國際食用菌研究趨勢

古德業、李金龍、諶靜吾　行政院農業委員會

杜金池、彭金騰　臺灣省農業試驗所

何銘樞　臺灣省農會

前　言

第十二屆國際食菌科學會議，於民國七十六年九月二十至二十六日，在西德 Braunschweig 舉行，作者們接受行政院農業委員會或臺灣區洋菇蘆筍試驗研究審議小組補助前往與會。該屆會議出席之國家地區共三十五個，參加人數達五百人左右。發表之專題及研究論文達一六五篇，根據這次會議世界各國學者專家所發表之重要研究成果及近年所收集之食用菌研究資訊，本文就國際食用菌的研究趨勢或重點方向，提出簡要報告。由於食用菌種類繁多，而研究主題極爲廣泛，遺漏之處在所難免，茲就下列各方面的研究，分別扼要說明：1. 品系之選育、保存及菌種製造；2. 栽培材料及栽培基質之調製；3. 栽培管理技術；4. 產品收獲後之處理；5. 病蟲害之防治；6. 菌根食用菌；7. 組成分及特殊成分之醫學效果；8. 栽培廢棄物之再利用等。

一、品系之選育、保存及菌種製作方法

㈠品系之選育：

1. 目標：目前食用菌品系之選育，大致朝以下目標進行

(1)提高品質：每種食用菌要求之品質不同，通常爲外觀，包括大小、形狀、顏色，及菇體結實度，耐儲藏運輸及販售壽命 (Shelf Life) 等。

(2)提高生物轉化率：提高對栽培基質分解利用之能力及出菇潛力，以提高食用菌之產量。

(3)提高加工步留：減少食用菌菇體在製罐過程中之水分損失或減少食用菌在菇體成長過程中之菇體含水量，以提高加工步留。

(4)便於機械採收：選育出菇整齊，菌柄較長但菌傘形態正常之品系，例如荷蘭 Horst 洋菇試驗站育成一、二週期菇適於機械採收的 U1 及 U3 品系。

(5)擴大對栽培環境條件之適應性：如溫帶地區希望把本爲高溫生長之食用菌，育成適宜低溫生長之新品系，而熱帶或亞熱帶地區希望把本爲低溫生長之食用菌，育成適於高溫生長，其目的在於減少栽培過程中，因加溫或降溫所導致之能源消耗，及供應價格較高的非季節性產品，以提高收益。例如法國 INRA 的 G. Valjalo 與 J. Labarere (1987) 兩氏育成適宜 15°C 生長的高溫菇品種。

(6)增加對農藥之抵抗性：栽培食用菌難免要使用農藥，多數農藥對食用菌之菌絲生長及出菇均有影響，選育抗農藥强之菌株，可減少此影響。

(7)減少對人類不良之影響及對環境之衝擊：有些食用菌產生之孢子極多，不但

使採收者容易產生呼吸道之毛病（過敏），有些食用菌爲弱寄生菌，對植物或作物也會造成不利之影響，選育沒有孢子或孢子少之新品種是研究之重點方向，這方面已有成功例子，例如德國 G. Egar育成無孢子的蠔菇品系。

(8)提高抗蟲抗病性：臺灣的高温菇品系，很少受瘿蠅危害，外國的高温菇品系對洋菇病毒免疫，有些洋菇菌株對褐斑病或褐痘病也有抗病性之報告，如何利用育種及原生質之分離融合再生或遺傳工程技術，育成抗蟲抗病品種是研究重點方向。

2. 方法：爲了選育優良食用菌新品系，除採用傳統的方法，如選種、突變及育種法之外，目前已朝着原生質之分離、融合及再生技術之研究方向進行，在許多菇類如木耳、蠔菇方面已有成功的例子，這種技術可從種內或種間之雜交，增加遺傳性狀變異之機會。此外利用遺傳工程技術改良食用菌之品種，迄今雖尚未有成功之例子，但國際上對此技術之開發研究，已在積極地進行。

㈡食用菌的長期保存：食用菌一般甚少產生厚膜孢子或可抗冷凍脫水之無性孢子，爲了維持食用菌遺傳穩定性，目前液氮保存是最安全而可靠之方法，但需要昂貴之設備。如何增加既有設備之容量或節省程式控制降温設備之使用及抗凍劑之選擇是研究之重點，如英國 J. T. Elliot 發現麥管裝小米菌種可節省空間，增加液氮儲桶之容量，而德國 Hoffmann 利用−70°C 冷凍櫃，可免除昂貴之程式控制降温設備之使用。

