



菇·類·發·展

◎農試所／黃榮揚·呂昀陞·李瑋崧·石信德

草菇栽培模式介紹

前言～草菇及其親屬

要談草菇栽培，除了介紹品種差異外，尚須對草菇的生活史、養分利用特性、環境因子特性等，有全面的瞭解後才能理解栽培模式差異之成因，並進一步追求栽培技術的提升。首先是品種介紹：草菇 (Paddy straw mushroom, Straw mushroom)，又名貢菇、南華菇、廣東菇。學名為 *Volvariella volvacea* (Bull, ex. Fr.) Sing.，為草菇屬 (*Volvariella*) 一員，本屬中包含亞種與變種共有超過百種菇類，但據載無毒可食者除了草菇以外只有下列數種：*V. volvacea* (Bull, ex. Fr.) Sing var. *volvacea*、*V. volvacea* (Bull, ex. Fr.) Sing var. *heimii* Sing.、*V. esculenta* (Mass)

Sing = *V. bresadolae* Sacc and Trott.、*V. diplasia* (Berk, et. Curt) Sing、*V. bombycina* (Schaeff) Quel.，上述菇類以第一種分布最廣泛，並與後續四種廣泛栽培於半腐熟農業廢棄物上，只有最後一種 *V. bombycina* 生長在腐木上，且尚未有人工栽培紀錄。因草菇屬喜熱，故於亞熱帶與熱帶地區外皆難以發現這六種食用菌，並主要種植於亞洲地區，外觀上除 *V. bombycina* 表生銀色絨毛易於區分外，其餘五種皆難以從外表形態區分。外觀上的相似除造成草菇品種不易釐清外，亦影響新品種培育。

草菇生活史

草菇生活史可依形態大小分為不同生育階段，目前

市售規格為卵形期，形狀呈長卵狀，大小 4 公分、寬度 2~3 公分，品種與管理方式會影響菇體形狀，儘管開傘不會影響草菇美味，但因消費者習慣，無論菇體形狀為何，一旦草菇開傘進入成熟期與伸長期後商品價值就會急速下降。草菇子實體 (菇體) 的發育可以分為六個階段：針頭期 (Pinhead)、小鈕扣期 (Tiny button)、鈕扣期 (Button)、卵形期 (Egg)、伸長期 (Elongation)、成熟期 (Mature)。

草菇的一生從擔孢子發芽產生單核菌絲開始，到菌絲互相融合，產生聯結作用 (Anastomosis) 後，形成多核菌絲。當菌絲發育完全且遇到逆境時會產生深棕色的圓形厚膜孢子，厚膜孢子為無性孢子的一種，因細胞



↑圖1. 市面上的草菇販售規格，從左上的鈕扣後期到右下的伸長前期

草菇養分利用與環境需求

草菇由下種到形成小菇蕾，因品種、環境與養分差異，時間可從 5~15 天不等，而從菇蕾形成到菇體成熟，若養分、環境皆合適，只需 3~5 天即可完成，但假若環境不適，特別是床溫過低時，菇體會停止生長，並可維持相當長的一段靜止時間，直到床溫回升後再繼續生長。草菇栽培所用資材多為半腐或新鮮的農業或工業廢棄物，前者如稻草稈、香蕉莖、玉米軸等，後者則是目前最主流的材料—紡織後廢棄棉絮或棉渣，因草菇比起香菇等木腐菌，其體內之多酚氧化酵素含量較低，故無法分解木質素分解後的多酚化物，故栽培介質多為纖維素豐富之材料，其中棉絮、棉渣因保水力強，又不像稻草稈表面有蠟質干擾水分吸附，且發酵熱維持時間比起稻草稈更長，本身又富含氮、磷、鉀等微量元素，是目前臺灣和中國大陸最常用的草菇栽培材料。

