11:69-81.

35.Nameda, S., Miura, N. N., Adachi, Y., and Ohno, N. 2007. Lincomycin protects mice from septic shock in beta-glucan-indomethacin model. Biol. Pharm. Bull. 30:2312-2316.

36.Ng, T. B. 1998. A review of research on the protein-bound polysaccharide (polysaccharopeptide, PSP) from the mushroom *Coriolus versicolor* (Basidiomycetes: Polyporaceae). Gen Pharmacol. 30:1-4.

37.Ohno, T., Takahashi, Y., Hiroki, T., Hirayama, H., Mizukami, H., Ogihara, Y., and Inoue, M. 2007. Inhibitory effect of oral intake of natural *Phellinus linteus* fruit body on growth and pulmonary metastasis of B16/BL6 melanoma . Journal of Natural Medicines 61:438-442.

38.Price, L. A., Wenner, C. A., Sloper, D. T., Slaton, J. W., and Novack, J. P. 2010. Role for toll-like receptor 4 in TNF-alpha secretion by murine macrophages in response to polysaccharide Krestin, a *Trametes versicolor* mushroom extract. Fitoterapia. 81:914-919.

39.Shao, Y. Y., Chen, C. C., Wang, H. Y., Chiu, H. L., Hseu, T. H., and Kuo, Y. H. 2008. Chemical constituents of *Antrodia camphorata* submerged whole broth. Nat. Prod. Res. 22:1151-1157.

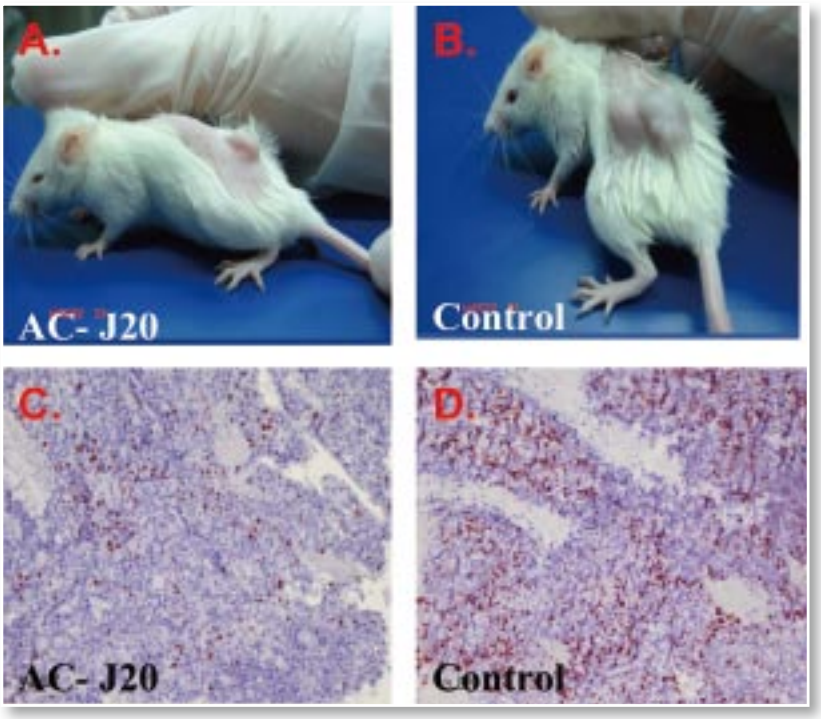
40.Song, Y. S., Kim, S. H., Sa, J. H., Jin, C., Lim, C. J., and Park, E. H. 2003. Anti-angiogenic, antioxidant and xanthine oxidase inhibition activities of the mushroom *Phellinus linteus*. J. Ethnopharmacol. 88:113-116.

41.Wessels, J. G., and Niederpruem, D. J. 1967. Role of a cell-wall glucan-degrading enzyme in mating of *Schizophyllum commune*. J. Bacteriol. 94:1594-602.

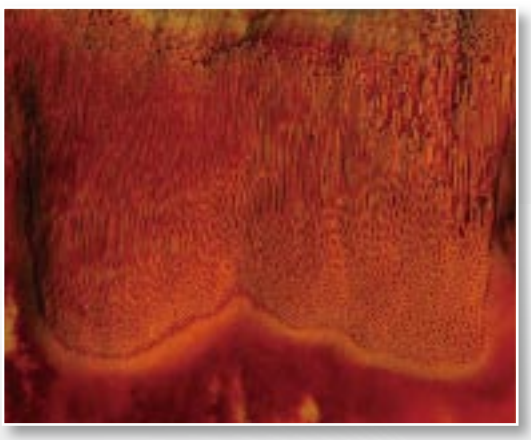
42.Yang, H. L., Hseu, Y. C., Chen, J. Y., Yech, Y. J., Lu, F. J., Wang, H. H., Lin, P. S., and Wang, B. C. 2006. *Antrodia camphorata* in submerged culture protects low density lipoproteins against oxidative modification. Am. J. Chin. Med. 34:217-231.

43.Yang, S. W., Shen, Y. C., and Chen, C. H. 1996. Steroids and triterpenoids of *Antrodia cinnamomea* – a fungus parasitic on *Cinnamomum micranthum*. Phytochemistry 41: 1389-1392.

44.Yung, H. C., Man, K. H., Ryu, C. H., Byung, T. C., and Jeong, Y. K. 2004. Induction of apoptotic cell death by mycelium extracts of *Phellinus linteus* in human neuroblastoma cells .International journal of molecular medicine. 14:227-323.



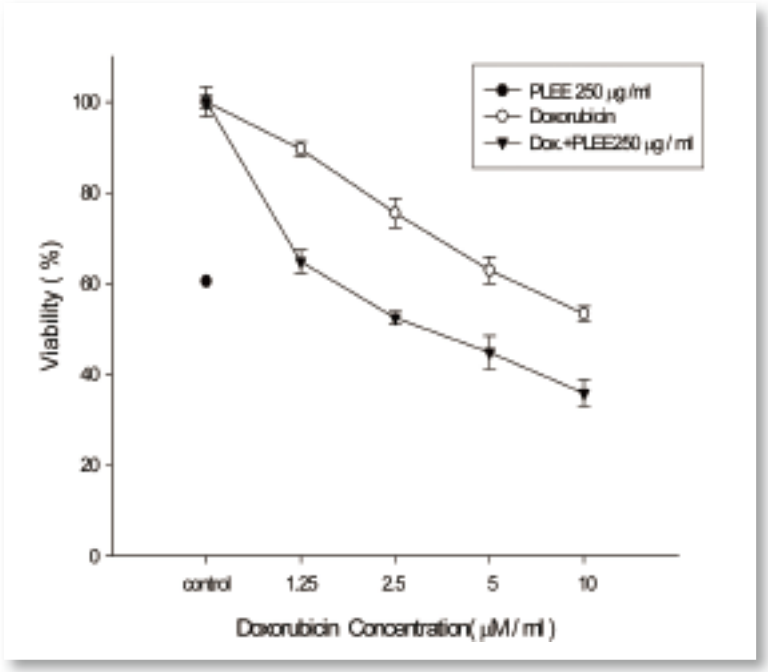
圖一、樟芝菌種培養在中藥草(AC-J20)萃取物進行老鼠試驗，誘發長出人類肝腫瘤(HepG2)後，每二天灌食200 mg，經14天後，腫瘤有明顯萎縮， 經以免疫切片染色，證明係激發老鼠自體免疫反應達到抑制腫瘤增生效果。(林雅慧, 2008)



圖三、台灣人工栽培的桑黃子實體具有市場潛力。(陳啓楨栽培及攝影)



圖二、非牛樟樹木栽培的牛樟子實體。(陳啓楨栽培及攝影)



圖四、癌症化療藥劑Doxorubicin 與桑黃乙醇萃取物類(PLEE) 250 μg/ml 合併使用對人類大腸直腸癌細胞SW480細胞毒性測試，證實可增加20 %效果。(蔡珮瑩, 2008)



圖五、替代土生菌覆土的創新研發，可成功減少或完全去除吸附土壤重金屬。(陳啓楨栽培及攝影)

Development of Functional Mushrooms and their Applications

Chen C. J.[1,*]

[1]Department of Biotechnology, Southern Taiwan University

[*]Corresponding author, E-mail：c5200999@mail.stut.edu.tw

Abstract

Twenty First Century is the time for the development of biotechnology. The abundant health foods designed and produced from mushrooms are well developed in Taiwan. In this paper will introduce some new cases on innovative processes and products, inclusive of common jelly fungus, *Auricularia polytricha*, making of highly valuable product, fermented exopolysaccharides making of health drinker, residue of mycelia making of commercial tablets, Chinese herbs fermented with *Taiwanfungus camphoratus* to make of functional product on liver protection proved by preclinical experiment, new technique on the cultivation of *T. camphoratus* by wood-log successfully changing the market, as well as the innovation of casing substitute on soil born mushroom cultivation for reducing heavy metal absorption may changing the history.