㈢食用菌菌種之製造：菌種製作時，爲提高接種速度與接種成功率，縮短菌種培養時間，以降低菌種製作成本，以液體菌種爲原種製作菌種，可以達到上述之目的。如何製作便於接種及接種後生長快之液體菌種爲研究之重點方向，中國大陸楊慶堯已成功地研究出顆粒極小之液體菌種，利用於洋菇菌種之製作，可節省 3～5 倍之時間。

二、栽培材料與栽培基質之調製

㈠基本材料與基質之調製：食用菌之栽培是以生產動植物所產生之木質纖維素之殘餘物爲基本材料，例如動物廐肥、麥稈、稻草、玉米穗軸、棉花莖部、木屑、香蕉假莖、廢棉、可可殼、咖啡豆渣、甘蔗髓等。這些基本材料，經塡加適量之有機或無機化合物後，可調製成適於某些菇類之栽培，調製方法之研究朝着以下方向進行。

1. 最佳材料配方之設計。
2. 調製過程中，環境條件因子，如二氧化碳濃度、温度、新鮮空氣量、空氣相對濕度、空氣流動速度與分佈之控制與栽培基質品質之關係的研究。
3. 調製過程中，環境條件因子之電腦自動化控制的研究，其目的在於節省人力與基質品質之控制。
4. 洋菇堆肥戶內堆積發酵之研究：洋菇堆肥之製造，可分爲戶外堆積與戶內之後醱酵兩階段，戶外堆積有臭味與噪音之產生，菇場常遭鄰居之抗議，並要求搬遷，因而在法國、美國、英國及荷蘭均積極研究將戶外堆積移入室內進行，目前已有相當好的研究成果，所製作之堆肥的產量比美傳統方法製作之堆肥。
5. 設計製作一種栽培基質適合多種菇類之生產，節省設備之投資，並達到產品多

元化目的。

6. 調製過程中，如何加適量低毒性之殺蟲或殺菌劑於培養基質，以達到病蟲害防治效果，減少雜菌污染，提高基質製作成功率。
7. 以草桿，如稻草、麥桿，爲基本材料，調製木材腐朽菌類食用菌之栽培基質之研究。
8. 栽培基質之調製方法及其物理化學性質與所生產之食用菌品質、產量及病蟲害發生關係之研究。
9. 參與栽培基質調製過程中之微生物相之研究，目的在於選育作用效率高的有益微生物，經大量繁殖後，以製作更佳的栽培基質。

㈡栽培相關材料之研究

1. 洋菇覆土新材料之開發：水苔泥炭雖爲洋菇覆土的理想材料，但是不產水苔泥炭之洋菇生產地區或國家，其價格至爲昂貴，爲節省成本或爲提高洋菇產量乃研究開發其代替品。例如以色列的 Levanon 等人以牛糞尿及屠宰場牛瘤胃內合物，於沼氣發酵槽發酵後之分解污泥的固體部份，經水冲洗除去鹽類後，發現可做爲覆土材料比美水苔泥炭，其物理性質體積重量、孔隙構造及吸水力均類似於水苔泥炭。從化學性質觀點，這種分解的污泥具有較高的酸鹼值與含氮量，且對雜菌有抑制作用。證據顯示以此污泥做爲覆土材料，可爲洋菇菌絲之營養。義大利的 Tomati 等氏認爲蚯蚓糞可做爲覆土代替物，它具有中性及經數次灑水仍能保存其孔隙構造之特性，又含有生長調節因子，可刺激提昇出菇，增加菇體之蛋白質含量。
2. 營養添加物：栽培基質調製後，於下種前、下種後覆土前或栽培中，添加各種營養物，可提高產量，目前的研究朝以下方向進行。
   (1)添加物之種類對栽培基質之溫度上昇，病蟲害之發生，菇體品質及產量影響之研究。
   (2)添加物之緩效處理，期能減少溫度上昇作用，並延長採收時間。
   (3)添加物之添加技術，包括添加之時間、量及方法。