壁較厚之故，且富含醣類等養分，可以抵抗外在環境影響，維持孢子活性，厚膜孢子不是由菌絲直接產生，而是出現在側生菌絲末段後再膨大，成熟後會脫離菌絲體，單一厚膜孢子製成之菌種可以產生正常的菇體。菌絲成熟後先形成白色菌絲束，之後發育膨脹成為原基體，菌絲束先形成短片狀菌絲，再癒合集結成團形成菇體胚體，繼續發育進入針頭期。菇體內組織分化程度為區別針頭期、小鈕扣期、鈕扣期之關鍵，針頭期菇內沒有明顯菇傘、菇柄、菇苞差異，上述構造此時皆呈深色組織。小鈕扣期時菇內已可見菌傘雛形，鈕扣期時菇內已完成菇傘、菇柄、菇苞分化，但菇柄比例所占最大。卵形期時菇體外觀呈長橢圓狀、菇柄占比已下降，但仍與菇苞基部緊密相連，伸長期時菇柄持續發育伸長，導致菇傘突破菇苞。成熟期菇體之菇傘張開可達 8~15 公分，根據擔孢子成熟程度，菇褶顏色由白色轉肉色再轉粉紅色，當擔孢子全部噴射後菇褶顏色變成咖啡色，菇傘表面呈濕潤狀，開始下垂，最後萎凋、腐爛。

異，上述構造此時皆呈深色組織。小鈕扣期時菇內已可見菌傘雛形，鈕扣期時菇內已完成菇傘、菇柄、菇苞分化，但菇柄比例所占最大。卵形期時菇體外觀呈長橢圓狀、菇柄占比已下降，但仍與菇苞基部緊密相連，伸長期時菇柄持續發育伸長，導致菇傘突破菇苞。成熟期菇體之菇傘張開可達 8~15 公分，根據擔孢子成熟程度，菇褶顏色由白色轉肉色再轉粉紅色，當擔孢子全部噴射後菇褶顏色變成咖啡色，菇傘表面呈濕潤狀，開始下垂，最後萎凋、腐爛。

栽培環境的控制因子包含溫度、相對濕度、光照、二氧化碳濃度等。因草菇喜高溫多濕，故溫度與濕度是栽培上最重要之控制條件，但根據品種不同，上述數值皆有變化區間，溫度上最適合孢子發芽的溫度為 40°C，低於 25°C 或高於 45°C 皆不會發芽；最適合菌絲生長溫度為攝氏 32~35°C，生長最低溫為 20°C，當溫度低至 10°C 時，菌絲停止生長呈休眠狀態，5°C 以下低溫會造成菌絲死亡；菇體發育最適溫度為攝氏 28~32°C，生長溫度保持 35°C 以上之草菇，菇體

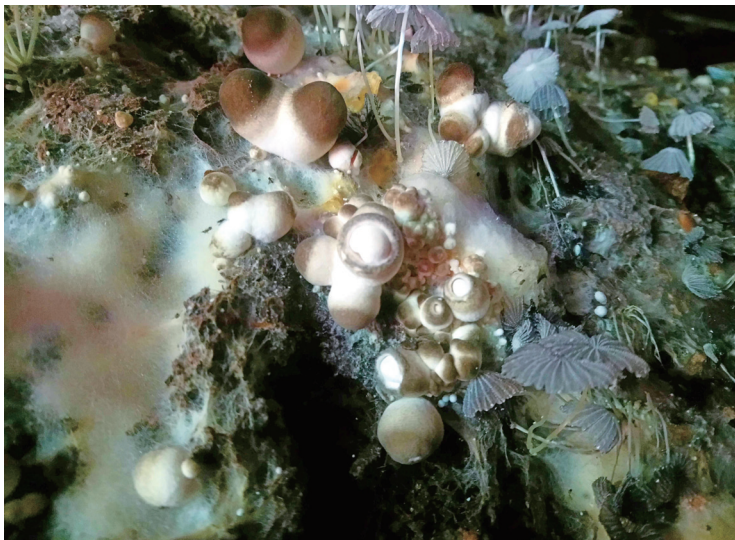
薄且輕，容易早熟與開傘，在管理時必須特別注意。

濕度方面，水分與菇體生長和刺激出菇有直接關聯，但會干擾菇體或菌絲的呼吸作用草菇最適合生長的菇床含水量在 75%，低於 70% 易有木黴菌汙染問題且菇體不易出菇、高於 90% 則因菌絲缺氧、生長不佳而易有雜菌汙染情況，空氣中相對濕度在 85~95% 之間，超過 96% 菇體容易腐爛，菇床表面容易雜生汙染、低於 80% 則菇體生長遲緩、菇體缺少光澤，且不易出菇，在鈕扣期後如遇風速過強加上空氣

