

南華大學科技學院永續綠色科技碩士學位學程

碩士論文

Master Program of Green Technology for Sustainability

College of Science and Technology

Nanhua University

Master Thesis

不同栽培介質對銀耳生產之影響

Effects of Different Cultivation Media on the Production
of White Fungus Tremella Fuciformis

尤伯鯉

Po-Li Yu

指導教授：陳柏青 博士

Advisor: Bo-Ching Chen, Ph.D.

中華民國 109 年 6 月

June 2020

南華大學
永續綠色科技碩士學位學程
碩士學位論文

不同栽培介質對銀耳生產之影響

Effects of Different Cultivation Media on the Production
of White Fungus Tremella Fuciformis

研究生：尤伯鯉

經考試合格特此證明

口試委員：陳祐秀

羅惠萍

洪耀明

指導教授：陳祐秀

系主任(所長)：洪耀明

口試日期：中華民國 109 年 6 月 30 日

碩士論文誌謝

三年的學生生涯即將要畫下一個休止符，我明天將又是社會人，早就在職場上面的一員的我。寫下這一段誌謝時，腦中浮現許多幅畫，心中五味雜陳，我嘗試用自己粗淺的文筆來完整表達這一段日子以來所受到的照顧。

首先感謝南華大學教務長 陳柏青教授及永續中心主任洪耀明主任與羅惠萍教授在口試時給我的許多建議，此論文方能更加地完整表達。再來，謝謝這三年來我的指導教授---陳柏青教授，在這三年的研究生活中，感謝陳老師在知識及做人處事上給我很多的指導，因著老師謹慎嚴謹的做事態度，伯鯉方能在三年中學習到許多的事物，在這裡向所有老師獻上學生的感謝。謝謝 107 年永續綠色科技系所有同學在學習過程裡面幫忙還有吳旻芳班代還有各個學長們與陳世雄校長，謝謝永續中心的助理們，因為有你們的參與及付出，才讓這一個中心更加地完整。謝謝我的家人：老婆和兒子，在預備口試的最後一個月裡面，你們都有形的無形的給予我最大的支持，家裡許多事情你們也全力承擔，讓我全心準備論文，謝謝子豪花時間幫我看論文與翻譯，給予我許多寶貴的意見。你們的支持是我心中最大的支持。最後，謝謝所有幫助我的朋友，因為有你們協助克服這一切的環境與挑戰，謝謝你們，我將一切的榮耀都歸給你們。

僅以本文獻給所有關心我的朋友們 2020 /07

摘要

銀耳為著名之食藥兼用菇菌，歷代醫學都認為銀耳有強精、補腎、潤肺、生津、止咳、潤腸、養胃、益氣、美容、健身之功效。傳統上銀耳大都以棉籽殼為介質進行栽培，然而由於棉籽殼在使用上往往有人體健康風險之疑慮，因此替代性栽培介質之開發乃有其必要性。

本研究以台灣現有兩家銀耳栽培公司：偉裕生技股份有限公司及隆谷養菇場之銀耳生產系統，包括傳統之棉籽殼生產方式及以木屑培養方式，探討不同生產管理方式下，適合銀耳生長之溫度、濕度、光照、空氣等環境因子對銀耳生長之影響，並比較以木屑及棉籽殼為栽培介質的生產管理方式對於銀耳生長表現及成份之差異。此外研究中亦進行兩種生產方式之優劣項目分析與成本比較，並探討以木屑生產銀耳過程中防止雜菌感染之方法。研究結果顯示，利用本研究中建立之生產流程及栽培管理方式，可成功使用木屑為介質進行銀耳之栽培，且在生長表現、成分及成本方面，皆與傳統之棉籽殼栽培結果相仿。本研究除建構以木屑進行中溫銀耳培養之最佳生產流程與管理方式外，亦為銀耳栽培提供了低污染且符合環境永續之介質。

關鍵字：銀耳、培養基、棉籽殼、木屑

ABSTRACT

Tremella is a food with medical effect which includes about tonifying kidney, nourishing lungs, relieving cough, nourishing stomach, cosmetology and fitness.

This study is based on two companies in Taiwan (Mushroom Biotechnology Co., Ltd., Long and Guyang Mushroom Farm). One of the cultivation is through wood dust, and the other is through cottonseed shell. Both get the product certification from Tse-Xin Organic Certification Corporation. This study is to understand how humidity, light, air, and the production management of these substance influence the production of tremella. This research will analyze the pros and cons of the production of tremella through wood dust and cottonseed shell and the bacterial infection prevention methods during the edible fungus production process. The goal of this study is to strive for the optimal solution for the production.

***Keywords:* Tremella, Medium, Cottonseed shell, Wood dust**

目錄

碩士論文誌謝.....	I
摘要.....	II
ABSTRACT.....	III
目錄.....	IV
圖目錄.....	VI
表目錄.....	VII
第一章 前言.....	1
1.1 研究動機.....	1
1.2 研究目的.....	5
1.3 本文組織.....	6
第二章 文獻回顧.....	7
2.1 銀耳生理特徵、生態習性及影響生長之環境因子.....	7
2.2 銀耳栽培介質、菌種及繁殖原理.....	14
2.3 銀耳培養基製作、菌種生產及保存.....	19
2.4 銀耳栽培及病蟲害處理.....	27
第三章 研究所使用之材料與方法.....	37
3.1 研究地點.....	37
3.2 栽培場設計.....	37
3.3 栽培環境條件.....	38
3.4 栽培介質.....	39
3.5 栽培方式.....	39
3.6 栽培管理.....	41

第四章 結果與討論	45
4.1 不同介質之銀耳生長情形比較.....	45
4.2 在木屑與棉籽殼介質之銀耳生長時間比較	46
4.3 生產成本效益分析	47
第五章 結論與建議	49
5.1 結論.....	49
5.2 建議.....	50
參考文獻.....	52



圖目錄

圖 1-1 銀耳子實體—可實用部份.....	1
圖 2-1 市售銀耳之外觀.....	7
圖 2-2 銀耳生活史示意圖.....	10
圖 2-3 銀耳與香灰菌種母種.....	18
圖 2-4 銀耳培養基製作及菌種生產方式.....	20
圖 2-5 菌包銀耳圖.....	34
圖 3-1 本研究菇場之設計圖.....	38
圖 3-2 產菌間之接種生產情形.....	39
圖 3-3 使用棉籽殼生產(左圖)之生長情形.....	44
圖 3-4 使用木屑生產(右圖)之生長情形.....	44
圖 4-1 銀耳菌絲.....	45
圖 4-1-1 銀耳菌絲.....	45
圖 4-1-2 銀耳瓶裝.....	45
圖 4-2 子實體.....	46
圖 4-3 子實體採收.....	46
圖 5-1 銀耳收成.....	51

表目錄

表 1-1 2007 年中國銀耳出口至各國之數量及金額	4
表 2-1 溫度對銀耳菌絲生長發育的影響	11
表 2-2 銀耳栽培流程表	27
表 3-1 銀耳袋栽規範化管理新技術日程式控制表	41
表 4-1 實驗不同培養基木屑與棉籽殼生長情況比較	46



第一章 前言

1.1 研究動機

銀耳(*Tremella fuciformis* Berk)，俗稱白木耳(White Fungus)，屬真菌中擔子菌(basidiomycetes)，為銀耳目(Tremellales)、銀耳科(Tremellaceae)、銀耳屬(*Tremella*)之一種，其可食用部份為子實體。



圖 1-1 銀耳子實體—可實用部份

銀耳自古以來即為一種高蛋白、低脂肪的滋補品，中國是銀耳發源地，也是世界上最早認識和利用銀耳的國家。早在宋代，陶穀(902~970)撰《清異錄》中記載“北方桑上生白耳，名桑鵝，富貴有力者嗜之”，“桑鵝”即今日所說的銀耳。自宋初以來，銀耳已被視

為菌中上品。西元 1578 年，明代李時珍於《本草綱目》中記載了包括桑耳(即銀耳) 在內的 32 種菌類藥方；清代學者張仁安《本草詩解藥性注》中，稱銀耳有“麥冬之潤而無其寒，有玉竹之甘而無其膩，誠潤肺滋陰要品”，提及銀耳足與人參、鹿茸、燕窩媲美，歷史上列為宮庭貢品；現代《中國藥物大辭典》中記載：銀耳“入肺、脾、胃、腎、大腸五經，能清肺熱、養胃陰、濟腎燥。主治肺熱咳嗽、肺燥乾咳、久咳喉癢、咳痰帶血或痰中血絲、久咳絡傷脅痛、肺痛肺痿、婦人月經不調、肺熱胃炎、大便秘結、大便下血。”由於銀耳在醫療上用途十分廣泛，因而在 1940 年代，有所謂“參、茸、燕、耳”四大珍品之稱號(江壽根，2006)。

