

菇類栽培環保新資材— 竹屑利用

農試所植病組 陳錦桐 石信德

一、前言

炎炎夏日，讓人不禁想到溪頭森林山區遊憩消暑，而竹林婆娑的風姿與清涼更是令人印象深刻，竹類為家喻戶曉之植物，尤其在台灣之能見度而言，從平地至高山地帶，不論是人類活動的區域或者是原野地區，隨處皆可見，就早期而言，從竹筷、竹屋、竹筏、家庭各類用具、樂器（笛子、簫）、農漁業用具等等，凡是民生食、衣、住、行、育、樂有關者，莫不以竹為材料。此外，竹子優美形態深入人心，自古以來文人墨客無不好竹，竹子與人類生活緊密相連，在文化上亦是，不論是最常聽到的歲寒三友「松、竹、梅」及四君子雅稱之「梅、蘭、竹、菊」等，或是大詩人蘇軾所吟「可使食無肉，不可居無竹。無肉令人瘦，無竹令人俗」，亦或是中國唐朝白居易所言「水能性淡為我友，竹解心虛是

我師」。每年端午節最常見的粽子，即是用竹葉包裹著米飯與菜料，代代傳承，令人懷念的竹葉香味的粽子，這一切無不代表人們與竹的豐富感情，融入我們的生活中，可見竹類與大眾的生活及文化息息相關。

近年來菇類產業隨著養生保健風氣盛行，國人對於菇類的需求有明顯的向上攀升，依據農糧署最新統計資料，我國生鮮菇產量約14萬公噸，產值約88億元，顯示菇類產業這些年來蓬勃發展，是國內極為重要的產業之一；若以台灣菇類的栽培數量而計，其中太空包栽培的香菇，一年約有1億6,000萬包，杏鮑菇一年約有6千萬包，秀珍菇一年約有3,500萬包，木耳一年約有3,000萬包，而以塑膠瓶栽培金針菇約有1億7,000萬瓶/年，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。森林樹木是非常的重要，有如地球的肺一樣，不僅有淨化空氣能力，具調節大氣功能，涵養水分、降低溫室效應與維護生態環境平衡，對於利用大量砍伐樹木來進行菇類栽培生產必須有所修正，否則森林逐漸消失，極端氣候的

作者：陳錦桐助理研究員
連絡電話：04-23317530

頻現，生態系統嚴重破壞將造成更大的浩劫。因應此一問題除了減緩樹木砍伐的速度外，尋求替代木屑栽培菇類的材料也是世界各國許多的菇類研究重要方向。

二、台灣竹業的現況

台灣竹林面積152,300 公頃，佔全島林地面積之7.2%。主要竹種有桂竹(*Phyllostachys makinoi*) (圖一)、孟宗竹(*Phyllostachys pubescens*)、蔴竹、長

枝竹、綠竹(*Bambusa atrovirens*)和蔴竹(*Dendrocalamas latiflorus*) (圖二)，資源相當豐富。全球竹類約有1250種。主要分佈地區為亞洲、中美洲及非洲。台灣面積雖然不大，但得天獨厚，溫帶單稈型竹(hardy running-type) 與熱帶叢狀型竹(tropical clump-type) 均可種植。而台灣的竹類約18屬，58種，4變種，11栽培種。竹筍也是台灣民眾喜愛的蔬菜之一，不論是歲末年終，居家圍爐都愛吃的孟宗竹筍，春末夏初生產的桂竹筍，還是炎

炎夏季生產的清涼綠竹筍或蔴竹筍，各有其不同的風味，每年三月到十月為綠竹筍產期。其中孟宗筍單價高，產地只有在中部地區，而蔴竹筍的外型較其他竹種大，生產量亦較多，但其纖維較粗，一般較少提供鮮筍使用，大多數製成脆筍或筍乾販售。早期台灣生產竹筍外銷日本與美國，且年出口總值達到5千



