

實用園藝技術叢書

草菇及其栽培

THE CHINESE MUSHROOM
(VOLVARIELLA VOLVACEA)
AND ITS CULTIVATION



張樹庭 游中驥 編著

BY SHU-TING CHANG AND CHUNG-KEI YAU

香港藝美圖書公司出版

實用園藝技術叢書

草菇及其栽培

張樹庭 游中驥 編著

香港 荊美圖書公司 出版

實用園藝技術叢書
草 菇 及 其 栽 培

編 著 者 張 樹 庭 游 中 驥

出 版 兼
發 行 者 藝 美 圖 書 公 司

香港灣仔天樂里七號地下

電 話 : 5 - 7 5 0 2 4 0
 5 - 7 4 5 6 5 0

電 報 掛 號 : "YIMIBOCO"

承 印 者 光 藝 印 刷 有 限 公 司

香港英皇道六五七號

東 祥 大 廈 四 樓 C 座

一 九 七 八 年 五 月 再 版

定 價 港 幣 六 元 正

版 權 所 有 · 翻 印 必 究

(圖 書 目 錄 函 索 即 免 費 寄 奉)

出版說明

園藝作物種類繁多，有蔬菜（包括食用菇類）、果樹和花卉等等。蔬菜和果品是我們重要的植物性副食品，日常生活的必需品，與人類有很密切關係，經濟價值高，所以從事園藝工作是大有發展前途的。

《實用園藝技術叢書》是為經營農場的園藝工作者的需求而出版的，各書都是著者多年來從事園藝技術研究的心得，並輔以海內外有關科技文獻資料而編寫成的。其內容着重於介紹常見的園藝作物的形態和品種、培育要素、栽培技術、繁殖和管理方法、病蟲害的防治，以及有關的最新科學研究成果等等。所介紹的栽培方法多種而實用，對家庭式或莊園式的生產種植都是適宜。在文字方面，力求簡明扼要、深入淺出，並附有必要的圖表，以幫助理解和應用。

由於園藝作物生產的地區性和季節性很強，加上園藝工作所涉及的因素多、發展快，因而讀者在參考本叢書的栽培方法和科學研究數據時，應該因時、因地制宜，靈活掌握運用，不要拘守不變。

相信本叢書能對園藝工作者在實際生產工作中有所幫助，但限於我們的水平和經驗，不足之處難免，希望各位先進和讀者不吝指正。

序 言 (Preface)

草菇 (*Volvariella volvacea*) 的英文名字常用者有三種：“Straw mushroom”, “Padi straw mushroom”, 及 “Paddy straw mushroom”。日文稱爲“Fukurotake”; 泰文爲“Hed Fang”; 菲律賓因地方的方言而異，如在 Tagalog 區稱 “Cabuti”，而在 Bicol 區稱爲“Tobo”，與及在 Pampango 區稱 “Payang-payang”。

草菇在中國栽培最初開始於粵省，繼而傳播於華南諸省。而在東南亞各國所栽培草菇的技術及菌種也是由華僑所引進。在日本雖然有草菇的栽培，但多輸出到香港及其他有華僑居住的國家 (Gruen, 1964)。

根據我們的考證；草菇的人工培養是由中國人所發明的，到目前爲止，草菇的栽培及銷售仍以中國人爲主。因此我們最近曾建議將草菇的英文名字由 “Straw mushroom” 改爲 “The chinese mushroom”；但中文名字仍沿用草菇。因爲歐美出產的洋菇 (*Agaricus bisporus*) 原栽於馬糞及稻草的堆肥中，但其英文名字並沒有被稱作 “Manure mushroom”；日本所出產的冬菇 (*Leninus edodes*) 是生於木材上，但其英文名字很少叫做 “Wooden mushroom”，反而有些書上稱它爲日本菇 (Japanese mushroom)。