早年銀耳多為野生，產量稀少，以民初而言，全中國僅有幾百、幾千克，中藥材商店每 3 克銀耳售價 1 個銀圓，價值高昂，為僅供達官貴人、富豪人家享受之珍品。西元 1969 年起，中國福建省古田縣蒼岩村農民姚淑先從事銀耳生產，並從上海、三明科研部門引進適於培養料栽培的菌種；1978 年瓶栽銀耳 5,000 瓶獲得成功，且每 100 公斤木屑，可產出銀耳干品 10 公斤，單產比原有段木栽培法提高 15~20 倍，這是中國銀耳生產技術上一次新的突破。之後他在福州市創辦福建珊瑚集團，擔任企業總裁，從事銀耳等食用菌商業活動，後來又往深圳特區發展，從事菇品出口業務，成為中國典型的農民企業家。由於姚姓農民發明之銀耳培養料、瓶栽、袋栽等，使銀耳之單產比原有段木栽培提高 15~20 倍，也因此銀耳產量暴增，導致銀耳商品價格逐年下降。1980 年代初期，每公斤銀耳售價仍有 240 元；1990 年代隨著銀耳生產發展迅速，產品價格大幅度滑落，最低時每公斤不到 20 元，其角色也由達官貴人餐桌上的名貴山珍，

貶為百姓日常菜肴。由此價格低廉，人們對銀耳之價值產生懷疑，連帶的對於銀耳產品的營養價值和醫療保健功能，亦逐漸缺乏認識。因此如何透過科學依據，讓消費者重新認識銀耳是一種高蛋白、低脂肪、營養全面的健康食品，實為銀耳產業之一大挑戰(楊淑惠、林俊義，2006)。

銀耳為中國傳統食、藥用菌，歷史悠久，幾千年生產一直延續小農經濟方式，致使產業發展緩慢，在市場經濟深入發展時期，更為明顯。因此如何朝向生產基地規模化、栽培過程科技化、產品加工標準化、市場行銷網路化、利益風險契約化、適應農業現代化，以確保實現銀耳產業永續發展，實為關鍵(林俊義，2006)。以中國而言，銀耳產業化經營的形成，主要在從生產、加工轉向行銷銀耳生產所需的原輔料材料和銀耳產品。以 2009 年而言，全中國銀耳產量達 2.7 萬噸，其中福建省即佔 2.5 萬噸，為全國總產量的 92.5%；此外江蘇、河南、湖南、山東、湖北、四川等省亦有少量生產。而福建銀耳主產區為古田縣，年產量達 2.3 萬噸，佔福建省總產量的 90% 以上，因此被譽為“中國銀耳之鄉”(林俊義，2006)。

而在銀耳產業鏈部分，中國民間成立專業合作社、購銷部、批發站、經紀人等，透過綿密的組織，發揮產地銀耳生產資源優勢，把產品運銷至全國各城市，其範圍南至廣州、深圳、珠海、海南，北至黑龍江、遼寧、吉林、新疆，西至四川、陝西、西藏等省及自治區，形成銀耳商業網。此外透過該組織，為出口商提供銀耳產品加工、包裝出口。以 2008 年而言，以銷往荷蘭、香港、阿拉伯、泰國等地為大宗，銷售區域包含亞洲、歐洲、美洲、大洋洲等，分布範圍極廣泛(江壽根，2010)。

表 1-1 2007 年中國銀耳出口至各國之數量及金額

國 別	數量(千克)	金額(美金)	國 別	數量(千克)	金額(美金)
美 國	20.347	106.060	馬來西亞	64.040	340.589
日 本	126.659	1022.256	阿拉伯	750	5250
越 南	123.224	2464.192	荷 蘭	894	7796
泰 國	500.246	3353.942	文 萊	100	1445
印 尼	66.040	444.581	香 港	831.44	4198.935
新加坡	33.285	201.316	澳 門	13.130	122.148
澳大利亞	8.583	42.441	台 灣	66.050	437.372
加拿大	4.246	18.082			
韓 國	5.942	45.300			

(資料來源：2007 大陸食用菌高峰論壇資料)

相關資料顯示，2009 年全中國銀耳產量達 2.7 萬噸乾品，其中福建省為 2.5 萬噸，占全國總產量的 92.5%。此外，江蘇、河南、湖南、山東、湖北、四川等省亦有少量生產。福建銀耳主產區古田縣，年產量達 2.3 萬噸，占全福建省總產量的 90%以上，被譽為“中國銀耳之鄉”，而大橋鎮銀耳產量占古田縣總產量的 40%左右。“古田銀耳”1995 年獲第二屆中國農業博覽會金獎，1999 年獲中國(國際)農業博覽會名牌產品稱號，2001 年獲國家商標局批准註冊證明商標，2004 年被中國國家質監總局授予“中華人民共和國地理標誌保護產品”。這一系列的榮譽，為古田縣銀耳戴上堂皇的桂冠，為產品行銷國內和走向世界市場，創造了十分有利的條件(江壽根，2011)。

在銀耳人工栽培方面，目前多以棉籽殼為介質進行培養。棉籽殼

為棉花副產物，又稱棉籽皮，具有營養成分高的特點，為現行大面積栽培銀耳的最佳培養料。據華中農業大學測定，棉籽殼含氮 1.5%、磷 0.66%、鉀 1.2%、纖維素 37%~48%、木質素 29%~42%。棉籽殼質地堅硬，有利於菌絲逐步分解利用，其籽殼形狀不規則，具殘留的棉花纖維素，顆粒間隙較大，造成培養料透氣性佳，有利於菌絲生長發育，為理想的銀耳栽培介質之一(姚淑先，1968)。

然而由於傳統上棉花生產過程中使用農藥較多，而棉籽殼中又含有棉酚，以棉籽殼作為栽培基質生產銀耳，其產品衛生安全性，包括農藥殘留物和棉酚的含量，一向為人們所關心。林俊義等(2011)對棉籽殼栽培的食用菌產品進行農藥殘留的棉酚分析，結果顯示未處理的棉籽殼中含棉酚 230 毫克/千克，經過滅菌後棉籽殼中含棉酚 53 毫克/千克；而用棉籽殼栽培出的食用菌子實體中，棉酚的含量為 49 毫克/千克，雖較歐盟及中國現行之棉酚含量規定 1200 毫克/千克低，然而對消費者在農產品安全之信心上，以及有機農產品之認定上，仍然存在著疑慮(林俊義等，2011)。因此尋找棉籽殼之替代品，以做為銀耳或其他食用菇蕈類之栽培介質，並建立栽培之標準作業流程，對於銀耳產業而言，實為當前重要課題之一。

1.2 研究目的

綜上所述，本研究之目的如下

(1) 比較使用木屑及棉籽殼生產方法，對銀耳生長情況以及成分之影響。其中以木屑為培養基之生產方式與成份分析於偉裕生技股份有限公司進行 <https://www.wellyouth.com.tw/>，以棉籽殼培養的生產方式與成份分析則於隆谷養菇場進行之

<https://www.longon.com.tw/product.html>。

(2) 建立以木屑進行銀耳培養之標準作業程序，包括溫度、濕度、空氣、光照等適合生長環境因子條件，以及培養基與生產管理方式等，以作為銀耳安全栽培之參考。

1.3 本文組織

依研究重點將本文分成五章節，如圖 1-2 所示，各章內容依序為第一章研究動機與研究目的、第二章文獻回顧、第三章研究所使用之材料與方法、第四章為實驗結果與討論、第五章則為結論及建議。



第二章 文獻回顧

2.1 銀耳生理特徵、生態習性及影響生長之環境因子

2.1.1 銀耳組成分及功效

銀耳，學名 *Tremella fuciformis*，又名：白木耳、雪耳、白耳子，英文名為 White Fungus，在分類學上屬於擔子菌綱、異隔擔子菌亞綱、銀耳科、銀耳屬。銀耳屬於木腐生菌，自然分佈於熱帶、亞熱帶地區，多生長於晚春至秋末，其子實體單生或群生於闊葉樹腐木及櫟樹上。



圖 2-1 市售銀耳之外觀

依據現代藥理學、免疫學和臨床研究顯示，銀耳中主要成分為多糖，佔銀耳乾重的 60%~70%，其中酸性異多糖(acidicheteroglucan)具有廣泛的生理活性。現代醫學研究顯示，銀耳中所含多糖能提高人體免疫力，對老年人之慢性支氣管炎、肺源性心臟病有顯著療效，並有