Key words: exopolysaccharides, *Auricularia polytricha*, *Taiwanfungus camphoratus*, casing

蟬花保護腎功能之研究

陳勁初[1*]、鄭劍廷[2]

[1]葡萄王生技股份有限公司

[2]台大醫學院臨床醫學研究所

[*]通訊作者電子信箱：gkbioeng@grapeking.com.tw

摘 要

蟬花爲傳統中藥材，是由蟲草屬(Cordyceps)眞菌*C. cicadae*、*C. sobolifera*或*C. cicadicola*等眞菌感染蟬科昆蟲幼蟲後所形成的蟲生眞菌複合體。最早見於魏晉南北朝時期，使用歷史遠久於冬蟲夏草。本研究使用蟬花菌發酵液之水萃取物，以體外及體內試驗探討脂多糖引發腎臟細胞之傷害。實驗結果顯示以蟬花菌絲體水萃物餵食以LPS (Lipopolysaccharide ; E. coli O127:B8)及gentamycin引發腎損傷之大鼠，發現蟬花菌絲體水萃物具有減緩LPS刺激後之大鼠腎臟細胞傷害，能有效改善大鼠之腎血流量(Renal blood flow；RBF)及腎絲球過濾率(Glomerular filtration rate；GFR)；對於預防gentamycin所引起之腎傷害方面，先餵食蟬花菌之大鼠，其血尿中的尿素氮及血清肌酸酐、微白蛋白(microalbumin) 及 NAG(N-Acetyl-β-D-glucosaminidase)等指標值較不易上升。以蟬花菌醱酵液餵食對STZ (Streptozotocin)誘發糖尿病腎臟損傷之大鼠的保護作用之研究，發現蟬花醱酵液可以明顯的降低血糖及抑制STZ引起的TGF-β (transforming growth factor-β)蛋白過度表現之現象，腎臟中的TGF-β表現過量易增加腎臟傷害。該結果顯示蟬花菌醱酵液對於腎臟組織有保護功效及延緩傷害的功效。

關鍵詞：蟬花、LPS、gentamycin、Cordyceps

緒言

蟬花又名土蟬花、蟲花、蟬草、蟬茸和胡蟬等，是由蟲草屬(*Cordyceps*)眞菌 *C. cicadae C. sobolifera*或*C. cicadicola*等眞菌感染蟬科山蟬(*Cicada flammate*)、螻蛄(*Platypleura kaempferi*)、黑蚱(*Crytotympana pustulata*)及竹蟬(*Platylomia pieli*)等幼蟲，後於蟲體頭部形成花蕾狀子座，故名蟬花。藥用部位爲其子座及寄主昆蟲的屍體(菌核)。中國學者王等人將蟬花依不同的寄主及感染菌種分類爲大蟬花或金蟬草*C. cicadae*、小蟬花*C. sobolifera*及蟬草或蟬生蟲草*C. cicadicola*三種，並認爲大蟬花才是眞正的蟬花，但日本學者水野卓(1992)及中國學者陳以平等人研究蟬花子實體所使用或發表者皆爲小蟬花(*C. sobolifera*)。蟬花多產於長江以南熱帶和亞熱帶地區，在中國爲福建、浙江、四川、雲南、江蘇等地。我國亦有農民曾在花蓮光復鄉掘獲野生子實體(Fig1.)。

蟬花之名最早見於南北朝劉宋時代之”雷公炮製論”中記載：凡使蟬花要白花全者。收得後於屋下懸乾，去甲土後用漿水煮一日，至夜焙乾，研細用之。野生蟬花之歷史記載比冬蟲夏草早了800年。蟬花入藥已有一千多年的歷史，根據宋朝蘇頌的傳統醫書《圖經本草》記載“山蜀中，其蟬頭上有一角，如花冠狀，謂之蟬花。另據北宋唐愼微所著《証類本草》記載 ”蟬花味甘、性寒、無毒，具疏散風熱、定驚解痙之效，主治小兒夜啼、心悸等症狀。《本草綱目》亦記載”蟬花功同蟬蜕，又止癆疾”。傳統常用方劑如「萬應蟬花散」、「蟬花明目方」及「蟬花清熱方」等，在《中華藥物大全》和《中華藥海》兩部中藥典籍中均有記載。在日本，亦早於1612年即初見蟬花之名於「多識篇」及小野蘭山的「本草綱目啓蒙」(1803)等文獻。至於學名*Isaria cicadae*爲1838年Miquel 所定，其後出現多種同物異名如*Cordyceps cicadae Isaria basili sphaeria sinclairii*等，Rant (1925)亦提到”Sandwhe”(台語發音)爲治療小兒的藥物。

全球第一個金蟬花基因組框架圖譜研究成果於2011年國際生物醫藥與生物技術論壇上發表，上，該研究發現，金蟬花基因組是人類基因組大小的八十分之一，其中含有約1.6萬個候選基因，接近人類基因數量的二分之一，其發生變異的基因不到1 %，遠低於冬蟲夏草10%的變異率，該結果顯示出金蟬花遺傳結構穩定性良好，菌種變異性低，有利於分子生物的進階研究。

經藥理研究證實天然蟬花子實體與冬蟲夏草成份相近，而近年來許多的

動物及臨床實驗研究發現，蟬花能有助於減輕各項慢性腎臟疾病之功效。以蟬花子實體進臨床實驗的研究，發現每日飲用蟬花湯有助於改善慢性腎功能衰竭病人之血液及尿液中肌酸酐(Creatinine)清除率、改善血清蛋白含量及減少尿蛋白排出等功效，對早中期慢性腎功能不全患者有一定程度的療效。以固態培養蟬花(*C. sobolifera*)菌絲餵食腎小球硬化之實驗大鼠，其結果顯示餵食固體培養蟬花菌絲體能明顯減少大鼠血清肌酐值(serum creatinine / Scr)、尿素氮上升程度($P<0.05$)，減輕大鼠腎小球硬化程度，有助於延緩大鼠腎小球硬化進程和慢性腎衰竭進展速度。由於固態培養需耗費大量的人力，產品中帶有多量未耗盡的基質，所以我們以液態醱酵大量培養生產蟬花菌絲體做爲天然蟬花的代替品，並進行幾種腎功能損傷保護模式之評估試驗及安全性探討。

二、液態發酵之研究

蟬花菌能利用多種碳源，其中以葡萄糖及蔗糖培養生長最佳；氮源則以酵母萃出物最佳，培養溫度爲24-~26℃，其培養最適 pH約5.0~-6.0之間，以5噸醱酵槽培養約需3-5天即可醱酵完成，生物質量可達2.0 %以上(Fig2.)。經減壓濃縮後冷凍乾燥，可得醱酵全液乾燥品，再經磨粉後即得蟬花菌絲體素材。