草菇在中國華南諸省及東南亞各國當作高級蔬菜食用；正如歐美各國食用洋菇一樣，但是草菇在學術上的地位及在經濟上的價值却遠遜於洋菇。誠如 **Singer** 氏在 1961 年著書時說：「草菇的發育，細胞及生理特性，知者甚少；至於遺傳學及種系發生學的報告尚未見及。」就算是有關草菇栽培方面的文獻也祇是寥寥可數；我們有見於此，毅然自 1962 年開始進行一系列的試驗，經過十年來不斷的在栽培、生理、細胞、遺傳及發生學，以及電子顯微鏡切片（其論著未包括在本書內）各方面的研究；前後總共有廿三篇論文分別在香港、日本、美國、法國、瑞典、英國……等地的科學雜誌上發表；因此引起了廿五個國家的現代生物學者，及職業菇農對草菇的注意。希望今後有更多的學者對草菇的研究感到興趣，這也是本書編寫目的之一。正如英國菇業生產協會秘書 **Mr. W. R. Alderton** 於去年四月間來信有云：「我一點也不懷疑，在今後數年間東南亞各國會對食用菇類發生濃厚的興趣，特別是草菇在不久之將來不但在東南亞，就是其他地區，很可能有大量的推廣與研究，而且事實的進展會超過我的預測！」

本書內容以著者等多年來的研究成果為骨幹，並輔以國內外有關草菇的文獻資料編寫而成，可作大專院校有關科目及實際生產者之參考。

著者謹識於香港中文大學生物系

1973年暮春

目 錄

序 言 (Preface)

第一章 概 論 (Introduction)	1
第一節 栽培沿革	1
第二節 經濟價值	4
第二章 生物學上的特徵 (Biological nature)	8
第一節 分類學上的位置	8
第二節 形態與發育	11
第三節 細胞學的特徵	20
第四節 遺傳及育種	22
第五節 環境因素對草菇發育的影响	31
第三章 菌種的製備 (Preparation of spawn)	36
第一節 傳統方法的介紹	36
第二節 純粹菌種的製造	37
第三節 外國菌種製法	51
第四章 栽培技術 (Cultivation techniques)	54
第一節 華南地區傳統方式的栽培概況	54
第二節 香港地區的栽培法	56
第三節 南洋地區栽培概況	68
第四節 室內栽培	71
第五節 病蟲害	83
參考文獻 (References)	85

第一章 概論 (Introduction)

第一節 栽培沿革

人類自古以來即從田野間採摘菇類作為食物，在古希臘羅馬時代，政府曾有章則規定所販賣之菇類必須是從牧場及林地中採得；並釐定了分級標準。而在公元前三百年左右，中國人民已經知道菇類的食用價值，從禮記內則記燕中——「食所加庶，羞有芝栢」；及呂氏春秋中——「味之美者，越駱之菌」。兩書的記載裏我們就知道古代人民很早就領略到菇類是一種珍饈美味。

根據 Botticher 氏 (1950) 報告，在現時已知道的一百多萬種菇類中，甘美可口的約有五十種，普通可作食用的亦有五十種；無毒但不好吃的又有五十種。在這一百種可食菇類中，除去一半是從野外中採摘得到外，大約有一半是可以用人工栽培。而在人工可以栽培的菇類中，只有極少數的幾種是商業性栽培及可以大量生產出售的如表 I—1 所示：

表 I — 1 商業性栽培的食用菇類

學 名	英 名	中 名	主要栽培地區
<i>Agaricus bisporous</i>	White mushroom	洋菇, 白菌	歐美, 中國, 日本 朝鮮, 紐, 澳
<i>Lentinus edodes</i>	Shiitake or Forest mushroom	香菇, 冬菇	中國及日本
<i>Auricularia auricula</i>	Jew's ear	木耳	中國及日本
<i>Volvariella volvacea</i>	Straw mushroom or Chinese mushroom	草菇	中國及東南亞 各國
<i>Collybia velutipes</i>	Velvet-Footed Collybia	構菌	中國及日本
<i>Tremella tasiformis</i>	Jelly fungi	銀耳	中國