提高肝臟的解毒能力，具護肝作用；此外銀耳還能提高肌體對原子輻射的防護力。臨床研究進一步顯示，銀耳酸性多糖製劑可治療腫瘤、清除自由基，誘導人體產生抗體及干擾素，可治療糖尿病、高血壓、高血脂等。故銀耳被稱為時尚保健美食、養生益壽珍品，且為防治疾病的良藥。

2.1.2 生理特徵

銀耳為二態型真菌，生活史中有孢子、菌絲體和子實體 3 種形態。

(1)孢子:銀耳孢子包括擔孢子和節孢子，在 PDA 培養基上為乳白色、半透明、黏糊狀、邊緣整齊、表面光滑的酵母狀，芽孢菌落即銀耳孢子菌落。隨著培養時間的延長，其菌落不斷擴展和加厚，從乳白色半透明，變成淡黃色不透明以至成土黃色。在一般情況下，銀耳擔孢子繁殖而來的孢子，不易萌發生長出菌絲，而節孢子繁殖而來的孢子芽孢，較易萌發生長出菌絲。

(2)菌絲:銀耳菌絲為多細胞分枝分隔的菌絲，由擔孢子萌發而來，或由菌絲無性繁殖而成。菌絲呈灰白色，極細，能在木材或各種袋料培養基上蔓延生長、吸收和輸送養分，並在適宜的條件下形成子實體。菌絲分為單核菌絲、雙核菌絲和結實性雙核菌絲等。單核菌絲每個細胞中含有 1 個細胞核，雙核菌絲每個細胞中含有 2 個細胞核，結實性雙核菌絲可產生子實體並易膠質化。

(3)子實體:新鮮的銀耳子實體純白色或略帶黃色，半透明，膠質，柔軟，叢生或單生；由許多薄而波卷狀褶的瓣片，叢集成牡丹花狀、菊花狀或繡球形等。銀耳子實體瓣片不分叉或頂部分叉，表面光滑，富有彈性；直徑 5~16 釐米或更大，基蒂黃色至淡橘黃色或黃褐色；子實體層遍生瓣片兩側，硬而脆，白色或米黃色。成熟子實體的瓣片表面

有一層白色或米黃色的粉末，此為擔孢子，大小為 5~7 微米×4~6 微米，呈卵圓形。

2.1.3 生態習性

銀耳的生態習性與其他菇菌不同，主要有以下 3 個方面：

(1)異養生物：銀耳子實體的發生乃由銀耳菌絲與伴生菌構成的組合體系。銀耳菌絲幾乎不具有分解纖維素、木質素的能力，在自然界中，銀耳生活史的完成需要一種稱為“香灰菌”的子囊菌的協助。“香灰菌”亦稱羽毛狀菌絲或耳友菌絲，具有很強的分解纖維素能力，只有通過香灰菌絲進行分解基質，把銀耳菌絲無法直接利用的材料，變為可利用的營養成分，提供營養物質，銀耳子實體才能完成生長和發育。

(2)異宗結合：銀耳為典型四極性的菌類，1 個擔孢子能產生 4 個不同擔孢子，在適宜的條件下，萌發成單核菌絲。相鄰的、可親和的單核菌絲相互結合，形成有鎖狀聯合的雙核菌絲。經過鎖狀聯合的雙核菌絲不斷生長，延伸、分枝，並分解和吸收基物中的營養、水分。生理成熟後逐步發育成組結團菌絲，俗稱“白毛團”；並逐步變為膠質化的銀耳子實體。子實體成熟又產生擔孢子，這就是銀耳的生命週期，在適宜的條件下，完成這樣 1 個週期，需要 50~60 天。銀耳的擔孢子在一定的環境條件下，會產生次生擔孢子 或芽殖產生酵母狀分生孢子，在適宜條件下，兩者都能萌發成菌絲，若條件不適宜會產生節孢子，待條件適宜時，節孢子又可萌發成菌絲，再形成子實體。

(3)營腐生生活：銀耳自然生長是從枯死的闊葉樹的木材中，分解吸收營養物質，它沒有綠葉素，不能進行光合作用，是一種木腐菌，營腐生生活方式。銀耳與香菇、黑木耳等木腐菌一樣，分解纖維素的子囊菌，即伴生菌香灰菌與銀耳構成密切共生，才能分解吸收養分，進

行腐生生活，完成其生長發育所需營養物，這是銀耳生活長期天擇 (natural selection) 進化的結果(張勝友， 2010)。

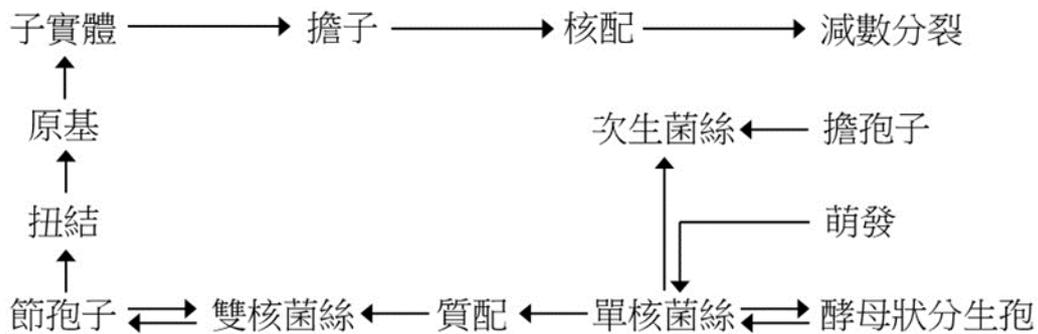


圖 2-2 銀耳生活史示意圖

2.1.4 影響銀耳生長之環境因子

影響銀耳生長之相關因子，包括營養、水分、溫度、空氣狀態、光照及酸鹼度等，茲分述如下：

(1) 營養：銀耳生長發育所需要的營養物質有碳源、氮源、礦物質元素等。

A. 碳源：銀耳菌絲和酵母狀的分生孢子，能直接利用簡單的碳水化合物，如單糖和雙糖，不能利用多糖；亦不能直接利用纖維素、半纖維素、木質素和澱粉等大分子化合物，只能透過香灰菌菌絲，先將基質中的大分子化合物分解為簡單的小分子化合物，銀耳菌絲才能利用。在製備 PDA 培養基時，一般需要添加葡萄糖、麥芽糖、酵母浸膏、馬鈴薯等作為碳源。

B. 氮源：銀耳菌絲對氮源的利用，以有機態氮和銨態氮(硫酸銨)為主，而硝酸態氮則難以利用；伴生的香灰菌，可利用硫酸銨和硝酸鈣等。生產栽培中常用麥麩、黃豆粉、玉米粉等輔助營養料作為氮源。

C. 礦物質元素：礦物質元素有鈣、硫、磷等，在培養料中加入適量的

石膏粉、硫酸鎂、過磷酸鈣和磷酸二氫鉀等，有助於銀耳菌絲和子實體的生長發育。

(2)水分：水分條件包含培養基含水量和空氣相對濕度兩方面，是影響銀耳生長的首要條件。水可溶解培養料中的營養物質，輸送養分，參與細胞內生化反應。在細胞新陳代謝過程中，外界的營養物質只有溶解在水中，才能被細胞吸收。銀耳及香灰菌生長過程中，產生的代謝產物，也只有通過溶解在水中，才能排出細胞外。在栽培過程中，水能提供菌絲體正常生長和子實體發育所需的濕潤環境。

(3)溫度：銀耳是一種中溫型的食用菌，溫度是銀耳生長發育的重要環境條件之一。按其生長發育對自然氣候的要求，一般地區春、秋兩季自然氣候都適應。

A. 溫度對孢子萌發的影響：銀耳擔孢子在 15°C~32°C 下均能萌發形成菌絲，但以 22°C~25°C 最為適宜。-17.7°C 下 2 小時，不會失去萌發能力。芽孢的抗寒能力強，在 2°C~3°C 下保存 5 年，仍具有活力，在 0°C 下 2 小時，不會失去萌發能力，但超過 39°C 即死亡。

B. 溫度對菌絲生長的影響：銀耳菌絲包含銀耳菌絲與伴生菌香灰菌絲，以及兩種菌絲的混合體，它們在溫度適應上略有差異。在銀耳生產栽培過程中，有許多菇農不能達到預期效果，甚至失敗，關鍵就是沒有掌握銀耳不同菌絲對溫度要求的特異性。溫度對銀耳菌絲生長之影響整理於表 2-1(張勝友，2010)。