三、安全性評估試驗

天然的蟬花子實體毒性低，自中國古代以來已有食用的紀錄。上述醱酵生產的蟬花菌絲體經依衛生署公告已完成第二類安全性評估試驗。在28天餵食毒性試驗方面，以2.0g/kg 之蟬花醱酵菌絲體連續餵食大鼠28天後，經血液及各項病理切片結果顯示，均未對受試動物產生明顯之毒性影響。將蟬花發酵菌絲體添加於離乳仔豬飼料中，進行14天的急毒性及其行爲表現之評估試驗。從實驗結果得知，添加蟬花5%於離乳仔豬之飼料中，連續餵食14天後不會引發仔豬急毒性之現象，對其生長性能表現上並無促進或危害之情形。在基因毒性試驗方面，以2.0g/kg 餵食大鼠其體外染色體毒性試驗及動物體內微核試驗，在染色體異常測試試驗結果得知，蟬花醱酵菌絲體不會使受試小鼠其染色體數目改變及結構變異，也無骨髓抑制作用及對染色體損傷作用之現象，沒有致突變作用。在體外鼷鼠淋巴瘤tk分析法試驗證實蟬花醱酵菌絲體亦沒有明顯細胞毒性，亦不會造成細胞株基因突變。

四、腎損傷保護模式之評估

1.Gentamycin爲臨床上常使用之抗生素，亦早知會引起10-20%使用者腎小管壞死，導致腎衰竭，因此常被使用於探討腎衰竭之模式。文獻中常用劑量爲120 mg/kg大鼠體重，在我們預實驗中發現需160mg/kg大鼠體重才能有明顯傷害指標出現，故試驗時，試驗組先餵食蟬花一周，第二週起以160mg/kg劑量注射並同時飼以蟬花。實驗結果顯示：於誘發腎損傷前先餵食蟬花菌絲體之大鼠(如Fig3.)，經gentamycin誘發腎損傷後，發現其腎損傷程度小於未餵食蟬花或於誘發損傷後開始餵食蟬花之實驗大鼠，其血尿中的尿素氮及血清肌酸酐、微白蛋白(microalbumin) 及NAG(N-Acetyl-β-D-glucosaminidase)等指標值較不易上升。其中無論第三天或第七天發酵液凍乾品皆能有效果，其次做劑量效應分析及產品劃分分析，發現餵食量低至50 mg/kg仍有效果，而且將全液分成菌絲及濾液，發現兩部份皆有效果。

2.LPS (Lipopolysaccharide)所引起之氧化壓力來自於不正常的訊號傳遞、細胞失能、autophagy、apoptosis 及necrosis。其中與caspase有關之細胞凋亡，內質網壓力(ER stress)及與Beclin-1/ LC-3有關之autophagy 已被證實在組織傷害上扮演重要角色。試驗首先以PKI及MDCK兩種分別爲近端及遠端腎小管細胞株進行測試，發現(Fig.5)LPS對兩者之毒殺性皆可因蟬花之添加而減緩，其次在動物試驗時以蟬花菌絲體水萃物餵食以LPS (Lipopolysaccharide ; *E. coli* O127：:B8)引發腎損傷之大鼠，發現蟬花菌絲體水萃物具有減緩經LPS刺激後之大鼠腎臟細胞傷害，能有效改善大鼠之腎血流量(Renal blood flow；RBF)及腎絲球過濾率(Glomerular filtration rate；GFR)。蟬花菌絲體對遠端腎小管細胞株在毒物處理下有較佳的存活率，對Lipopolysaccharide對腎臟的毒害具有保護潛力。且對apoptosis、ER stress及autophagy三方面的傷害一均證明可以改善其個別相關指標蛋白質(Fig 6.)

3.蟬花醱酵萃出物對減緩cyclosporine傷害之研究：cyclosporine為免疫抑制劑，常用於器官移植之病人以避免排斥作用，但亦有腎毒性。以蟬花飼餵375 mg/Kg (300mg水萃物＋75 mg 酒精萃取物)連續兩週後，施以25mg/kg/day連續注射7天，於注射期間持續餵食蟬花萃出物，結果發現因cyclosporine傷害導致之creatinine 及BUN清除率下降，皆可因餵食蟬花萃出物而改善。

4.以蟬花醱酵液對以STZ(streptozotocin)誘發SD大鼠糖尿病腎臟損之保護作用之研究：連續投予餵食蟬花發酵液凍乾品500mg/Kg b.w.12週，與STZ對



Fig1. *C. cicadae* (中國浙江) 及*C. sobolifera* (台灣花蓮)

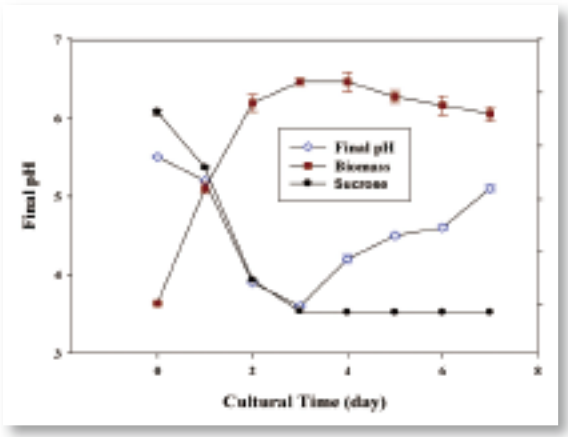


Fig 2.Changes of mycelium biomass, residual sugar concentration and pH in 5T fermentor of *C. sobolifera*.

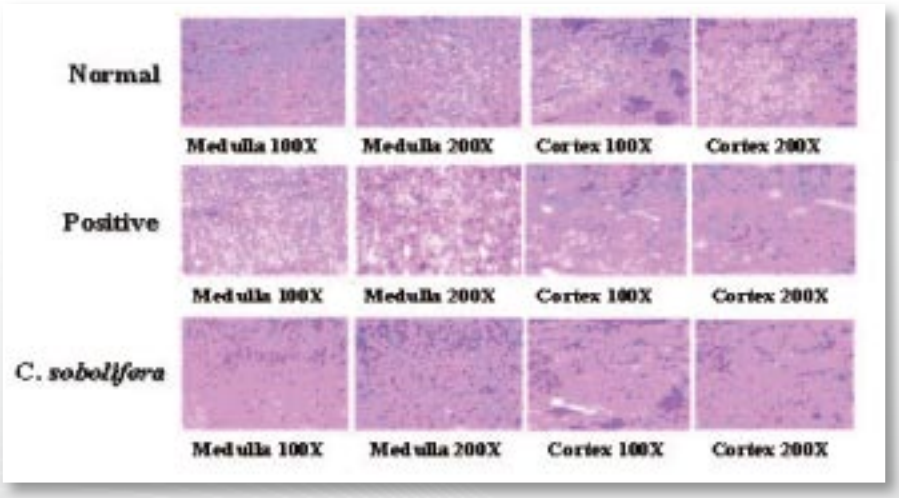


Fig.3. The section showing cortex and medulla of Kidney, H& E stain.