若再將人工栽培的菇類按其生長的氣候條件來分類，又可分為低溫性，中溫性及高溫性三類，前者的例子如香菇，其次是洋菇，而後者則以草菇為代表。但是那些最美味可口的菇類仍然是非人工所能栽培的，它們只能在一年當中很短的期間才能被發現及採摘到；同時它們的生長完全靠自然環境的好壞而定，例如產自中國內蒙古一帶草原地區的口蘑 (*Tricholoma gambosum*)，及華北林區的羊肚菌 (*Morchella esculenta*)，華南地區的雞縱 (*Collybia albuminosa*)；還有世界馳名的牛肝菌 (*Boletus pallidus*) 也都是非人工所能栽培得到的。

草菇本身是一種原產於熱帶及亞熱帶高溫多雨地區的腐生真菌。喜長於富含纖維質的農產殘餘物上諸如稻草、香蕉葉、甘蔗渣、玉米稈及廢棉等；尤以稻草使用最為普遍，故名之曰草菇。其盛產於中國華南諸省，而以廣東最負盛名；故此外國人有將草菇稱之為廣東菇或中國菇。

關於草菇的栽培起源，史籍記載並不詳盡；不獨有名的古籍如本草綱目，植物名實圖考，齊民要術等書中都沒有草菇或類似的性狀描述；甚至連陳仁玉的菌譜及潘之恒的廣菌譜都缺如。祇有在地方志中的廣東英德縣續志（1930）卷16，物產畧中的菜類篇有如下的記載：「稗菇又名草菇，稻草腐蒸所生，或間用茅草亦生。光緒初溪頭鄉人始仿曲江南華製法；秋初於田中築畦，四周開溝蓄水，其中用牛糞或豆麵撒入，以稻草踏勻，捲為小束，堆置畦上，五六層作一字形，上蓋稻草，旁亦以稻草圍護免侵風雨，且易發蒸，半月後生出蓓蕾如珠，即須採取；剖開烘乾。若過時不採則開如傘形，俗名老菇婆，其價頓貶。每年草菇登場，人輒往各村收買，販運往韶州，烏石或運往省地售之。」又查曲江縣志（光緒元年出版）卷12，第196頁土產篇有云：「貢菇產南華寺，國朝歲貢四箱。」

由草菇仿曲江南華製法及貢菇產南華寺兩段文字的記載來看，我們可以肯定所謂光緒年間的南華貢菇就是現今所稱的草菇。

上述曲江縣志是張希京修，歐陽越纂，光緒元年刊，共五冊；其修纂年代當在同治末年，可知在同治年間南華菇已成為清室貢品。一種特產變成貢品非歷經很久時間不可。而再查閱廣東通志（清阮元修、陳昌齊、列彬華纂；道光二年初刊，同治年間重刊。）之土產篇已有南華菇之記錄：「南華菇，南人謂菌為蕈，豫章嶺南又謂之菇；產於曹溪南華寺者名南華菇，亦家蕈也，其味不下於北地蘑菇。」

但再查閱古今圖書集成（1726年）草木典所有菌類之記載都沒有草菇，稗菇或貢菇的描述。因此，我們可以作以下的一個假定：草菇很可能是南華寺的僧侶們開始將野生的草菇變為人工栽培。因為僧侶們吃素食，而菇類為他們所喜愛的一種作料，同時一般僧侶多偏居郊野山間，交通不便；其所需蔬菜多自耕自養。草菇由野生採摘變成人工栽培係始於南華寺僧侶的可能性甚大。南華寺在中國佛教寺廟中雖不算是大寺，但也算是一個名寺，因惠能和尚是在南