表 2-1 溫度對銀耳菌絲生長發育的影響

菌絲名稱	生長範圍	最適	超限表現
銀耳純菌絲	8°C~34°C	20°C~22°C	低於 18°C 菌絲細

			<p>胞壁自然脫水加厚，形成芽孢，處於休眠狀態；</p> <p>培養基出現白毛團集結加厚並光滑，氣生菌絲薄弱。銀耳純菌絲能耐低溫，3°C~5°C可微弱生長，2°C以下停止生長，在0°C也處休眠不死亡在-17.7°C經5小時就會死亡。超過28°C不利於菌絲生長，白毛團量少；30°C以上生長緩慢，且易產生酵母狀分生孢子35°C以上停止生長</p>
香灰菌絲	6°C~38°C	25°C~28°C	<p>耐高溫，30°C條件下生長速度比</p>

			22°C 更快，38°C 下均能生長但不耐 低溫，低於 10°C 生長緩慢，出現萎縮，即由灰黑色變成白色，俗稱褪灰，失去分解培養基的能力，影響出耳
兩種混合菌絲	6°C~32°C	23°C~26°C	在 0°C 下可存活不死，18 °C~28 °C 菌絲能正常生長， 38°C 停止生長， 39°C 以上死亡

C. 溫度對原基分化和子實體發育的影響：子實體分化發育的溫度為 15°C~30°C，但在 23°C~25°C 為最適。在適溫範圍內子實體生長快、展片好、耳片厚、產量高；超過 28°C 生長快，耳片薄，品質差，產量低，易腐爛。在適溫範圍內，溫度偏低子實體發育雖然較緩慢，但肉厚質佳、朵型好、幹重率高。在出耳階段，如果長時間高於 25°C，接種穴口的白毛團分泌黃水珠；高於 28°C 會出現黑水珠，且基部變黑，影響出耳；長時間低於 20°C，不利於子實體生長；低於 18°C，穴口會吐出白色晶狀液，也會導致耳基黴爛。

(4)空氣狀態：銀耳是好氧性真菌，整個生育期都離不開氧氣。菌絲生長需氧量較小，若培養基水分太多，氧氣不足，原基分化遲；子實體發育期間呼吸旺盛，需要空氣新鮮。如若通風不良缺氧，子實體扭結成團不開片，悶濕的環境易造成爛耳及雜菌孳生。

(5)光照：銀耳菌和香灰菌為喜光性菌類，菌絲生長和子實體發育需要一定散射光。據觀察，香灰菌絲色素的形成與光照關係很大，光照強色素形成快而多；在黑暗中培養 15 天香灰菌，菌絲纖細，黑褐色分泌物很少；而有散射光時，菌絲粗壯，分泌物正常。50~600 勒克斯(lux)的光照條件，可滿足銀耳菌和香灰菌生長發育。一般培養室及栽培場所，以光照度 300~500 勒克斯為宜。光照過暗子實體分化遲緩，品質低劣；但光照過強，會直接殺死銀耳的孢子和菌絲，而且也不利於子實體的分化。

(6)酸鹼度：銀耳為喜偏酸性的菌類，孢子萌發和菌絲生長適宜的 pH 值範圍為 5.2~7.2，但以 pH 值 5~6 為宜。pH 值 4.5 以下或 7.2 以上，均不適於孢子的萌發和菌絲的生長。

2.2 銀耳栽培介質、菌種及繁殖原理

2.2.1 銀耳之栽培介質

(1)介質種類：銀耳栽培的原料資源比較豐富，棉籽殼、雜木屑、蔗渣、棉花稈、玉米秸、玉米芯、豆秸、花生殼及部分野草，如蘆葦、類蘆、巴茅等均可。

A. 棉籽殼：棉籽殼為棉花副產物，又叫棉籽皮，是現行大面積栽培銀耳的最佳培養料，具有營養成分高的特點。據華中農業大學測定，棉籽殼含氮 1.5%，磷 0.66%，鉀 1.2%，纖維素 37%~48%，木質素

29%~42%。棉籽殼質地堅硬，有利於菌絲逐步分解利用；其籽殼形狀不規則，有殘留的棉花纖維素，顆粒間隙較大，培養料透氣好，有利於菌絲生長發育，是最為理想的原料之一。然而棉花生產中常使用較多農藥，而棉籽殼中又含有棉酚，用棉籽殼作為栽培基質生產銀耳，有健康上的疑慮。

B. 適生樹木屑：適生樹木屑包括果、桑樹枝桠。樹木種類為常綠闊葉樹，其營養成分、水分、單寧、生物鹼含量的比例及木材的吸水性、通氣性、導熱性、質地、紋理等物理狀態，適於銀耳菌絲生長。

C. 其他秸稈：農作物秸稈包括玉米芯、大豆秸、木薯秸、葵花籽殼、棉花稈、甘蔗渣等，這些均富含木質素、纖維素，均可利用。此外，還有野草類的蘆葦、五節芒等。

(2) 輔助營養料：輔助營養料又稱輔料，是用來調節栽培基質碳氮(C/N)比的物質。常見的輔料是天然有機物質，如麥麩、米糠、玉米粉等，主要用於補充主料中的有機氮、水溶性碳水化合物，以及其他營養成分的不足。

(3) 化學添加劑：培養料配方中常用石膏粉、碳酸鈣等化學物質，有的以改善培養料化學性狀為主，有的是用於調節培養料的酸鹼度。

2.2.2 菌種分級

銀耳菌種的分級與其他食用菌相類似，包括母種、原種、栽培種等3級(呂作舟，2001)，茲分述如下：

(1) 母種：通常是從子實體或基內分離選育出來的，稱為一級菌種。母種一般由接種在試管內的瓊脂斜面培養基或玻璃瓶木屑培養基上培養出來。母種數量很少，還不能用於大量接種和栽培，只能用作繁殖和保藏。

(2)原種：把母種移接到菌種瓶內的木屑、麥麩等培養基上，所培育出來的菌絲體稱為原種。原種是經過第二次擴大，所以又叫二級菌種。原種雖然可以用來栽培產出子實體，但因為數量少，用作栽培成本高，一般不用於生產栽培，必須再擴大成許多栽培種。銀耳試管母種，通常只有1個混合體的菌絲扭結團，所以只能移接1瓶的原種。而菌種瓶的木屑培養基母種，1瓶可以移接成40~50瓶原種。

(3)栽培種：又叫生產種。即把原種再次擴接到同樣的木屑培養基上，培育得到的菌絲體，作為銀耳栽培用的菌種。栽培種經過了第三次擴大，所以又叫三級菌種。每瓶原種可擴接成栽培種50~60瓶。

2.2.3 菌種分離方式

獲得銀耳純白菌絲後，還必須分離伴生菌香灰菌絲，其來源與分離技術如下：

(1)種木中分離：在野生銀耳生長的木頭中或栽培銀耳的段木中，都存在抗逆性及分解基質能力較強的香灰菌絲，經過馴化培養，其後性狀都十分優良。袋栽銀耳的培養基內的香灰菌絲，常因反覆移植使用，生命力不如前者旺盛。香灰菌絲分離時，選取子實體潔白、朵大、開瓣清楚、無病蟲害、無爛頭和無雜菌的種木，在靠近子實體基部，截取一段作為分離材料。在接種箱內割掉子實體，通過薰蒸滅菌。然後從木材斷面褐色花紋較密處，切下一小塊木材，用0.1%升汞溶液(氯化汞 $HgCl_2$)進行表面消毒後，置於培養皿內。再用經火焰滅菌過的解剖刀，削去木材外部，用刀尖將木材切成粗細如同火柴梗，長為0.5釐米的小段。取一小段接入瓊脂培養基的斜面上，移接後的試管置於 $24^{\circ}C\sim 28^{\circ}C$ 條件下，培養5~6天后菌絲萌