相對濕度過低，會造成菇體頂端破孔，儘管此現象在濕度調整後可以癒合，但仍影響草菇生長與商品價值。

光線主要發揮刺激草菇出菇的作用，並會影響菇體顏色。光照強烈時菇體顏色深黑發亮，光照不足時菇體灰黑黯淡，最適草菇出菇之光線強度為 50 燭光 12 小時，100 燭光刺激出菇效果不如 50 燭光強度，光強度也會干擾草菇質地，光線充足時菇體結實飽滿、光不足時菇體則組織鬆軟。但光線不會影響孢子發芽或菌絲生長。

空氣管理部分，菌絲生長會有強烈呼吸作用以產生足夠能量供菌絲生長，所以接種後走菌期每日需少量通氣，保證菌絲有足夠氧氣利用，並將空氣溫度保持在最適合菌絲生長的攝氏 32~34°C，此時管理重點在於保持菇床表面微氣候相對濕度，濕度過低會大幅減少出菇量，但適度間歇降低相對濕度可以誘使菌絲深入菇床。菇體出現後，因菇體呼吸作用加劇，以提供足夠能



↑圖2. 栽培環境濕度過低時會出現之草菇頂端破孔現象

量供菇體發育，所以需要較多之空氣提供足夠之氧氣，若通氣不足、二氧化碳累積過高會抑制菇體生長，此外通氣時須注意空氣流動速度，過快會造成菇床表面過乾，降低菇床表面溫度。菇床表面若有菇蕾時，補水後須短暫加強通風，以吹乾菇體表面水膜，除避免菇體受病原菌感染，也可避免菇體因水膜阻擋氧氣交換造成缺氧死亡。草菇生產模式可分為室外栽培與室內栽培兩種系統，中國大陸、香港與本國等都以室內栽培為主，而室外栽培則主要以泰國等地較常見，以下便分別舉本國與泰國之生產模式為例進行介紹。

本國現行栽培法

本國草菇栽培早期為室外生產，但近年已全面改為室內生產，設施為傳統型非環控式洋菇栽培溫室，因本國位處亞熱帶與熱帶地區，偶遇嚴冬，故配合鍋爐蒸氣升溫，可於冬季寒流時維持草菇菇舍的周年生產。國內種植資材主要為稻草或廢棉，部分業者會加入化學肥料、米糠或粉頭等含氮輔料來增加養分。早期廢棉與稻草預濕由人工進行混拌，耗時一天，但近期導入機械化後可將預濕時間縮短為一小時，種植資材經過預濕、混拌輔料、發酵後即可移上菇床進行蒸氣巴氏滅菌

(Pasteurization)。滅菌完成後降溫，待菇床表面長出白色的放線菌時將草菇菌種撒布在菇床完成接種，走菌後5~7天觀察菌絲密度與生長情況，菌種周圍會先出現白色放射狀菌絲並互相癒合，待菌絲走滿菇床，降溫與澆水可以提供草菇生長逆境刺激出菇，刺激後1~2天可觀察到針頭期菇蕾出現，菇蕾生長過程中需提供照明，亮度約人臉可視，澆水後5天即可於早晨時採收卵形期草菇，若採收時期過晚導致菇體開傘，會影響菇體商品價值，自第一潮菇採收後，保溫回菌並靜待下次澆水刺激第二潮菇出菇，菇床可以採收20天，國內目前菇舍



↑圖3. 本國草菇栽培用廢棉浸水，可用人工或機械操作



↑圖4. 本國草菇接種情形，採表面灑布法



圖說：

5. 草菇走菌完成後，刺激出菇一天後的菇床生長情況，可見針頭期菇體
 6. 草菇第一潮菇情況

種植坪約 50 坪/棟菇舍，單次產量根據業者操作差異，可由 200 公斤~1200 公斤/棟。菇體採收後因草菇有低溫自溶現象，故不可將草菇置於 4°C 以下冰庫中，以免影響菇型與保鮮期，應置於 10°C 左右，並維持通風、避免光照，以增儲架壽命。菇床栽培後可將廢棄介質進行堆積、發酵，後續加工製成栽培土供其他作物生產，達成農業的永續經營與資源循環。