華寺正式升座爲佛家六祖；而六祖又是禪宗南派之始祖。故自唐朝以來，南華寺即成爲佛教聖地之一。但草菇栽培究竟始於何時？尚未能查出；由以上的史籍記載得知當在十八世紀以前，距今已有兩百多年的歷史。

1934年 Baker 氏述及馬來亞已有華人栽培草菇，並指出菌種是由中國引入。其後於 1936 年菲人 Bememerito 及 Espino 兩人同時到廣州考察草菇的栽培情形。而泰人 Jalaricharana 氏（1950）亦證明在泰國栽培的草菇菌種及技術是由華僑所傳進；故此草菇最早栽培於中國是毫無疑問的了。

第二節 經濟價值

草菇長久以來即成爲佳餚美菜，尤以在粵菜及齋菜中成爲不可或缺的菜式。不獨新鮮草菇可作食用，而且還可以製成草菇乾以作長期貯運之需。乾製之後香味更濃，用作煮湯，其味甚美；昔日用之作貢品，其緣在此。現今製罐業發達，更可將鮮草菇色香保存，以備隨時開罐食用，更爲方便快捷了。

草菇除了味道滋美之外，它的營養成分，藥用效果，以及生產利益等都有它特出的價值；茲分述如下：

1. 營養價值

根據化學分析結果，草菇含有 2.68% 的蛋白質，2.24% 的脂肪，0.91% 灰分，2.6% 醣類。在每百克鮮重中含有 206.27 mg 的維生素丙。再將灰分進一步分析，發現它含有氧化鈣(CaO)：0.75%；五氧化二磷(P_2O_5)：30.62%；氧化鉀(K_2O)：44.20%，其他成分佔 24.43%。

Genders 氏(1969)把洋菇與其他十三種食物作比較(表 I—2)，認爲洋菇是很有營養價值的一種食物。而我們若將草菇與洋菇的營養成分作比較時則發現草菇更比洋菇優勝，除了粗蛋白質畧多之外，乙醚抽出物多三倍，灰分多約二倍，而水分却比洋菇少；詳情

如表 I — 3 所示。

表 I — 2 洋菇與其他十三種食物之營養價值比較

種類	廢物	蛋白質	碳水化合物	熱能價值
洋菇	0	3.5	6.0	210
萍果	25	0.3	10.8	220
番茄	2	1.0	4.0	115
香蕉	35	0.8	14.3	300
牛肉	10	19.2	—	670
白菜	15	1.4	4.8	125
胡蘿蔔	20	1.0	7.4	160
鷄隻	40	12.6	—	300
魚類	50	9.2	—	380
葡萄	25	1.0	14.4	335
洋葱	10	1.4	8.9	205
橘子	27	0.6	8.5	170
猪肉	25	15.0	—	900
馬鈴薯	5	1.8	14.7	302

表 I — 3 草菇與洋菇的營養成分比較

種類	粗蛋白質	乙醚抽出物	粗纖維	灰分	醣	水分
草菇	4.99	0.74	1.38	1.46	1.44	88.4
洋菇	4.88	0.20	0.38	0.82	1.11	89.7

2. 藥用價值

在傳統上一般人認為夏天食用草菇對健康有益(Gruen, 1964), 亦有人認為對降低血壓有功效, [啓真道博士(Dr. L. G. Kilborn)告知]。日人認為菇類中含有抗癌物質; 美國洋菇新聞雜誌(Mushroom news 1969)引述日本科學家 Goro chihara 氏以食菌中抽出的多醣類接種到患有癌病之動物體中, 在處理後一段時間內使到症狀消失。而 Genders (1969)認為菇類含有 Folic acid, 對所有貧血病都有治療效果。雖然草菇仍未有臨床方面的事實證明, 但它含有豐富的維生素丙, 對壞血病當然有治療作用; 而早在 1961 年 Orillo 及 Carangal 兩人用濾紙色層分析法研究草菇所含有的氮素組成, 發現草菇竟然含有下列各種氨基酸: 天門冬酸(Aspartic)、絲氨酸(Serine)、麩氨酸(Glutamic)、組織氨酸(Histidine)、銀氨酸(Arginine)、缬氨酸(Vlaine)、白氨酸(Leucine)、苯丙氨酸(Phenylalanine)、丙氨酸(Alanine)、蘇氨酸(Threonine)、酪氨酸(Typosine)、甘氨酸(Glycine)、離氨酸(Lysine)、半胱氨酸(Cyteine)、麩氨酰胺(Glutamine)、天門冬醯氨(Asparagine)、甲硫氨酸(Methionine)、異白氨酸(Isoleucine)。