發。隨著培養時間的延長，菌絲產生色素溶入培養基中，使之變成黑色。當菌絲長至斜面 1/2 時，挑取菌落前端的菌絲，轉管純化培養 4~5 天，即可得到純香灰菌絲體。

(2)木屑培養基中分離:在接種箱無菌條件下，打破銀耳菌種瓶底部或在袋栽培培養基深層，選取香灰菌絲生長的前端，如大理石狀黑色花紋上，挑取米粒大的培養基，移接在瓊脂培養基斜面上，培養 2~3 天后斜面上的接種點出現灰白色菌絲，繼續培養 1~2 天，氣生菌絲呈絨毛狀，能分泌黑色素使培養基逐漸變為棕黑色。當菌絲長至斜面 1/2 時，挑取生長旺盛、爬壁力強的香灰菌絲的前端，轉管純化。香灰菌絲生長較快，在 24°C~28°C 條件下培養 4~5 天，便可獲得純香灰菌絲。栽培種在菌種級別中為三級種，是由原種擴大延續繁殖的下一層。每瓶銀耳原種，一般可擴接成栽培種 50~60 瓶。銀耳栽培種菌齡局限性很強，菌齡太短，白毛團稀少，萌發力弱，栽培時難管；菌齡太長，抗逆力差，對產量也有影響。栽培種的培養基含水量可稍高些，有利於銀耳酵母狀分生孢子的出現，使孢子滲透培養基深層，同香灰菌絲混合，可以彌補銀耳菌絲不易附著介質的缺陷，使出耳率更高、更穩定。銀耳原種擴接栽培種時，將表層幼耳和菌被，用接種鏟刮除，然後取料下 4 釐米以內或占瓶內菌絲體 1/2 量的菌絲體，刮碎、充分拌勻，使銀耳純菌絲與香灰菌絲兩者混合均勻。原種接入栽培種的瓶內後，用手掌拍打瓶壁，使菌種均勻散布料面。接種後的排瓶、控溫、光線、通風管理方法與原種同。栽培種的菌齡，一般要求 6~10 天，最適為 7~9 天。一般羽毛狀香灰菌絲伸入料層 1/2，料面呈現許多米粒狀大白毛團時，即可用於生產。栽培種應

用于生產時，必須提前 24 小時進行攪拌均勻，使兩種菌絲與瓶內下半部菌絲沒有伸透的培養基混合均勻，才能確保出耳率(呂作舟，2001)。

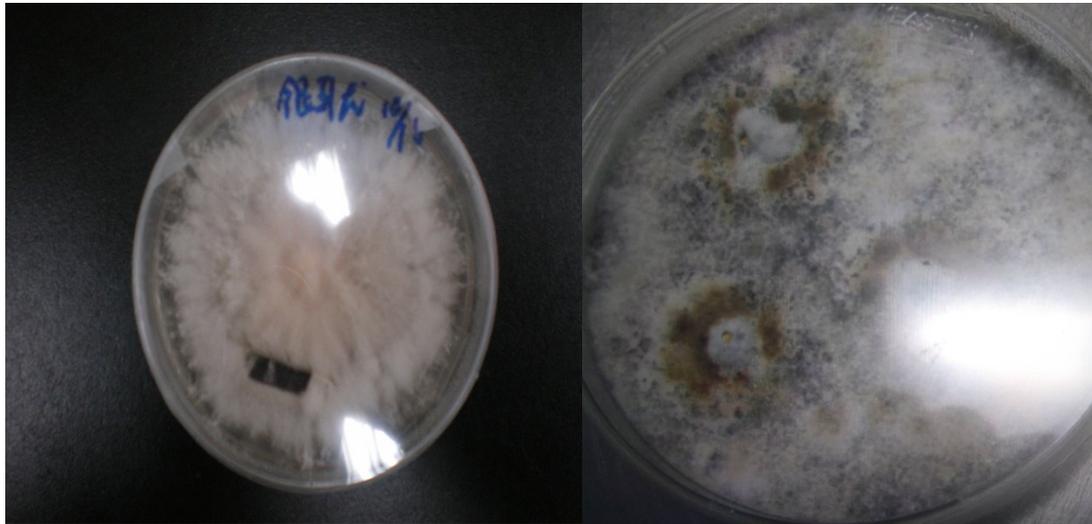


圖 2-3 銀耳與香灰菌種母種

2.2.2 菌種繁殖原理及生活條件

(1)繁殖原理：銀耳繁殖分為有性繁殖和無性繁殖 2 種。人工分離母種是根據銀耳子實體成熟時，能夠彈射擔孢子的特性，使子實體上的許多擔孢子著落在培養基上，以出芽的方式萌發形成菌絲，即為菌種。這種自然繁殖方式，通過人為分離的方法，稱為有性分離或有性繁殖。而從子實體或耳木中分離出菌絲體，移接在培養基上，使其恢復到菌絲發育階段，變成沒有組織化的菌絲來獲得母種，稱為無性繁殖。用這種分離獲得母種，既方便又較有把握其子實體和菌絲體都是近緣有性世代，遺傳基因比較穩定，抗逆力強，母系的優良品質基本上可以繼承下來。

(2)特性：銀耳有別於其他菇類，它是兩種菌絲混合培養，才能作為

生產的菌種。這兩種菌絲在生產上稱為銀耳純菌絲和羽毛狀香灰菌絲或俗稱耳友菌絲。銀耳雖然是一種木腐菌，但它分解纖維的能力很弱，必須與一種能分解纖維的香灰菌絲生活在一起，才能長出朵大的銀耳子實體。這種巧妙的組合，是長期天擇進化的結果。如果不明白這一原理，也就無法生產優良的銀耳菌種。這是銀耳菌種與其他食用菌不同的特性。

(3)生活條件：營養是銀耳菌種生命活動的物質基礎，氫、氧、氮、碳、鈣、磷、鐵、鉀、鎂、硫等元素，以有機和無機化合物，構成菌絲體生長發育所需之能源和營養源。在人工分離培育菌種時，配入適量的蔗糖、麥麩、澱粉、蛋白朊、磷酸鹽、硫酸鎂等營養成分，以滿足其生長發育的需要。菌種生活條件除了營養之外，還必須根據銀耳生理和生態條件的要求，滿足其所需要的溫度、濕度、空氣、光照、pH 值等。人為創造適合菌種生活的環境條件，有利於提高菌種成品率和品質(郭成金，2010)。

2.3 銀耳培養基製作、菌種生產及保存

銀耳培養基製作及菌種生產方式如圖 2-4 所示，以下將分別敘述母種培養基製作、母種分離與孢子採集提純及菌種保存方式。

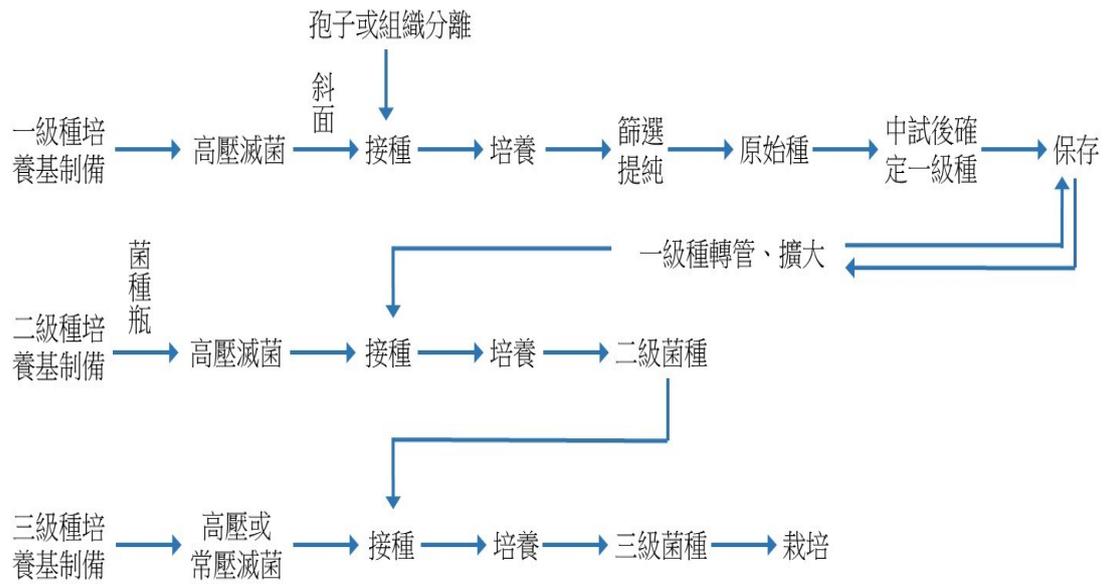


圖 2-4 銀耳培養基製作及菌種生產方式



2.3.1 母種培養基配方與製作方法

(1)培養基配方:銀耳母種培養基分為瓊脂培養基和木屑培養基。木屑培養基配方和製作方法與原種和栽培種相同。由於銀耳菌種是兩種菌絲混合體構成，在培養基配方上常用的有以下幾種：

配方一：馬鈴薯 250 克，葡萄糖 25 克，硫酸鎂 0.5 克，維生素 B₁₁₀ 毫克，瓊脂 20 克，水 1000 毫升。通稱 PDA 培養基。

配方二：馬鈴薯 200 克，蔗糖 20 克，磷酸二氫鉀 3 克，瓊脂 20 克，水 1000 毫升。稱為 PSA 培養基。

配方三：玉米粉 60 克，葡萄糖 10 克，瓊脂 20 克，水 1000 毫升。稱為 CMA 培養基。

(2)試管斜面培養基製作:試管斜面是培養母種的營養物質，根據銀耳母種培養基的配方，通過生產工藝製成的。各種培養基配方不同，但製作方法大同小異，這裡以馬鈴薯培養基製作方法為例。