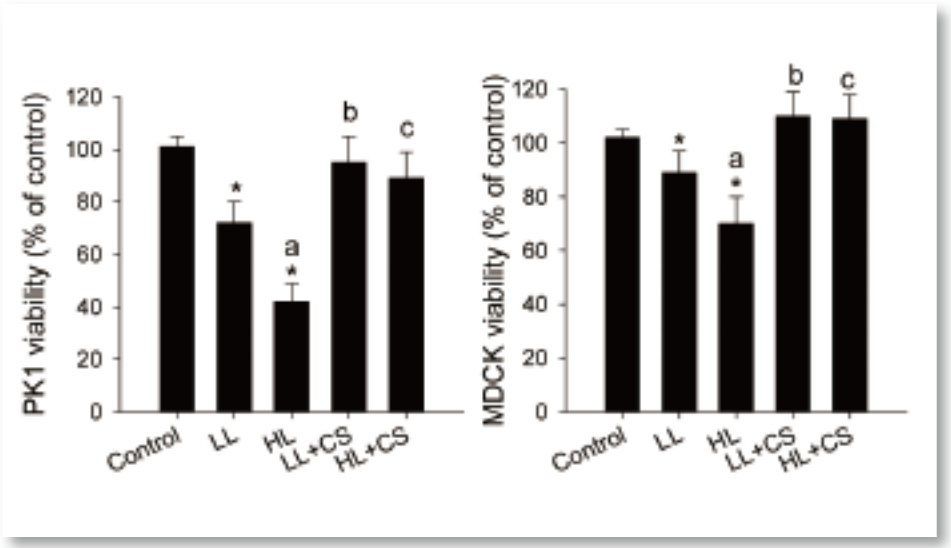


Fig. 4. The effects of Cs extract treatment on PK1 and MDCK cell viability after 24 hours of LPS injury.
LL: low dose of lipopolyasccharide (25 μg/ml); HL: high dose of lipopolysaccharide (250 μg/ml)
LL+CS: low dose of lipopolysaccharide with Cs treatment
HL+Cs: high dose of lipopolysaccharide with Cs treatment

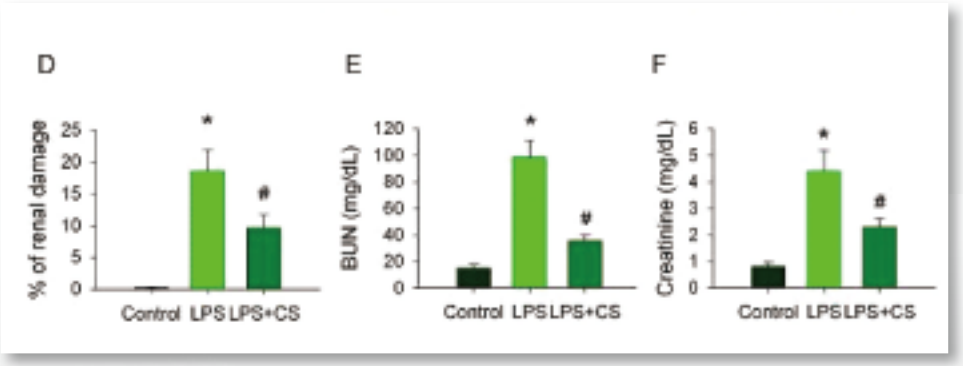


Fig 5. D: Statistical results for semiquantitive analysis of morphologic damage of three groups. Plasma blood urea nitrogen (BUN) (E) and creatinine (F) are displayed. * P<0.05 when compared to control group. # P<0.05 LPS+Cs vs. LPS group.

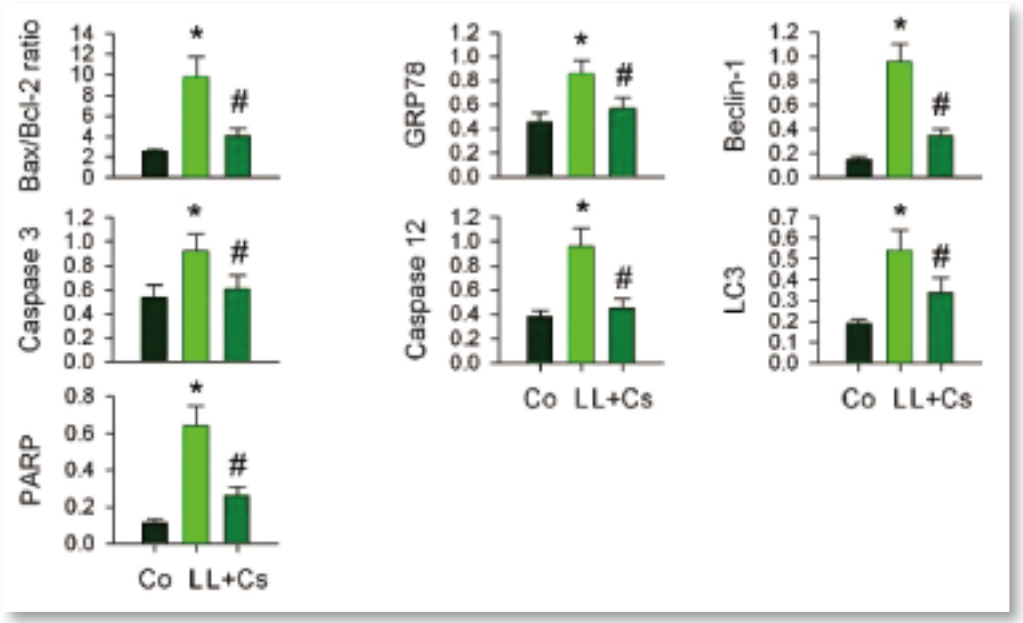


Fig 6. Comparison of apoptosis-related proteins: Bcl-2/Bax ratio, caspase 3 and PARP (A). endoplasmic reticulum stress-related proteins: GRP78 and caspase 12 (B) and autophagy-related proteins: Beclin-1 and LC3 (C) in the control (Co), LPS (L) and LPS+CS (L+C) treated groups.

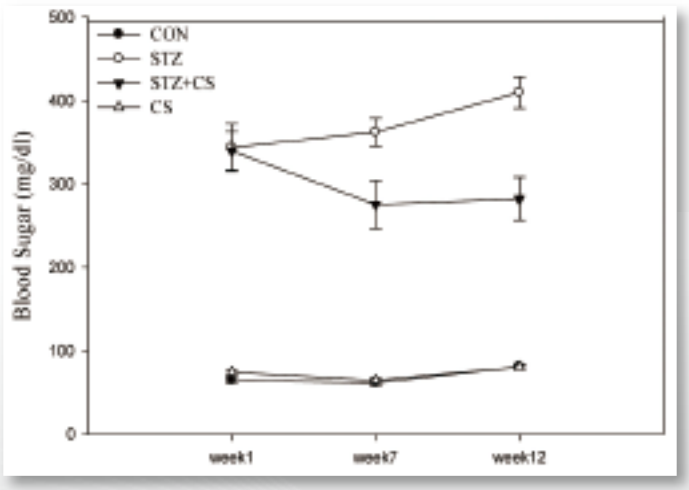


Fig 7. Blood sugar level of rats with different treatments

照組相比，投予蟬花醱酵液之腎組織中之超氧歧化攜(SOD)含量及過氧化氫攜(CAT)蛋白質表現量明顯高於STZ對照組(Fig 5.)，另發現蟬花醱酵液可以明顯的降低血糖(Fig.7)及抑制STZ引起的TGF-β (transforming growth factor-β)蛋白過度表現之現象，經結果得知蟬花菌醱酵液對於腎臟組織有保護功效及延緩傷害之功效，血中BUN 及creatinine 皆有降低，NO則有83% 之減低，IL-6、TNF-α、腎臟MDA、尿中蛋白NF-κB、7GF-β亦皆有下降趨勢，腎臟腫大情形亦獲得改善。

劉等人以天然蟬花子實體水萃濃縮液連續餵食糖尿病小鼠10天，對糖尿病小鼠和正常小鼠之空腹血糖值有顯著降低之作用，對正常小鼠投予50mg/Kg蟬花粗多醣體 6小時後，其血糖值均有顯示差異的下降。以天然蟬花子實體水萃濃縮液連續餵食糖尿病小鼠10天，對糖尿病小鼠和正常小鼠之空腹血糖值有顯著降低之作用。對正常小鼠投予50mg/Kg蟬花粗多醣體 6小時後，其血糖值均有顯示差異的下降。我們以三種劑量(50, 200, 500mg/Kg)之蟬花凍乾品連續餵食正常小鼠兩週後，於空腹時灌食葡萄糖液後，每隔30分鐘分析其血糖值變化，發現餵食組其血糖值皆低於對照組，其劑量愈高血糖值愈低。