三、栽培管理技術

食用菌之種類很多，每種各有其獨特之栽培管理技術，最重要的是如何得到能够維持最佳品質之最大產量，世界各國有關栽培管理技術之研究，大致朝着下列幾個重點與方向。

㈠各種食用菌品系之出菇、產量及菇體品質與其他微生物及環境條件，如培養基質與空氣之溫度、光線的質與量、二氧化碳之濃度、新鮮空氣量、空氣相對濕度及空氣流動速度間之關係的研究，藉以瞭解各品系出菇及獲得高品質高產量的最有利環境條件，進而設計獲得這些條件之控制方法。

㈡栽培環境空氣條件之電腦自動化控制系統之建立，其目的在於節省能源消耗，維持產量之穩定性。

㈢食用菌菌種走菌至出菇週期出現期間，栽培基質，菌絲及子實體內各種化學成分及酵素活性變化之研究，藉以探求控制出菇之方法，包括改變環境條件或遺傳組成，育成提高利用培養基質能力之新品系。

㈣減少能源消耗之菇作管理與環境控制技術之研究。其目的在於不影響菇作之品質與產量之下，昇高或降低栽培環境之溫度或二氧化碳濃度之操作，以期節省因昇溫或降溫及調節二氧化碳濃度所需之能源消耗。

四、產品收獲後之處理

許多食用菌產品採收後，通常因爲其自身水解酵素之活動，有害微生物之感染或機械性的擦傷而容易變色變質而喪失去商品價值，因此採收後應在一定時間內予以妥善處理，以減緩品質下降速度，延長販賣壽命，有關食用菌收獲後之處理，以下爲研究的重點與方向。

㈠產品收獲後，不同溫度處理，對所含酵素之活性及某些成分變化影響之研究，藉以瞭解影響菇體品質之酵素或做爲品質之指標，最後希望能利用遺傳方法改變此酵素之活性或產生，以提高品質。

㈡鮮菇收獲後，儲藏運輸販賣期間，病蟲害發生之調查。

㈢鮮菇降溫儲藏方法對鮮菇品質及濕重損失之影響。

㈣包裝材料及包裝容器之設計，對鮮菇冷藏時之降溫及鮮重損失影響之研究。

㈤產品乾燥或冷凍方法之研究。

㈥不同加工處理方法，對食用菌組成分含量之關係。

㈦產品加工步留與栽培基質添加物，栽培期間之環境因子、覆土性質及產品收獲後之特殊處理間關係之研究。

㈧產品伽馬射線處理之研究，伽馬射線處理洋菇具有以下之優點①延長販賣壽命②減少鮮重損失③延遲開傘時期，如保存於 15°C 可維持 8 天不開傘。

五、病蟲害之防治：菇類栽培時，難免會發生病蟲害，任何一種新菇類，剛栽培不久時，病蟲害發生甚少，但是經年累月栽培後，病蟲害常會慢慢滋生繁衍，而開始危害菇作，相同病害，各種菇類間也會相互感染，一種害蟲也會危害多數菇類。有關病蟲害之研究重點方面如下：

㈠病害方面：

1. 新病害及未明病因病害之研究，藉以瞭解病原及病害發生生態，做爲防治之根據。
2. 病原鑑定技術之開發，其目的在於迅速診斷病害發生之病原，以便防治。
3. 病原致病機制之研究，瞭解病原致病機制，也便於病害防治，也有利於菇類抗病遺傳育種技術之開發。
4. 病原菌抗藥性之調查研究，以做爲防治及開發新防治藥品之參考。
5. 栽培基質之製作，環境條件因子及栽培管理技術與病害發生之關係。
6. 防治方法之研究：包括抗病育種，改變栽培環境條件，病原媒介防治，新化學藥劑之開發，生物防治之研究等。