A.溶化取汁：將馬鈴薯洗淨去皮(已發芽的要挖掉芽眼)，稱取 200 克切成薄片，置於鋁鍋加水煮沸 30 分鐘，撈起用 4 層紗布過濾取汁。然後稱取瓊脂 20 克，用剪刀剪碎後加入到馬鈴薯汁液內，繼續加熱，並用竹筷不斷攪拌使瓊脂全部融化，再加足水 1000 毫升。然後加入葡萄糖，稍煮幾分鐘後，用 4 層紗布過濾 1 次，取其液汁。

B.分裝入管：裝量為試管長度的 1/5，隨之塞上棉塞，立放於試管籠上。分裝時應注意不要使培養基粘到試管口上和試管壁上，以免發生雜菌感染。

C.高壓滅菌：滅菌目的是把培養基內所有的微生物殺死，使之處於無菌狀態。滅菌時將試管每 10 支紮成 1 捆，棉塞一端用牛皮紙包好，垂直放入高壓鍋內進行滅菌。在 0.11 兆帕(122.4℃)的壓力下保持 30

分鐘左右；待壓力錶自動降至“0”時，再打開鍋蓋，取出試管。

D.趁熱排斜：試管取出後趁熱斜靠在桌上的小木棒上，使管內培養液斜面上長度達 1/2 至 2/3，冷卻後即成固體斜面培養基。

E.檢測純度：滅菌後的效果如何，需要進行認真檢測。可從每批試管中取出 3~5 支，移入恆溫箱中，調整至 28℃ 左右進行培養。經 3~7 天后，仍未發現有雜菌產生，即證明無雜菌，方可作為母種斜面培養基。

2.3.2 母種分離與孢子採集提純

目前銀耳母種的分離，常採用孢子分離法、組織分離法和基內菌絲分離法 3 種，其特點如下(江壽根等，2010)：

(1)孢子分離法：又稱孢子彈射法。它是利用銀耳子實體上含有銀耳純菌絲和香灰菌絲兩者附著的特徵，通過人為採集，讓其彈射有性孢子(擔孢子)萌發成菌絲，來獲得菌種的一種方法。

(2)組織分離法：它是利用子實體的組織塊或在銀耳原種瓶中提取白色扭結團(白毛團)，移接到斜面培養基或木屑培養基上，在適宜的條件下，培育成母種的一種簡便分離法，這是屬無性繁殖法。其操作容易，後代能保持原菌株的優良種性，不易發生變異，所以廣泛被採用。但如果子實體感染病毒，用此法得到的菌絲容易退化；若種耳片太老，此法得到的菌絲，成活率也很低。銀耳組織分離有兩種方式，一是從耳片中分離孢子萌發菌絲；二是從菌絲扭結團分離，均能獲得母種。

以下分別介紹操作方法：

A .耳片分離法：新鮮的銀耳耳片表面，黏附有銀耳純菌絲和香灰菌絲，可以直接從耳片中獲得銀耳菌種。具體操作步驟與方法如下。首先挑選種耳，可在封閉、無雜菌的菌種瓶中，專門培養長出的銀耳子

實體當中，挑選出耳前白毛團健壯豐滿，並膠質化形成原基快、出耳早，子實體朵形圓正，耳片肥厚，葉片粗花、色澤潔白的作為分離材料。這種生長在無污染的瓶內空間和基質上的健壯子實體，所分離的菌種純品率較高。

B . 菌絲扭結團分離法：從銀耳栽培袋的群體中，選擇符合標準種耳條件的子實體，作為分離材料，但要認真做好消毒處理。再將子實體剪取 1 釐米見方的小耳片，置于無菌水中沖洗或用酒精擦拭耳片表面，再用紗布吸乾水分後，接入預先滅菌好的菌種瓶內木屑培養基上，讓孢子散落萌發菌絲。1 次接種 30 瓶以上，以供篩選。整個操作過程均在接種箱內進行。然後置於 23°C~24°C 下培養，並逐日觀察，發現雜菌污染的，立即淘汰。待孢子散落在培養基上，萌發成白色芽孢後取出耳片，塞好瓶口棉花。一般從耳片入瓶至芽孢出現需 10~15 天。當原有種耳部位出現小米粒大的白毛團後，用接種針鉤取其中潔白、圓滿的 1 粒，移接到木屑母種培養基上，在 22°C~24°C 條件下，繼續培養 30~35 天。選其中香灰菌絲長勢旺盛、分泌黑色素均勻、白毛團膠質化快、原基健壯、出耳早、朵形圓正者。

(3) 基內分離法：也就是在生長子實體的栽培袋群體中，選取標準種耳後，割去子實體，取其袋內耳基含菌絲體的部位；或選取長有銀耳的段木，割去子實體和削掉樹皮及表層木質部，然後劈成小木片或搗碎。從這兩種基內獲得的分離材料，移接于斜面培養基中央，在適宜條件下即可萌發菌絲，再進行提純轉管培養成母種。

作為銀耳母種分離的種耳，來源於野生和人工栽培的群體中。野外採集標本時，必須注意生態環境，特別是植被和植物群落組成；瞭解其生存獨特環境的基質；採集地的氣溫、地溫、濕度、光照強

度等，為馴化提供原始參考資料。各地科研部門，對銀耳菌種馴化已取得成效，許多菌株已通過人工大面積栽培，成為定型的速生高產菌株。現有銀耳制種，大部分是從人工栽培中選擇種耳。以下介紹標準的種耳應具備的條件。

A.種性穩定：經大面積栽培，普遍獲得高產優質，且尚未發現種性變異或偶變現象的菌株。

B.生活力強：菌絲生長旺盛，原基分化正常，出耳快，長勢好；耳肉厚，葉片粗，展片疏鬆，形似牡丹花的新鮮子實體；基質和子實體無發生病蟲害。

C.確定季節：種耳以春秋產季為佳，冬春產季耳花展片差，不宜使用。

D.成熟程度：通常以接種後 30 天左右，子實體展片成型、彈性強時采集。此時若在種耳的底部鋪上一張塑膠薄膜，1 天後用手撫摸，有滑膩的感覺，這就是已彈射擔孢子。

E.環境適應：採集室內栽培的銀耳子實體，還必須在群體中，將被選的菌袋搬到環境適宜的野外，讓其適應自然環境，1~2 天後取回。

F.入選編號：確定被選的種耳，適時採集 1~2 朵，編上號碼，作為分離母種的種耳，並標明原菌株代號(張勝友，2010)。

銀耳子實體成熟時，會彈射出大量孢子。孢子萌發成菌絲後培育成母種。孢子的採集與提純具體技術如下：

(1)分離前消毒：採集的種耳，表面可能帶有雜菌，可用 75%酒精擦洗 2~3 遍，然後再用無菌水沖洗數次，用無菌紗布吸幹表面水分。分離前，還要進行器皿的消毒。把燒杯、玻璃罩、培養皿、剪刀、不銹鋼鉤、接種針、鑷子、無菌水、紗布等，一起置於高壓滅菌器內滅菌。然後連同酒精燈和 75%酒精或 0.1%升汞溶液(氯化汞 $HgCl_2$)，以及裝

有經過滅菌的瓊脂培養基的三角瓶、試管，經過消毒後的種耳等，放入接種箱或接種室內進行 1 次消毒。

(2)孢子採集方法：具體可分整朵插種、三角瓶鉤懸、試管瓊脂或木屑培養基貼附 3 種方法。操作時要求在無菌條件下進行。下面介紹三角瓶鉤懸法：將消毒過的種耳，用剪刀剪取拇指大小的耳片，掛在鋼鉤上，迅速移入裝有培養基的三角瓶內。耳片距離培養基 2~3 釐米，不可接觸到瓶壁，隨手把棉塞塞入瓶口。

(3)培養移接：種耳掛瓶孢子彈射後，及時移入 25°C 下培養 24 小時。當看到培養基的上方有霧狀的孢子後，再搬入接種箱內，取出鋼鉤和耳片，塞好棉塞，然後再置於恒溫箱或培養室內培養 2~3 天。這時在培養基的表面上，就能看到白色糊狀、邊緣光滑的菌落，此係銀耳分生孢子。因其形態、繁殖頗似酵母，故稱為酵母狀分生孢子，俗稱“芽孢”。此時用接種針挑取少許的分生孢子，接入裝有瓊脂培養基的試管中繼續培養，即得銀耳菌絲或芽孢。