孟宗竹



桂竹筍



孟宗竹林



桂竹林

圖一、孟宗竹筍(左上)；孟宗竹林(左下)；桂竹筍(右上)；桂竹林(右下)。

萬美元；以麻竹筍產業為例，在70年代是麻竹筍外銷日本最興盛的時期，竹筍加工廠在竹林中處處設立，80年代則開始有專業之加工廠出現，顯示當時麻竹筍產業的繁榮；而目前台灣市場進口筍佔了一半，嚴重影響台灣生產的麻竹筍售價；過去尚有日本的外銷市場，如今麻竹筍市場已被大陸、越南產竹筍取代。外銷市場沒落，而使得麻竹筍收購價低落，每台斤僅約5.5~6.5元，使得筍農無利可圖，再加上農林業人口的快速老化，使得麻竹筍產業從過去的興盛到現在的逐漸沒落。根據行政院農業委員會對竹筍（不分竹種）的統計資料顯示，以竹筍生產為主的竹林種植面積，已從民國82年最高之32,552公頃逐年下降，至民國98年降低為27,045公頃，共減少了5,507公頃。竹子的產業除了竹筍外，竹材是另一個重點，台灣竹材在早期供作為香蕉栽培用之支柱、紙漿原料材、建築鷹架等，並廣泛應用在箱、籠等手工編織用具等多元化用途。近年來，開發竹炭、竹醋液、竹層積材、竹纖維板、竹鑽泥板等不同

複合材料，然而經濟活動之轉型，生活水準與產業結構轉型，導致工資高漲，農村人口銳減，尤其受到大陸和東南亞大量廉價品的進口衝擊下，致使台灣竹類相關產業漸行沒落與衰退，而竹林資源亦漸失管理與經營，甚至遭到荒廢而無法有效利用，讓國內竹產業每況愈下，市場日趨萎縮，竹農也放任竹子任意生長，未進行疏伐，對自然環境形成負面影響。台灣的竹林資源堪稱豐富，其特用林產品的經濟價值潛力發展不亞於一般林木。

三、竹子的特性與特殊價值

竹類在植物界之中，屬於較為特殊的一群。中國在晉代時，戴凱之先生撰寫一本世界上最早的竹類專書—「竹譜」，書中記述有34種竹類。在他



綠竹林



麻竹林

圖二、綠竹林（左）；麻竹林（右）。

的緒論中就說到：「植類之中，有物曰竹，不剛不柔，非草非木，……」。而現代的分類上，竹類屬於單子葉植物(Monocotyledoneae)中的禾本科(Poaceae，或稱Gramineae)，禾本科在植物界中是大家族，所以分類學者在禾本科之下，又分為6個亞科(Subfamily)，竹類即屬於其中之一的竹亞科(Bambusoideae)。竹子可說是世界上用途最廣泛的植物，因為成長速度快，竹子可以快速採收及更新且對環境衝擊相對較小，它可以每年計畫性選擇採收及能夠完全再生，故不用再重新種植。種植竹子的投資報酬回收時間為3至5年，相對於種植樹木類則需要8至10年，至於其他木材資源則需要更久的時間。竹子可以是木材的替代品，它是最硬的建築材料之一，拉力強度與鋼可相互媲美，甚至超越石墨，每平方英尺可承受高達5萬2000磅的壓力。它每年有10-30%年生長量，相對於樹木為2-5%，竹子可產生非常大面積的原料來使用，一叢竹子五年內可以生長200支竹子，樹木卻僅能生長一棵。竹子對森林產業是一種可再生的資源，它可以用來製造地板、牆板、紙漿、籬笆、竹炭及建築原料等多種材料，在哥斯大黎加每年有1000間房子從面積60公頃種植的竹子來當建築材料。

竹子在大自然環境中對氧氣及二氧化碳的平衡是重要的，它可以幫助降低全球氣溫暖化的禍首-二氧化碳，有些竹子每公頃甚至可以吸收高達12公噸的二氧化碳，可非常有效率的將空氣變得非常清新。它對土壤貧瘠地區的綠化程