結 論

經上述各項實驗結果證實，蟬花醱酵菌絲體可以改善間質腎小管病變，能保護腎小管，改善腎血流動力學蟬花菌在遠端細胞保護效應高，同時會有增生細胞之效果，對於阻塞性腎臟病或慢性腎衰竭之病症，可能有幫助也可能修護受傷之遠端細胞。另外對於受菌血症影響或PAN之腎傷害可能也有幫助。同時蟬花醱酵液具有緩解過高的血糖與腎損傷之指標，對於保護糖尿病腎損傷大鼠有顯著的功效。

Cordyceps sobolifera extract ameliorates nephrotoxicity-induced renal dysfunction in the rat

Chin-Chiu Chen [1,*] Chiang-Ting Chien [2]

[1]Biotechnology center, Grape King Inc., Chung-Li City, Taiwan
[2]Department of Medical research, National Taiwan University Hospital and National Taiwan University College of Medicine, Taipei, Taiwan
[*]Corresponding author: gkbioeng@grapeking.com.tw

Abstract

Cordyceps sobolifera (CS), an economic traditional Chinese herb. may ameliorate nephrotoxicity-induced renal dysfunction in the rat via antioxidant, anti-apoptosis, and anti-autophagy mechanisms. We investigated the water extract of fermented whole broth of CS on lipopolysaccharide (LPS)-induced renal cell injury in vitro and in vivo. We examined CS effect on LPS-induced epithelial Lilly pork kidney (PK1) and Madin-Darby canine kidney epithelial (MDCK) cell death with MTT assay. Two-month CS effects on renal blood flow (RBF), glomerular filtration rate (GFR), plasma blood urea nitrogen and creatinine level and leukocytes (WBC) count were determined in the LPS-treated rats. Cs treatment decrease CsA induced apoptosis through the inhibition of caspase 3 cleaved. When CsA combined with Cs, the CsA-Cs study group had higher expression anti-apoptosis protein of bcl-2 and bax in renal tissue. Our result showed that Cs could ameliorate both renal glomerular function and renal tubule function. In addition, Long-term Cs treatment reduced LPS-induced stress responses and tissue damage possibly via blocking LPS-triggered signaling pathways. We found that Cs blocked the CsA induced apoptosis through the expression of anti-apoptosis factor in renal tubule cells.

Key words: *Cordyceps sobolifera*; Reactive oxygen species; Acute renal failure; Acute renal failure; Lipopolysaccharide

Utilization of some chemical compounds for quality control of *Antrodia cinnammomea* products

Chang, Tun-Tschu[1,*]

[1] Division of Forest Protection, Taiwan Forestry Research Institute

[*]Corresponding author: ttchang@tfri.gov.tw

Abstract

Using 10 known components in *Antrodia cinnamomea* including 5 ergostanes (antcins C and K, and zhankuic acids A, B, and C), 4 lanostanes (sulphurenic acid, dehydrosulphurenic acid, eburicoic acid, and dehydroeburicoic acid), and 1 monophenyl (4,7-dimethoxy-5-methyl-1,3-benzodioxole) as standards, mycelia and basidiomes of *A. cinnamomea* was differentiated in this study. Natural basidiomes collected from wood of *Cinnamomum kanehirai* in natural forests and cultured basidiomes grown on potato dextrose agar medium contained all 10 test components. However, natural mycelia collected from the wood of *C. kanehirai* in a natural forest and liquid/solid cultured mycelia grown on potato dextrose broth/potato dextrose agar media contained the 4 lanostanes and 4,7-dimethoxy-5-methyl-1,3-benzodioxole but not the 5 ergostanes. These results indicate that the production of ergostanes is related to basidiomatal formation of *A. cinnamomea*, but is not related to the substrate on which the organism is grown.

Key words: *Antrodia cinnamomea*, fruiting body, mycelium, chemical differentiation

Introduction

Antrodia cinnamomea TT Chang & WN Chou is a resupinate to effused-reflexed basidiomycete with a porous hymenium. It is known only from Taiwan and is restricted to *Cinnamomum kanehirai* Hayata (Chang and Chou 1995, 2004). The basidiomes produced on infested wood are used as an herbal medicine in Taiwan. Owing to its host specificity and rarity in nature as well as its effectiveness in curing certain illnesses (Shen et al. 2004b), the basidiomes of the fungus are expensive. Artificial cultivation of *A. cinnamomea* basidiomes to satisfy market demand is considered the most effective solution. Chang and Wang (2005, 2008) reported that *A. cinnamomea* produced basidiomes on artificial agar media without containing substrates from wood of C. kanehirai indicating that the basidiomatal formation of *A. cinnamomea* was not related to the substrate from wood of *C. kanehirai*. In addition, Lin et al. (2006) reported that physical wounding of *A. cinnamomea* red hyphae induced basidiomatal formation on an MEA (malt-extract agar) plate.

It is said that wood components of *C. kanehirai* might be related to the bioactive components of *A. cinnamomea*. However, *C. kanehirai* is an endemic and endangered species in Taiwan. Resources of this wood are limited from natural forests; therefore, using *C. kanehirai* wood for cultivation of *A. cinnamomea* is impossible. Whether the basidiomes that are formed on media without *C. kanehirai* substrates contain the bioactive components is worth studying. Methanolic/ethanolic extracts from natural basidiomes of *A. cinnamomea* had some bioactive components such as triterpenoids, and monophenyl and biphenyl components (Chiang et al. 1995, Shen et al. 2003a, b, 2004b, 2005). In addition, 2 lanostane-type triterpenoids were identified from cultured mycelia of *A. cinnamomea* and could be involved in its anti-inflammatory actions (Shen et al. 2004a, Chen et al. 2009). We therefore compared the components from the methanolic extract of *A. cinnamomea* among natural basidiomes, cultured basidiomes, natural mycelia, and liquid/agar-cultured mycelia in this study. Based on previous studies from our team (Shen et al. 2003a, b, 2004b, 2005), 9 triterpenoids (antcins C and K, zhankuic acids A, B, and C, sulphurenic acid, dehydrosulphurenic acid, eburicoic acid, and dehydroeburicoic acid) and 1 monophenyl component (4,7-dimethoxy-5-methyl-1,3-benzodioxole) from *A. cinnamomea* were purified and

used as standards in a high-performance liquid chromatographic (HPLC) analysis to differentiate mycelia and basidiomes of *A. cinnamomea* in this study.

Materials and Methods

Fungal samples

Natural basidiomes: Three basidiomatal samples of *A. cinnamomea* were collected from the host, *C. kanehirai*, in natural forests in Hsinchu, Chiayi and Kaohsiung Counties. Natural mycelia: A mycelial mat of *A. cinnamomea* growing in decayed wood of C. kanehirai in a natural forest in Hsinchu County was collected. This mycelial mat was cultured (isolate TFRI B593) and identified by the first author. Cultured basidiomes: The methods of Chang and Wang (2005) for basidiomatal formation of *A. cinnamomea* were followed. Isolates TFRI B479 and B522 isolated from basidiomes of *A. cinnamomea* respectively collected from Kaohsiung and Taoyuan Counties were used for the basidiomatal production on potato-dextrose-agar (PDA; Bacto) medium. One block (3×3mm) of culture was placed in the center of a Petri dish containing PDA medium. Cultures were incubated at 24℃ in the dark for 4 mo for basidiomatal formation. The basidiomes produced on the PDA medium were collected as cultured basidiomes. In addition, the mycelia near by the basidiomes were also collected for an HPLC analysis. Liquid-cultured mycelia: Isolates TFRI B479 and B86 were used to produce liquid-cultured mycelia. Four blocks (3×3mm) of cultures were inoculated into each 500-ml flask containing 200 ml potato-dextrose-broth (PDB; Himadia) medium. Cultures were incubated at 24℃ in the dark for 1 mo. At the end of incubation, mycelia were rapidly rinsed with 500 ml of NaCl (250 mM) in an aspirator-suction system to remove any contamination from the culture medium. Agar-cultured mycelia: Isolates TFRI B479 and B86 were used to produce agar-cultured mycelia. One block (3×3mm) of culture was placed in the center of a Petri dish containing PDA medium. Cultures were incubated at 24℃ in the dark for 1 mo. At the end of incubation, the mycelial layer at the top of the culture was removed from the Petri dish. All test samples were dried in an oven at 50℃ until dry before being extracted with methanol.