㈡蟲害方面

1. 新蟲害發生調查之研究。
2. 防治方法之研究。

(1)藥劑防治法

i. 各種昆蟲生長調節殺蟲劑之開發及施用方法之研究，其目的在於開發低毒

性無藥害之農藥及其正確之施用方法。

ii. 害蟲抗藥性之調查研究，其目的在於監視農藥之有效性。

(2)生物防治法

i. 利用線蟲防治害蟲之研究，目前已發現有些 Rhabditids 線蟲能殺死蠅類之幼蟲，*Stinenema feltiae* 可減少蚤蠅幼蟲蟲口，施於覆土可減少瘿蠅蟲口，但對黑翅菌蠅效果很低。而 *Heterorhabditis heliothidis* 施於覆土可減少蚤蠅之發生80～90%，瘿蠅之發生31～53%（7天後）或74～83%（28天後）及黑翅菌蠅83%左右。

ii. 以細菌防治菇蚋之研究，目前已發現以 *Bacillus thuringiensis* var *Israelensis* 之水懸浮液施於洋菇堆肥可殺死99.5%之菇蚋成蟲。

iii. 以眞菌防治菇蚋之研究，如美國 D. A. BeHerly 發現以 *Erynia montana* (Thaxter) Rem & Henn (Zygomycetes, Entomophorales) 之孢子懸浮液灑於菇蚋幼蟲（*Lycoriella mali*）在理想條件下，可達84—95%之致死率，對成蟲之感染率則比較低。

六、菌根食用菌

菌根食用菌須與植物共生，因爲無法完全人工栽培大量生產，許多均具强烈風味，稀少而名貴，這些菌類如松茸（*Tricholoma matsutake*），各種塊菇（如*Tuber magnatum*, *T. melanosporum*, *T. aestivum*, *T. mesentericum*），*Cantharellus cibarius*, *Boletus granulatus* 及 *Lactarius deliciosus* 等。其中部份如 *B. granulatus* 及 *L. deliciosus* 可半人工栽培，即以人工接種於適當之共生植物，經妥善的環境控制，可出菇生產，以下是世界各國對菌根食用菌之研究重點與方向。

(一)營養菌絲生長之環境條件因子之探討。

(二)有利於出菇之氣候條件及促進出菇方法之研究。

(三)出菇與共生植物間之關係。

(四)人工接種技術之研究。

(五)不同菌根食用菌品系對環境壓力之反應的研究。

七、食用菌之組成分及特殊成分之醫學效果

人工栽培的食用菌，1984年全世界之生產量約爲 140 萬公噸，栽培之食用菌種類及生產量，仍不斷增加中，這些食用菌的營養價值及對人類及動物身體之醫學上的作用或影響，一直是許多營養及生化學家與醫學研究人員關心之課題，以下是他們的研究主題。

(一)食用菌之組成分及營養價值，成份之種類含量及消化性是研究重點。

(二)栽培與野生食用菌組成分之差異比較。

(三)組成分與栽培材料及栽培管理技術之關係。

(四)食用菌香味成分之分離、純化、定性之研究。

(五)食用菌重金屬含量及其與栽培材料或發生地之關係。

(六)菇體特殊成分對動物或人體醫學上之影響之研究。例如 *Coprinus comatus* 可降血糖，*Pleurotus sajor-caju* 可降血壓，*Auricularia polytricha* 可抗菌，*Agaricus blazei* 之 mannan, Basidiomycete 之 polysaccharide 32, *Volvariella*

volvacea 之 polysaccharide，及香菇之 glucan 均具有抗腫瘤作用，香菇之雙鏈 RNA 可抗濾過性病毒，香菇之 polysaccharides 可增加身體免疫活性，洋菇 Lectin 內之 phytohaemagglutinin 的 β-fraction 可促進胰島素之形成，蠔菇、鳳尾菇之孢子可使人類產生過敏性反應，洋菇之 agaritine 以 *Salmonella mandi*…microsome assey 可測到誘變活性，*Gyromita esculenta* 之 pentanal methylformyl-hydrazone 有致癌性，而香菇之酒精不溶部份 LHP-1 具有抗致癌性。

八、栽培廢棄物之再利用

爲了降低食用菌栽培成本，並減少對環境之污染，食用菌栽培後之廢棄基質或相關材料之再利用的研究，一直受重視，且已開發出多種用途。例如洋菇廢堆肥，經風化處理可做爲覆土材料，草菇的稻草廢堆肥，可栽培蠔菇，洋菇廢堆肥，經適當處理，可栽培高溫菇，蠔菇類之廢棄栽培基質，可開發爲家畜飼料，各種食用菌廢棄基質，可開發爲園藝作物之有機肥料，也有供抽取酵素或特殊成分者。