度，可說是成長的最快的覆蓋物，和相同面積的樹木相比，可多產生高達35%的氧氣。在大自然環境中對氧氣及二氧化碳的平衡是非常重要的元素，可應用在建築材料及降低水質污染等等。

四、竹材產業的新應用

隨著菇類產業的蓬勃發展，對於菇類的生產需要用到大量的木屑，引起許多不同的聲音，認為這樣的產業發展方式是不健康，將森林樹木砍伐，破壞水土保持，會引起更多的問題。樹木森林為國家之寶，依據林務局統計台灣的森林面積為2,102,400公頃，佔全島總面積3,591,500公頃之58.53%，闊葉樹林面積1,120,400公頃，闊葉樹材積佔132,973,000立方公尺，這樣的林地能用之資源有限，且因過度的開發將會逐漸縮減，嚴重影響水土保持與環境生態，因此可供砍伐利用的林木相當有限，畢竟林木以闊葉木類而言，要成長至可供利用的樹齡材積，至少10年，加上按目前菇類的栽培，每年至少需35萬公噸的木屑，為此，必須向其他國家進口，但隨著國際間愈來愈重視碳排放與碳權交易，依賴國外進口木屑勢必倍受衝擊與價格壓力，這也會限制整體菇類產業的發展，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，如何讓台灣菇類產業持續發展與永續經營，開發木屑替代資源則成為未來相當重要的課題。

應用竹材作為菇類的栽培，中國大陸是先驅者，已有部分研究，中國大陸竹類資源非常豐富，約佔全世界1/3左

右，而毛竹產量佔其2/3以上，因此大部分的研究皆以毛竹為主要原料，毛竹屑的成分也被分析出纖維素佔41.27%、木質素23.0%、水分佔11.13%，灰分1.04%與苯醇抽出物6.05%，顯示出毛竹屑有高量的纖維素與木質素確實有發展為菇類栽培材料之潛力。中國學者吳中聲利用竹屑栽培香菇，發現出菇散生、菇質緻密脆嫩口感，且產量與雜木屑相當。而李上彬與曾績二人，也利用竹屑栽培香菇，除發現出菇略延遲7-8天外，菇的品質較厚，同時產量也與用木屑栽培

相近。也有人應用在黑木耳的栽培，如中國陳養，陳秀炳等人分別在2006年、2009年將毛竹屑混合一半的木屑成功栽培黑木耳，獲得生物效率達74.5%與79%的高產量，比單用木屑栽培的生物學效率66.6%還高。筆者對於中國大陸這方面的研究成果，做為借鏡，投入相當多的努力與研究，自2008年起利用台灣現有的幾種主要竹材，如桂竹、孟宗竹與麻竹的竹屑進行作為培育菇類之研究（圖三），結果發現這幾種材料都可以作為菇類栽培之主要材料，其中以孟宗竹與



圖三、竹材加工廠(左上)；桂竹屑(左下)；孟宗竹屑(右上)；麻木屑(右下)。



桂竹屑材料



孟宗竹屑材料



麻竹屑材料



雜木屑材料

圖四、不同栽培材料，桂竹屑(左上)、麻竹屑(左下)、孟宗竹屑(右上)與雜木屑(右下)栽培蠔菇出菇情形。

桂竹的竹屑供作菇類菌絲生長較佳，而麻竹屑則較差，在蠔菇出菇（圖四）產量表現上，也以孟宗竹與桂竹的竹屑表現較優，每框單周期產量達1.1-1.3公斤雖然目前仍與木屑培養所得的菇類產量每框1.5-1.6公斤略有所差異，但是只要進一步修正栽培配方與竹屑處理方式，相信一定可以獲得更佳的產能表現，對於利用

此竹屑栽培食藥用菇類將具有可行性與經濟性。惟目前尚無專業竹材粉碎場可提供菇類栽培所需顆粒大小之材料，同時國內對此方面的研究仍需經費支持深入研究，對於整體產業鏈的架構完整有待整合串聯，相信未來可對台灣菇類生產的原料供應提供助益，也可減輕對林木砍伐的壓力。