泰國栽培法

泰國的食用菇類以草菇為最大宗，到二〇〇九年止可

年產 50 萬公噸，而其他菇類如香菇、木耳、蠔菇等之總和才 20 萬公噸。一九三〇年代在泰國中部便有種植草菇的紀錄，種植技術據信來自中國，但早期管理較為粗放，直到一九四六年才由卡恩教授建立泰國的蓮子殼馬糞菌種系統，該系統利用泰國盛產的蓮子殼混合馬糞發酵後，再進行滅菌，與其他國家的草菇菌種製程差異甚大，並推廣以腐爛稻草室外栽培草菇的技術。泰國氣候可分為三季，包含熱季(三至五月)、雨季(六至十月)與涼季(十一至翌年二月)。熱季溫度約在 30°C，適合草菇生

長，而乾季則較為冷涼，特別是在泰北的丘陵地區降溫更為明顯，故泰中、泰南可以進行周年生產，種植季節以熱季與雨季為主，乾季為收集種植之稻草稈。因種植資材以稻草為主，儘管栽培時間隨地區而異，但集中在稻米收割後數月內，最常見手法是在原本水田位置上進行灌溉種植，也有利用雨季降雨自然保濕者，除稻草稈外，泰國亦有使用乾燥布袋蓮、香蕉莖葉、玉米穗軸、綠豆糠、橡膠紙漿作為栽培介質的農友，栽培用輔料上有：雞糞、豬糞、牛糞、木棉絮或棉花絮，使用上

為以體積比 1：1 混合濕稻草。

種植地點主要位於住家周圍的稻米收割後水田，栽培前 3~4 天先於菇場預定地區曬土以減少土中可能之雜菌與病原族群，先將栽培用輔料沿長 80~120 公分，下寬 40 公分、上寬 35 公分，高 30 公分的木框周圍鋪深 1 公分、寬 6~8 公分的輔料，在輔料再放上 1/3 包的菌種，之後蓋上 1/3 總量的栽培介質，壓實之後重複三次，完成一床草菇的菇床，每床間隔 12~16 公分，在七公尺的菇場預定地區中會有 10 床菇床。在這 10 床菇床周圍均勻撒上一包草菇菌種與栽培輔料後灑水並蓋上雙層塑膠膜保溫、保濕，塑膠膜上蓋有乾稻稈或椰葉、香蕉葉等避免陽光直曬菇床造成局部高溫與抑制菌絲生長。保濕後四天打開菇床評估草稈濕度，隨機取 1~2 根稻稈扭轉，若 2~4 滴水緩慢流出則表示菇床含水量正確，若過濕則在早晨或傍晚打開塑膠膜 5~15 分鐘通風，過乾則

補水。接種後 5~8 天即可在菇床表面發現白色菌絲與小菇蕾，接種後 9~11 天即可進行第一次採收，第一潮菇採收期約 2~4 天，採收後補水與養分(含氮之肥料)並繼續保濕保溫 2~7 天後即有第二潮菇可以採收。種植後廢棄菇床會直接與土壤混拌做為下一季作物之肥料。

結語

草菇本身腐生能力不差，能利用多種農、工業廢棄資材作為養分，一期稻採收後的廢棄稻稈經過堆積、加水後甚至會自然產生草菇，加上生長迅速、一次生產周期

約一個半月，相當適合商業生產。但高溫高濕的環境、日漸高昂的人工成本導致國內勞工不耐此業，加之採後菇體仍持續快速生長，鮮菇無法和其他農產品一起存於低溫冰庫，須各別以 10℃ 冰庫保存始可稍微存放、貨價期短，除缺工這個草菇主要的生產限制條件，鮮草菇的運銷也和其他蔬菜格格不入，目前國內僅剩臺中、南投、臺南等地有草菇零星生產。如果傳統市場中有看到販賣新鮮草菇的攤販，何妨購買一些這在中國封建時代曾經被作為貢品上繳北京但日漸消失的「貢菇」之美味呢？

參考文獻

- 何銘樞。2017。農業培養工業時代：尖兵洋菇的故事。臺中，何銘樞出版。215 頁。
- 張樹庭。1975。草菇。臺北，五洲出版社。190 頁。
- 游中驥、張樹庭。1982。草菇栽培法。臺北，五洲出版社。88 頁。
- 廖志仁。1988。平菇、滑菇、草菇栽培法。臺北，五洲出版社。330 頁。
- 樊誠哲，楊明曾。1986。木耳、銀耳、草菇。臺北，五洲出版社。247 頁。