(4)提純選育：孢子採集後還必須進行提純。常用懸浮液注射法。在接種箱內用滅過菌的注射器，吸取 5 毫升的無菌水，注入盛有孢子的培養皿內，輕輕攪動使孢子均勻地懸浮于水中，即成孢子懸浮液。再將注射器插上長針頭，吸入孢子懸浮液，讓針頭朝上靜放幾分鐘，使飽滿的孢子沉於注射器的下部。推去上部的懸浮液，吸入無菌水將孢子稀釋。然後把裝有培養基的試管棉塞拔松，針頭從試管壁處插入，注入孢子懸浮液 1~2 滴，使其順培養基斜面流下。再抽出針頭，塞好棉塞轉動試管，使孢子懸浮液均勻分佈於培養基表面。把上述方法獲得的單孢菌落裝入試管後，及時移入恒溫箱內培養。在 23°C~25°C 的條件下，經過 5~8 天培養，在培養基上可看到許多孢子

堆，其邊緣整齊、光滑，中間凸起，呈乳白色的菌落就是銀耳純孢子。獲得純孢子後，可在接種箱內，移接到新的試管培養基上進行擴大移接，並逐一標上代號和日期，在適溫條件下進行培養。當培養基上長滿菌絲時，即銀耳純菌絲和芽孢。銀耳純菌絲或芽孢還必須與羽毛狀香灰菌混合培養，方可成為一級母種(江壽根等，2010)。

2.3.3 菌種保存

銀耳菌種保藏方法有以下幾種：

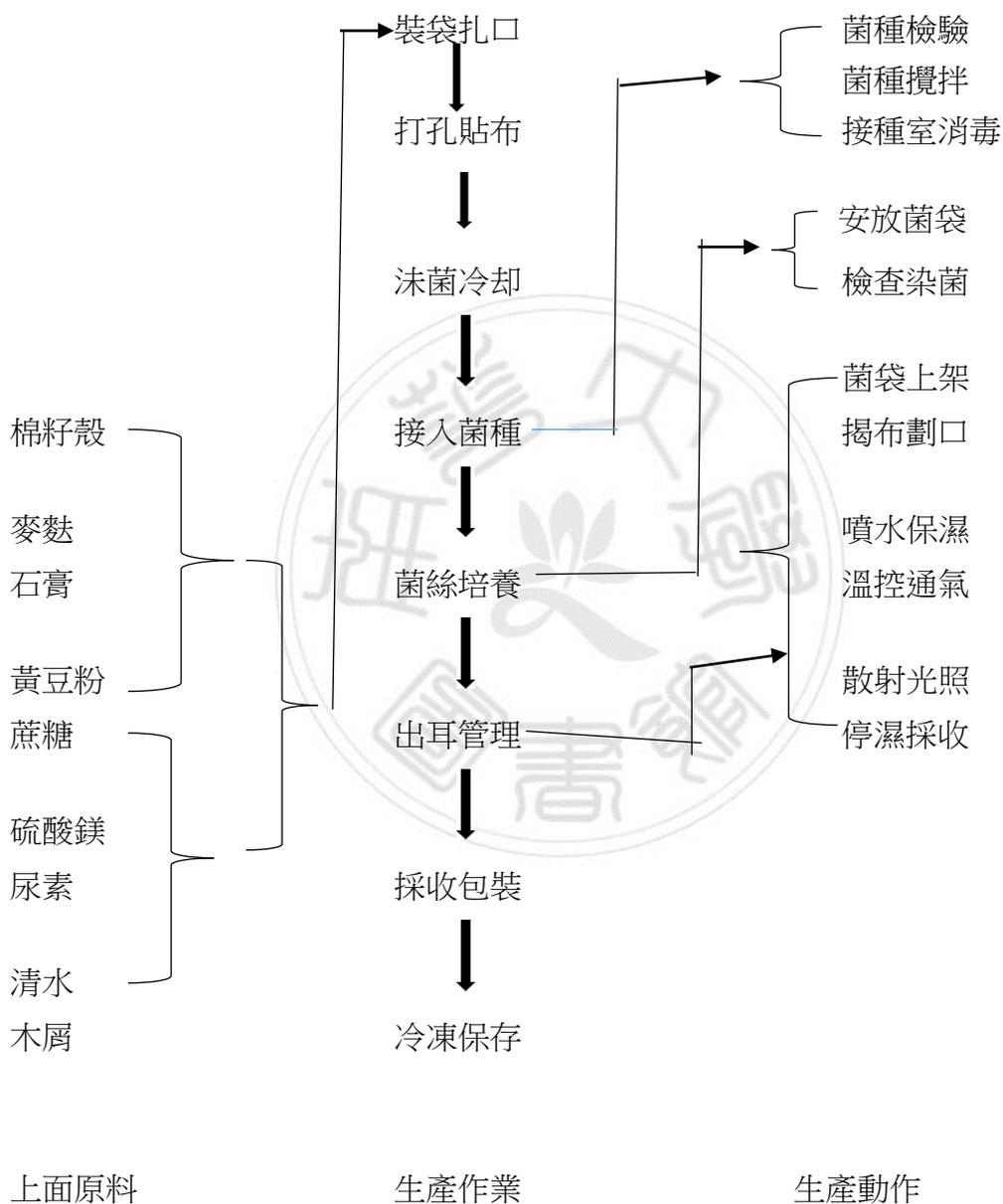
(1)低溫傳代保藏：挑選健壯的銀耳純白菌絲或香灰菌絲的 PDA 斜面母種；將棉塞齊管剪平，再用石蠟封口，以減少培養基失水；然後直接置於冰箱中 $4^{\circ}\text{C}\sim 6^{\circ}\text{C}$ 的溫度下保藏。此法保藏期較短，香灰菌絲每隔 3~4 個月轉管 1 次，而銀耳純白菌絲在 5 個月之內應使用完畢。低溫斜面保藏時，一般要採用營養豐富的天然培養基。最好在培養成分上加入少許 0.2% 磷酸二氫鉀、磷酸氫二鉀作緩衝劑，以中和菌種在保藏過程產生積累的有機酸。

(2)液狀石蠟保藏：此法適用於香灰菌絲的保藏，保藏期 2~3 年。其方法比較簡便，只在斜面菌種的試管內，注入經滅菌的液狀石蠟，注入量以高於斜面 1 釐米為宜，使菌絲體與空氣隔絕，降低其新陳代謝。再用無菌橡皮塞塞好，石蠟封口，直立存放乾燥處或冰箱中保藏。最好 1 年移植 1 次。使用時不必倒去石蠟，只要用接種針從斜面上鉤取一小塊菌絲即可，其餘繼續保藏。操作時應注意液狀石蠟在火焰滅菌時易飛濺，剛從石蠟菌種中挑出移接的菌絲塊沾有液狀石蠟，故生長微弱，必須再轉接 1 次才能恢復正常(張勝友，2010)。

2.4 銀耳栽培及病蟲害處理

銀耳栽培流程如表 2-2 所示，以下將分別介紹銀耳之段木栽培、代料栽培與病蟲害管理。

表 2-2 銀耳栽培流程表



2.4.1 段木栽培法

過去銀耳段木栽培都是利用室外樹林或人工蔭棚栽培，但受自

然條件的影響，若氣候乾燥和長期陰雨連綿，會給銀耳生長帶來不利。現在採用室內段木栽培，不但避免上述情況，而且產量成倍增加(比室外提高 2~3 倍以上)，同時還減少各種病蟲害的發生，適合家庭栽培。

(1)樹種選擇:耳樹是銀耳生長的營養來源，關係到銀耳的生長和產量。適宜栽培銀耳的樹種有；麻櫟、栓皮櫟、小葉櫟(這三種俗稱青桐樹)、楓楊、楓香、棉櫨、甜櫨、白棟、芽栗、野板栗、法國梧桐、黃連木、烏柏、合歡、朴樹、油桐、重陽木、野漆、酸棗、桃樹、梨樹、李樹、棗樹、桑樹、刺槐、楊柳、白榆、檜木樹、水青桐等。因樹種不同，砍伐耳樹的時間也不同。應以樹液開始流動，芽胞膨大時(樹幹中養分最豐富)，砍伐最適宜。一般可在三月上、中旬砍伐，也可以根據當地氣候而定。樹齡大小，一般 7~8 年生為最適宜，直徑以 5~15 厘米為宜，以 10 厘米為最好。過大過小都不利於生長，也可利用大樹的枝條栽培。樹砍倒後，剔去樹枝，鋸成 1 米長的木段，放在通風向陽的地方，堆呈"井"字形，每隔 10~15 天翻動一次，上下內外互相調換位置，促使段木組織死亡和營養轉化，滿足銀耳菌絲生長需要，便成為所謂的「段料」。