Preparation of methanolic extracts

Test samples were dried in an oven at 50℃ for 2 d. Five grams of each dry sample was refluxed 4 times with methanol for 6 h; the extract was filtered and evaporated; and 10 mg of each dry extract was diluted with 1 ml methanol immediately before use (Shen et al. 2004b).

HPLC system

HPLC was performed on an Agilent 1100 series with DAD detection. The detection wavelength was set to 210 nm. Separation was obtained with a reversed-phase column (Cosmosil 5C18- AR-II, 250 × 4.6 mm, Kyoto, Japan) eluted at a flow rate of 1 ml min-1 with a linear solvent gradient elution of A (0.0085% H3PO4 in H_2O) and B (acetonitrite), and the column was eluted according to the following profile: 0~65 min, 30~47% B, 65~100 min, 47~47% B, 100~140 min, 47~100% B, 140~170 min, 100~100% B, 170~175 min, 100~30% B, 175~200 min, 30~30% B. The column temperature was set to 30℃. The injection volume was 20 μL. Ten known compounds (with purities of > 99% for each compound) including 5 ergostane triterpenoids (antcins C and K, and zhankuic acids A, B, and C), 4 lanostane triterpenoids (sulphurenic acid, dehydrosulphurenic acid, eburicoic acid, and dehydroeburicoic acid), and 1 monophenyl (4,7-dimethoxy-5-methyl-1,3-benzodioxole) were used as the detected components. Their retention times and patterns of detecting wavelength (210 nm) were based on our previous studies (Shen et al. 2003a, b, 2004b, 2005). Each component and its retention times (in min) in parenthesis were as follows: antcin K (23.1 and 24.3), 4,7-dimethethoxy-5-methyl-1,3-benzodioxole (35.8), antcin C (59.7 and 62.5), zhankuic acid C (62.6 and 64.0), zhankuic acid B (83.4 and 84.5), dehydrosulphurenic acid (83.5), sulphurenic acid (87.5), zhankuic acid A (93.9 and 95.0), dehydroeburicoic acid (140.1), and eburicoic acid (141.4). Because the 5 ergostane triterpenoids have 2 C-25 epimers, they presented 2 close retention times on the HPLC chromatogram.

Results

Comparison of natural and cultured basidiomes

The HPLC chromatogram of 10 standard components is presented in Fig.1. The HPLC chromatograms of 3 natural basidiomes from 3 collection sites (Hsinchu, Chiayi and Kaohsiung Counties) were similar, and consequently 1 chromatogram of a sample from Hsinchu County is presented as the standard of natural basidiomes (Fig. 2). For comparison with 10 standard compounds by HPLC, these 3 natural basidiomes contained all 10 test standard compounds. The HPLC chromatograms of 2 cultured basidiomes (isolates B479 and B522) were similar. When compared to the 10 standard compounds of natural basidiomes, these 2 cultured basidiomes also contained all 10 test compounds (Fig.3).

Comparison of natural and cultured mycelia

The HPLC chromatograms showed that the methanolic extracts of natural mycelia contained the 4 detected lanostane triterpenoids (sulphurenic acid, dehydrosulphurenic acid, eburicoic acid, and dehydroeburicoic acid) and 4,7-dimethoxy-5-methyl-1,3-benzodioxole (Fig.4). The natural mycelia did not contain the 5 detected ergostane triterpenoids (antcins C and K, zhankuic acids A, B, and C). The HPLC chromatograms of 2 liquid-cultured mycelia and agar-cultured mycelia (isolates B479 and B86) also contained the 4 lanostanes and 1 monophenyl compound as did natural mycelia (Fig.5). In addition, the mycelia near by the basidiomes from the nutrient agar medium of isolates TFRI B479 and B522 also only contained the 4 lanostanes and this monophenyl compound as did natural mycelia, but not the 5 detected ergostane triterpenoids produced by the cultured basidiomes on the same plates.

Discussion

These results indicate that production of ergostane triterpenoids such as antcins C and K, and zhankuic acids A, B and C is associated with the basidiomatal formation of *A. cinnamomea*, since both natural basidiomes grown on wood of *C. kanehirai* and cultured basidiomes produced on PDA medium contained the 5 detected ergostane triterpenoids, these were found in neither the natural nor cultured mycelia (Table 1). The 4 detected lanostane triterpenoids (sulphurenic acid, dehydrosuphurenic acid, eburicoic acid, and dehydroeburicoic acid) and 1 monophenyl (4,7-dimethoxy-5-methyl-1,3-benzodioxole) were produced by basidiomes and mycelia of *A. cinnamomea* regardless of the living substrate. Because prices of basidiomatal products of *A. cinnamomea* are much higher than those of mycelia, it is said that some manufacturers have used mycelia to substitute for basidiomes. It is almost impossible to identify whether the commercial products of *A. cinnamomea* are from mycelia or basidiomes when the products are a dry powder or capsulated/tableted. However, in this study, only the basidiomes of *A. cinnamomea* produced ergostane triterpenoids and not the mycelia, so these results can be applied to commercial quality checks of the fungal products.

In addition to *A. cinnamomea*, basidiomes of *A. salmonea*, a congeneric species of *A. cinnamomea*, also contained the 5 ergostane triterpenoids that have not been found in any other fungi (Chen et al. 1995, Shen et al. 2007). The monophenyl compound (4,7-dimethoxy-5-methyl-1,3-benzodioxole) was only found in *A. cinnamomea*, indicating that it could be as an indicator component of *A. cinnamomea*. However, the 4 lanostane triterpenoids were found in other fungi except for dehydrosulphurenic acid that was only found in *A. cinnamomea* and *A. salmomea* (Tai et al. 1993, Yoshikawa et al. 2000). But it is believed that dehydrosulphurenic acid should be present in other fungi because its main structure is the same as sulphurenic acid.

In this study, the production of the 10 detected components was not related to the wood of *C. kanehirai* because they were present in cultured mycelia and basidiomes grown on substrates that contained no wood of *C. kanehirai*. Five ergostanes (antcins C and K, and zhanknic acids A, B, and C) isolated from basidiomes exhibited anti-

inflammatory activities in isolated peripheral human neutrophils (Shen et al. 2004b). The ergostane antcin C, and 3 lanostanes (sulphurenic acid, eburicoic acid, and dehydroeburicoic acid) isolated from basidiomes of *A. cinnamomea* contributed to the immunomodulatory activity (Shen et al. 2003). The ability of cultured basidiomes and mycelia without the wood of *C. kanehirai* to produce these bioactive compounds indicates that artificial cultures of *A. cinnamomea* possess some effective compounds.

Literature cited

1. Chang, T. T., and Chou, W. N. 1995. Antrodia cinnamomea sp. nov. on *Cinnamomum kanehirai* in Taiwan. Mycol. Res. 99:756-758.
2. Chang, T. T., and Chou, W. N. 2004. *Antrodia cinnamomea* reconsidered and A. salmonea sp. nov. on *Cunninghamia konishii* in Taiwan. Bot. Bull. Acad. Sin. 45:347-352.
3. Chang, T. T., and Wang, W. R. 2005. Basidiomatal formation of *Antrodia cinnamomea* on artificial agar media. Bot. Bull. Acad. Sin. 46:151-154.
4. Chang, T. T., and Wang, W. R. 2008. The role of four essential oils on mycelial growth and basidiomatal formation of *Antrodia cinnamomea*. Taiwan J. For. Sci. 23:105-110.
5. Chen, C. H., Yang, S. W., and Shen, Y. C. 1995. New steroids from *Antrodia cinnamomea*. J. Nat. Prod. 58:1655-1661.
6. Chen, Y. J., Chou, C. J. , and Chang, T. T. 2009. Compound MMH01 possesses toxicity against human leukemia and pancreatic cancer cells. Toxicol In Vitro 23:418-424.
7. Chiang, H. C., Wu, D. P., Cherng, I. W., and Ueng, C. H. 1995. A sesquiterpene lactone, phenyl and biphenyl compounds from *Antrodia cinnamomea*. Phytochemistry 39:613-616.
8. Lin, J. Y., Wu, T. Z., and Chou, J.C. 2006. In vitro induction of fructing body in *Antrodia cinnamoea* – a medicinally important fungus. Bot. Stud. 47:267-272.