由此可見草菇確有其一定的醫療價值, 尤其是在食療作用上更有其顯著的存在價值。

3. 生產價值

在所有農作物乃至食用菇類中, 從下種到收穫所需的時間, 草菇算是最短期的了; 高等植物的作物不用說, 單就最普通的食菌來看; 香菇就要 6—14 個月, 銀耳 3 個月, 木耳及洋菇同樣需要一個多月, 但是草菇祇需半個月就可收成。假如在室內栽培的話, 還可以提早到 11 天就可以採收, 每期所需時間也不會超過一個月。在時間及器材使用效率來說都是相當的經濟。而在另一方面來看, 栽培草菇的材料都是農產品廢物, 栽培完畢後的廢棄材料又可用作洋菇堆肥之用(Gruen, 1964 及我們研究所得的資料)。最後剩餘床土還

可以作為有機肥料，可說是物盡其用。草菇既可以用床式栽培，對土地利用有多倍效率，而其產值又比其他農產品高昂，故此在經濟觀點來看，草菇栽培不失為一種值得推廣的事業。

第二章 生物學特徵 (Biological nature)

第一節 分類學上之位置

在植物分類學上，草菇屬於担子菌綱 (Basidiomycetes)、同担子亞綱 (Homobasidiomycetes)、傘菌目 (Agaricales)、鵝膏菌科 (Amanitaceae)、草菇屬 (*Volvariella*) 中的草菇種 *Volvacea*)；其正確的學名應為 *Volvariella volvacea* (Bull, ex Fr.) Sing. 此外，草菇的學名尚有好幾個異名；如 *Agaricus volvacea* Bull (1785)；*Amanita virgata* Prs. (1801)；*Volvaria volvacea* Quel (1886)；*Volvaria virgata* Quel (1873)；*Volvariopsis volvacea* Murr (1917)。

關於草菇的屬名問題，爭論不一；有些學者將草菇歸入 *Volvaria* 屬，但據 Singer 氏 (1961) 研究結果、認為 *Volvaria* 屬名只是 *Volvariella* speng 屬名之一個異名；此屬尚有以下五個異名：*Volvarius* Rouss (1806)；*Agaricus trib. volvaria* Fr. (1821)；*Volvaria* Quel (1872)；*Pseudofarinaceus* Batt (1809)；*Volvariopsis* Murr (1911)。而在一般論述草菇的舊著作中，都把草菇屬名寫成 *Volvaria*，但是 *Volvaria* 早已成為地衣中的一個屬名。故此，後來學者一致同意採用 *Volvariella* 作為草菇的屬名。

至於草菇的科名問題亦有人把它歸入傘菌科 (Agaricaceae)，

但根據草菇的形態，與傘菌科中的菇類有很多差異的地方；例如草菇有菌腳包（*Volva*）而無菌環（*Annulus*），以及菌褶（*Lamellae*）粉紅色等都是很顯著的不同。在鵝膏科中雖然有很多種類是含有劇毒，但該等毒菌的菌褶是白色及具有菌環等特徵都可以與草菇作為區別。

