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)，突破了傳統窠臼，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、黃勻紋、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.

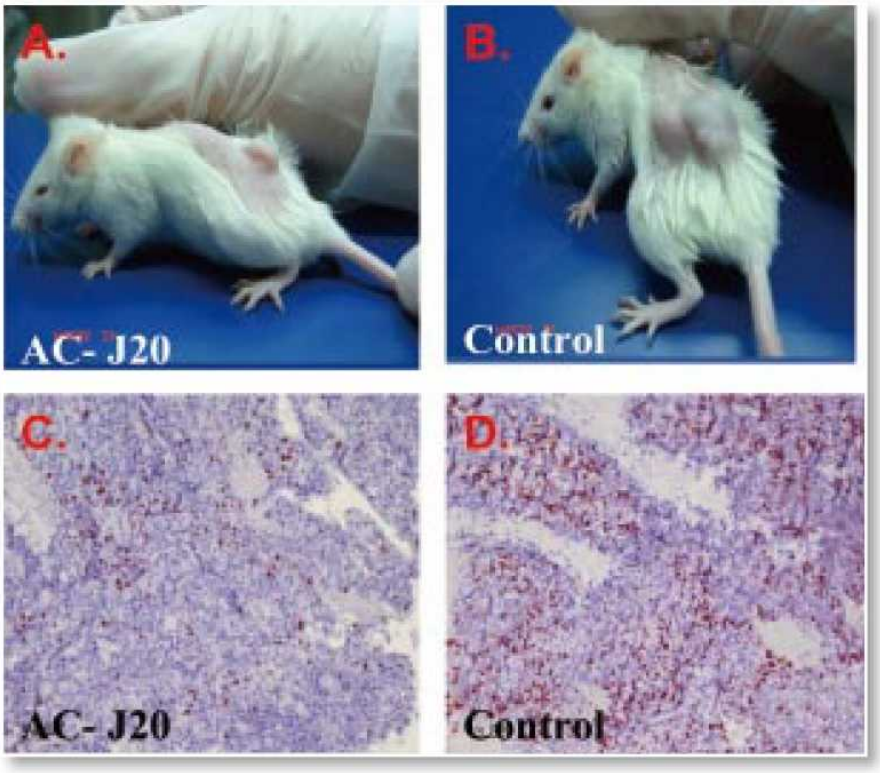
40.Song, Y. S., Kim, S. H., Sa, J. H., Jin, C., Lim, C. J., and Park, E. H. 2003. Anti-angiogenic, antioxidant and xanthine oxidase inhibition activities of the mushroom *Phellinus linteus*. J. Ethnopharmacol. 88:113-116.

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.



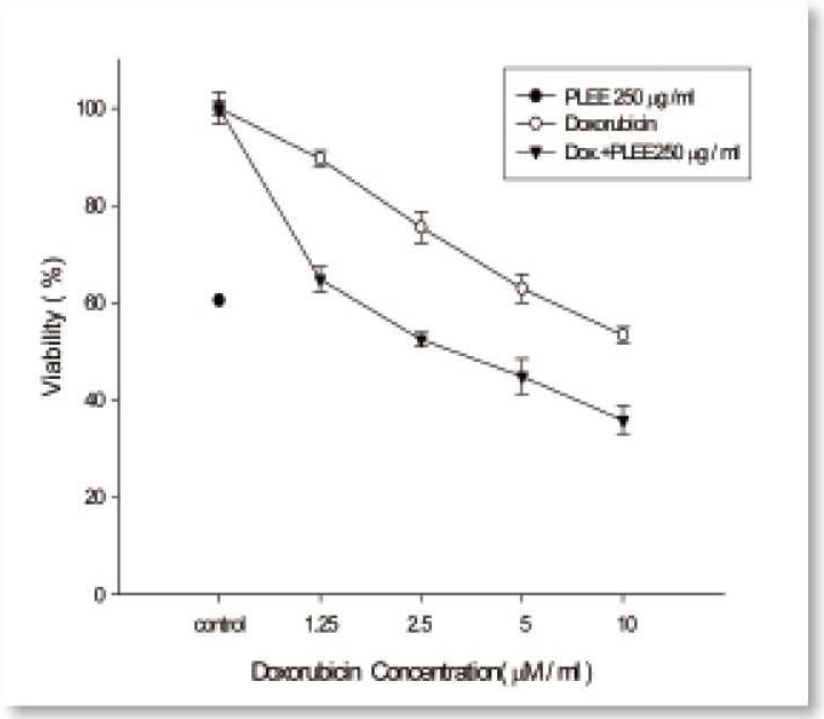
圖一、樟芝菌種培養在中藥草(AC-J20)萃取物進行老鼠試驗，誘發長出人類肝腫瘤(HepG2)後，每二天灌食200 mg，經14天後，腫瘤有明顯萎縮， 經以免疫切片染色，證明係激發老鼠自體免疫反應達到抑制腫瘤增生效果。(林雅慧, 2008)



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。(蔡珮瀅, 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