9. Shen, C. C., Kuo, Y. C., Huang, R. L., Lin, L. C., Don, M. J., Chang, T. T., and Chou, C. J. 2003a. New ergostane and lanostane from *Antrodia camphora*. J. Chin. Med. 14:247-258.

10. Shen, C. C., Wang, Y. H., Chang, T. T., Lin, L. C., Don, M. J., Hou, Y. C., Liou, K. T., Wang, W. Y., and Shen, Y. C. 2007. Anti-inflammatory ergostanes from the basidiomes of *Antrodia salmonea*. Planta Med. 73:1208-1213.

11. Shen, C. C., Yang, H. C., Huang, R. L., Chen, J. C., and Chen, C. C. 2005. Anti-HBV principle from the culture broth of *Antrodia camphorata* (strain # CCRC-35396). J. Chin. Med.16:57-61.

12. Shen, Y. C., Chen, C. F., Wang, Y. H., Chang, T. T., and Chou, C. J. 2003b. Evaluation of the immuno-modulating activity of some active principles isolated from the fruiting bodies of *Antrodia camphorate*. Chin. Pharm. J. 55:313-318.

13. Shen, Y. C., Chou, C. J., Wang, Y. H., Chen, C. F., Chou, Y. C., and Lu, M. K. 2004a. Anti-inflammatory activity of the extracts from mycelia of *Antrodia camphorata* cultured with water-soluble fractions from five different Cinnamomum species. FEMS Microbiol. Lett. 231:137-143.

14. Shen, Y. C., Wang, Y. H., Chou, Y. C., Chen, C. F., Lin, L. C., Chang, T. T., Tien, J. H., and Chou, C. J. 2004b. Evaluation of the anti-inflammatory activity of zhankuic acids isolated from the fruiting bodies of *Antrodia camphorata*. Planta Med. 70:310-314.

15. Tai, T., Akahori, A., and Shingu, T. 1993. Triterpenes of Poria cocos. Phytochemistry 32:1239-1244.

16. Yoshikawa, K., Matsumoto, K., Mine, C., Bando, S., and Arihara, S. 2000. Five lanostane triterpenoids and 3 saponins from the fruit body of *Laetiporus versisporus*. Chem. Pharm. Bull. 48:1418-21.

Table 1. Comparison of 10 chemical components between mycelia and basidiomes of *Antrodia cinnamomea*

Form of Antrodia cinnamomea	Chemical componenta									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Basidiomes from nature										
Hsinchu County	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Chiayi County	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kaohsiung County	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Basidiomes from culture										
TFRI B479	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
TFRI B522	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mycelia from nature	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Mycelia from culture										
Liquid culture TFRI B479	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
TFRI B 86	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Agar culture TFRI B 479	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
TFRI B 86	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+

[a] 1, antcin C; 2, antcin K; 3, zhankuic acid A; 4, zhankuic acid B; 5, zhankuic acid C; 6, sulphurenic acid; 7, dehydrosulphurenic acid; 8, eburicoic acid, 9, dehydroeburicoic acid; 10, 4,7-dimethoxy-5-methyl-1,3-benzodioxole.

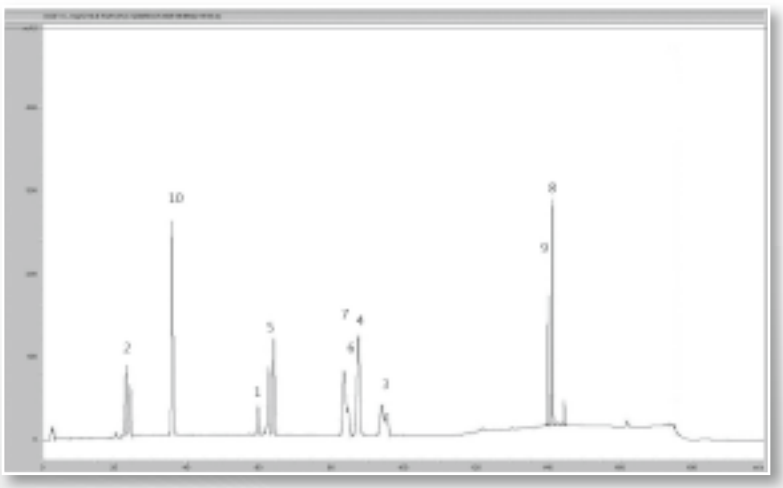


Fig. 1. HPLC chromatogram of 10 known standard components isolated and purified from Antrodia cinnamomea fruiting bodies. 1, Antcin C; 2, antcin K; 3, zhankuic acid A; 4, zhankuic acid B; 5, zhankuic acid C; 6, sulphurenic acid; 7, dehydrosulphurenic acid; 8, eburicoic acid; 9, dehydroeburicoic acid; 10, 4,7-dimethoxy-5-methyl-1,3-benzodioxiole.

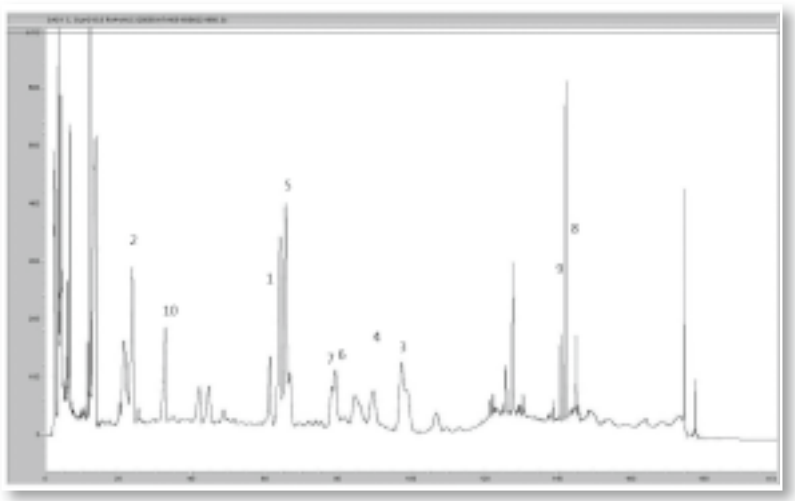


Fig. 2. HPLC chromatogram of the methanolic extract from natural fruiting bodies of *Antrodia cinnamomea*. 1, Antcin C; 2, antcin K; 3, zhankuic acid A; 4, zhankuic acid B; 5, zhankuic acid C; 6, sulphurenic acid; 7, dehydrosulphurenic acid; 8, eburicoic acid; 9, dehydroeburicoic acid; 10, 4,7-dimethoxy-5-methyl-1,3-benzodioxiole. The purity of these standards was higher than 99 %. One milligram of each standard compound was dissolved in 10 ml methanol as the injected sample. The injection volume was 20 μl.