在草菇屬中雖然廣泛地分佈於全世界，而且超過百種的亞種及變種已被發現（*Shaffer, 1957*），然而無毒可食的祇有下列數種：

- 一、*Volvariella volvacea* (Bull, ex. Fr)Sing。
- 二、*V. volvacea*(Bull, ex. Fr.) Sing var. *masseei* Sing。
- 三、*V. vovacea* (Bull, ex. Fr.) Sing var. *heimii* Sing。
- 四、*V. esculenta*(Mass)Sing = *V. bresadolae* Sacc and Trott.
- 五、*V. diplasia* (Berk, et. Curt) Sing。
- 六、*V. bombycima* (Schaeff) Quel。

上述六種草菇屬的菇類中祇有最後一種是生長在腐木上，到現在尚未有人工栽培外，其他五種都廣泛地栽培於熱帶及亞熱帶地區，而以第一種最普遍。除了木生的草菇其菇體外披銀絲狀絨毛最易區別外，其他五個栽培種及變種都很難靠外表形態加以區別。一般學者以菇體大小及其色澤作為分類上的根據，但在長久栽培觀察中發現環境因素往往會影響菇體的大小及色澤；而且每次栽培所呈現的顏色並非絕對相同。著者曾經發現在同一環境及同一菌種下竟然會出現灰黑色及灰白色兩類子實體，而將後者的組織作成菌種再栽培於同一環境時又沒有上述情形發生！至於菇體大小更受培養材料之多寡及種類所左右。這些在在都足以造成草菇品種混淆不清的原因；再加以一般學者對草菇都是沒有很深切的瞭解，故此發生很多同物異名，乃致於互相矛盾的見解，茲將各學者的論點臚列如下：

1. Reynolds氏(1966, 1967)認為第二種與第四種是異名，第一種與第二種又十分相似。並列舉首三種草菇孢子大小顏色及隔胞大

小等差異如表II—1 所示:

表II—1 草菇及其變種的差異比較

品 種	孢子大小(μ)及顏色	隔胞大小(μ)
<i>V. volvacea</i> (Bull, ex. Fr.) Sing.	6.8~8.3×4.3~5.9 銹棕色	13.4~16.4×49.4~78.5
Var. <i>masseei</i> .	6.5~8.5×4~5.7 粉紅色	59.5~99.9×16.6~76.6
Var. <i>heimii</i>	9~13×4.8~6.2 橙紅色	42~56×17~30

2. Singer 氏 (1961) 認為第一種與第五種是在菲律賓栽培; 但 Go 氏 (1959) 却認為菲律賓所栽培的草菇祇有 *V. bresadolae* 及 *V. volvacea* (Bulliard) Quelet 兩種。Go 氏並將兩者加以外型區別, 認為 *V. bresadolae* 的菌傘表面有栗色纖維狀條紋; 而 *V. volvacea* (Bulliard) Quelet 則是灰白色帶有灰黑色條紋, 傘邊緣突起, 而前者却没有這個特徵。

3. Jalaricharana 氏 (1950) 認為泰國所栽培的草菇品種是 *V. esculenta*, 並指出與廣州地區所栽培的相同。但是另一學者 Reynolds 氏 (1966) 却認為在泰國所栽培的品種是上述第一種 — *V. volvacea* (Bull, ex. Fr.) Sing.

4. 日人橋岡良夫 (1962) 到泰國考察當地草菇栽培回來寫成報告, 認為該地栽培品種是 *V. volvacea* (Bull, ex. Fr.) Sing, 至於另外兩種如 *V. esculenta* Bres 及 *V. volvacea* (Bull) Quelet, 都是它的異名而矣!

綜合以上各學者的論點, 我們可以知道一般人士對草菇的栽培品種仍然是在各據己見, 莫衷一是的階段。很可能是由於各地栽培環境之不同, 因而引致形態上的差異。若能收集到各地栽培品種一一加以細胞分類學及電泳技術 (Electrophoresis) 的測定, 則草菇