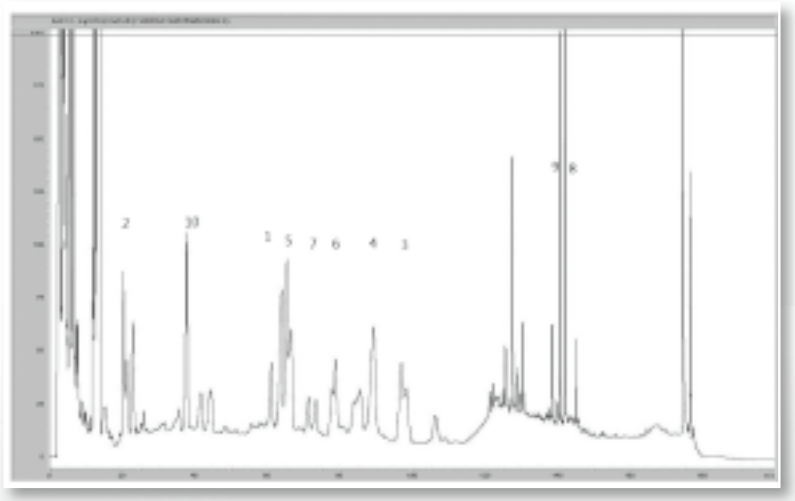


Fig. 3. HPLC chromatogram of the methanolic extract from cultured fruiting bodies of *Antrodia cinnamomea* (isolate TFRI B479). 1, Antcin C; 2, antcin K; 3, zhankuic acid A; 4, zhankuic acid B; 5, zhankuic acid C; 6, sulphurenic acid; 7, dehydrosulphurenic acid; 8, eburicoic acid; 9, dehydroeburicoic acid; 10, 4,7-dimethoxy-5-methyl-1,3-benzodioxiole.

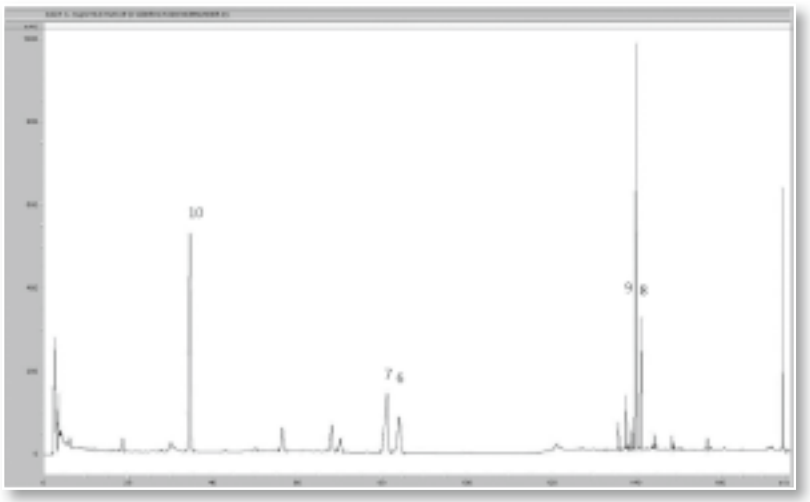


Fig. 4. HPLC chromatogram of the methanolic extract from natural mycelia of *Antrodia cinnamomea*. 6, Sulphurenic acid; 7, dehydrosulphurenic acid; 8, eburicoic acid; 9, dehydroeburicoic acid; 10, 4,7-dimethoxy-5-methyl-1,3-benzodioxole.

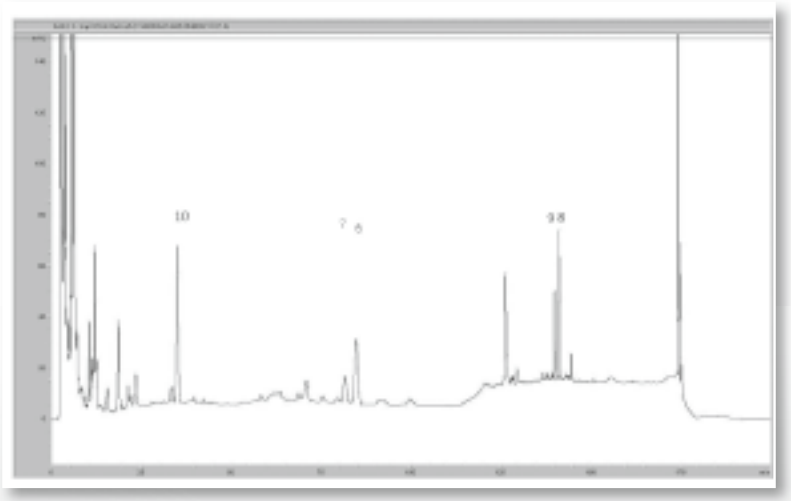


Fig. 5. HPLC chromatogram of the methanolic extract from agar-cultured mycelia of *Antrodia cinnamomea* (isolate TFRI B479). 6, Sulphurenic acid; 7, dehydrosulphurenic acid; 8, eburicoic acid; 9, dehydroeburicoic acid; 10, 4,7-dimethoxy-5-methyl-1,3-benzodioxole.

利用指標成分品管牛樟芝產品

張東柱[1,*]

[1]農委會林業試驗所森林保護組

[*]通訊作者電子信箱：ttchang@tfri.gov.tw

摘 要

牛樟芝是台灣特有保健藥用菇菌，民間傳說牛樟芝的療效均以野生菇體爲材料。但由於菇體不易採得及培養，近年來以培養菌絲體爲材料的商品也大行其道，並引用野生菇體的療效。這裡就存在一個問題，菇體與菌絲體的成份是否相同？本文則以野生菇體、野生菌絲體、人工培養菇體及人工培養菌絲體爲材料，進行成分分析，並以10種牛樟芝較特別的成份 (以三萜類爲主) 爲指標成份進行比較，其中包括五種麥角甾烷三萜類 (ergostanes: antcins C, K, zhankuic acids A, B, C)四種四種羊毛甾烷三萜類（lanostanes: sulphurenic acid, dehydrosulphurenic acid, eburicoic acid, dehydroeburicoic acid），和一種單苯基類（monophenyl: 4,7-dimethoxy-5-methyl-1,3-benzodioxole）當標準成分，比較天然牛樟芝子實體與菌絲體，和人工培養子實體與菌絲體的成分差異。採自生長牛樟木材之天然子實體興培養於馬鈴薯葡萄糖洋菜（PDA）培養基產生的子實體，均可檢測出上述十種化合物，然而，採自生長在牛樟木材之天然菌絲體與人工固態與液態培養之菌絲體只能產生上述四種羊毛甾烷三萜類和一種單酚類化合物，但不能產生五種麥角甾烷三萜類。結果顯示，麥角甾烷三萜類的產生似乎與牛樟芝子實體的形成有相關性，但與子實體生長的基質沒有關係，因爲天然子實體生長於牛樟木材，而人工培養子實體則生長於不含任何牛樟木材成分的培養基上。

關鍵詞：牛樟芝、子實體、菌絲體、化學成分差異

國家圖書館出版品預行編目資料

菇類產業發展研討會專刊/陳錦桐等編輯. --台中市霧峰區：農委會農業試驗所 2011,10 (民100.10)
面；19 × 26公分- (農業試驗所特刊；第155號)
ISBN 978-986-02-9730-0（平裝）

1.菇類 2.產業發展

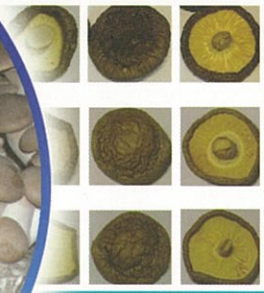
379.1 100021982

「菇類產業發展」研討會專刊

編　　輯：陳錦桐、石信德、陳繹年、安寶貞
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：農世股份有限公司
定　　價：平裝 新台幣 500 元
出版日期：中華民國一百年十月　初版
展 售 處：國家書店松江門市
104台北市松江路三段209號 TEL：02-25180207
五南文化廣場
400台中市中山路6號 TEL：04-22260330 轉27
國家網路書店：http://www.govbooks.com.tw
G P N：1010003418
I S B N：978-986-02-9730-0 (平裝)
定　　價：平裝 新台幣500元

－版權所有 翻印必究－









ISBN: 978-9860297300
50
9 789860 297300

GPN:1010003418