(2)場地選擇:銀耳栽培場地，可選擇地道、防空洞、室內等場所，其產量比室外高，能充分利用空間面積，栽培房可設木架，多層栽培。銀耳是好氣性真菌，室內栽培必需空氣流通，光線充足，但又要避免陽光直射。在地面上，要鋪一層小石子或粗砂，以免噴水時泥漿濺在耳棒上，影響銀耳生長。

(3)人工接種:接種時間一般在 4 月上、中旬為宜，氣溫穩定在 15℃ 以上開始接種。接種方法為先將段木用機器或啄斧打眼，無論用機器

或啄斧，均要求每個耳棒的株行距為 3x2 厘米，眼深 2~2.5 厘米。眼分布均勻，過密，朵小，浪費菌種和勞力；過稀，影響產量。眼打好後，將菌種掏出來，放在小盆內，每個眼裡放一木塊菌種，用小錘輕輕敲進去，敲緊，敲平整，不能脫落。接種最好採取流水作業，邊打眼，邊接種，邊碼堆，以免菌種乾燥和雜菌污染。一般當天打的眼，當天接完、碼堆，效果較好。

(4)耳棒發汗(發酵)：發汗的目的是為了保溫、保濕，促進銀耳菌絲定植和蔓延生長，耳棒發酵而分解有機物，達到銀耳利用的目的。發汗方法:選擇好場地，支墊木，將耳棒橫放在墊木上，堆呈"井"字形或覆瓦形。每堆 1 米高，堆內插一支幹濕度計，頂上先蓋一層鮮樹枝，再蓋塑料薄膜，四周壓緊蓋嚴。也可幾堆一蓋，但不宜過多，過多則不容易控制溫、濕度。發汗場地不能過分潮濕，過濕耳棒不易死，還會發青芽、抽梢，消耗段木營養，菌絲就難分解木質部，儘管能出耳，但產量極低。如發現這種情況，立即停止噴水，讓耳棒曬一下太陽，使它儘快死去。在發汗過程中，特別要控制溫、濕度，防止塑料薄膜內溫度超過 28℃。如在室外發汗，堆頂上最好不要蓋塑料薄膜，只能覆蓋樹葉或草簾。室內發汗，不蓋樹葉或草簾，只用塑料薄膜覆蓋。但是要有縫隙通氣，讓堆內的多餘熱量和二氧化碳散出，不然就會出現綠霉、黃霉、根霉等雜菌。在碼堆後，每隔 7-10 天翻一次棒，上翻下，內翻外。在翻棒的同時還要檢查耳棒於濕度，一般翻頭兩次不需要噴水，如果確實乾燥，可少噴。另外，要觀察接種口的菌絲成活情況，銀耳菌絲先從接種口蔓延開來，向木質部發展。耳棒經過 30 天的發汗，已基本達到目的，有的在發汗 25 天左右，就會陸續出現小耳芽，30 天後普遍出齊。若發現這種情

況，就不需再發汗，應將耳棒排在室內，進行上架管理。

(5)出耳後管理：濕度管理上，銀耳子實體生長期間，需要較大的濕度，為 85~95%。晴天每天噴水 3~5 次，陰天少噴，雨天不噴。每天噴水不宜過多，保持地面有一定的濕度，但又不積水，耳棒上"見水不流水"為宜。只要不是大風天氣，一般每天噴少量的水分就可以了。噴水可用洒水壺、噴霧器，或自來水膠管噴頭噴(像下毛毛雨一樣)，既增加空氣濕度，又可使高溫降低。只要保證耳邊不發黃，不收縮，晶瑩濕潤就行了。水源要求清潔衛生，不能用渾水、田水和含漂白粉的水(郭成金，2010)。

2.4.2 代料栽培

銀耳的栽培原料廣泛取材容易，玉米芯、甘蔗渣、花生殼等曬乾後皆可做為其原料。而其生產管理之日常點檢日報表則示如表銀耳生產管理點檢日報表。

常用之銀耳代料生產配方有四，包括：

(1)培養基配方：下面詳細介紹不同原料的幾組培養基配方，栽培者可以就地取材，因地制宜地採用。A. 棉籽殼 76%，麥麩 20%，黃豆粉 1.3%，蔗糖 1.2%，石膏粉 1%，硫酸鎂 0.5%棉籽殼培養基配方；B. 棉籽殼 80%，麥麩 15%，玉米粉 3%，石膏粉 1%，蔗糖 1%；C. 棉籽殼 78%，麥麩 19.5%，石膏粉 2%，硫酸鎂 0.5%；D. 棉籽殼 76%，麥麩 20%，黃豆粉 1.3%，蔗糖 1.2%，石膏粉 1%，硫酸鎂 0.5%棉籽殼培養基配方。

(2)雜木屑培養基配方：A. 雜木屑 75%，麥麩 20%，石膏粉 2%，蔗糖 1.3%，硫酸鎂 0.4%，黃豆粉 1.3%，料與水的比例為 1:1.15 (以下

同)；B. 雜木屑 76%，麥麩 19%，黃豆粉 1.5%，蔗糖 1.5%，過磷酸鈣 1%，石膏粉 1%；C. 雜木屑 73%，麥麩 24.5%，石膏粉 1%，蔗糖 1%，磷酸二氫鉀 0.5%。

(3)混合培養基配方：A. 棉籽殼 50%，玉米芯 26%，雜木屑 18.5%，石膏粉 2.5%，黃豆粉 1.3%，蔗糖 1.3%，硫酸鎂 0.4%，料與水的比例為 1:1.1~1.2(以下同)；B. 雜木屑 34%，玉米芯 25%，棉籽殼 22%，麥麩 16%，石膏粉 1.5%，蔗糖 1%，硫酸鎂 0.5%；C. 雜木屑 50%，甘蔗渣 20%，玉米芯 10%，麥麩 18%，蔗糖 1%，石膏粉 1%；D. 玉米芯 40%，棉籽殼 40%，麥麩 18%，石膏粉 1.6%，尿素 0.4%，料與水的比例為 1:1.2~1.25。

(4)稈草類培養基配方：A. 向日葵稈(盤) 70%，麥麩 25%，石膏粉 1%，蔗糖 1%，黃豆粉 2%，硫酸鎂 0.6%，磷酸二氫鉀 0.4%，料與水的比例為 1:1.5(以下同)；B. 高粱稈粉 50%，木屑 30%，棉籽殼粉 18%，石膏粉 2%，料與水的比例為 1:1.2~1.3；C. 蘆葦 35%，芒萁 30%，雜木屑 12%，麥麩 20%，蔗糖 1.5%，硫酸鎂 0.5%，石膏粉 1%，料與水的比例為 1:1.2~1.3。

上述培養基配方中，第一組棉籽殼培養基配方 4 種最為理想，第二組和第三組雜木屑與混合培養基也可。第四組稈草及野草次之。作為商業性生產銀耳的地區，應選擇一、二組為好；稈草及野草類培養基，從農作物下腳料再利用角度而言，就地取材成本低廉，具有一定價值。各地應當因地制宜。

菌袋是銀耳生產的載體，製作程式分為：裝袋→打穴封口→滅菌冷卻→接種等 4 個步驟，代料栽培上，木屑與棉籽殼生產技術沒有差異(張勝友，2010)，茲敘述如下：

(1)培養料裝袋：裝袋按下列程式進行操作。

A.塑膠袋準備：銀耳大規模商品化生產，採用低壓聚乙烯為原料的成型折角袋。其規格：袋徑折幅寬、長為 12~12.3 釐米×50~55 釐米，厚度 0.04 釐米。優質塑膠袋要求達到 4 項標準：薄膜厚薄均勻，袋徑扁寬大小一致；料面密度強，肉眼觀察無砂眼，無針孔，無凹凸不平；抗張強度好，剪 2~4 圈拉不斷；耐高溫，裝料後經常壓 100℃滅菌，保持 16~24 小時，不膨脹、不破裂、不融化。

B.裝袋方法：培養料配製後，轉入裝袋工序。裝袋分為機械與手工操作。目前商業性生產採用裝袋機裝料比較普遍。銀耳專用裝袋機，出料口套筒直徑 6.6 釐米，適於 12 厘米的塑膠栽培袋。每台裝袋機配備操作人員 7 人，其中上料 1 人，掌機 1 人，傳袋 1 人，紮袋口 2 人，打穴 1 人，膠布封口 1 人。每台每小時可裝 1000 袋。裝袋分為 2 步，第一步為填料，即先將薄膜袋口一端張開，整袋套進裝袋機料口的套筒上，雙手向薄膜袋口緊托。當料從套筒源源輸入袋內時，右手撐住袋頭往內緊壓，形成內外互相擠壓，使料入袋後更緊實。此時左手托住袋順其自然後退。當填料接近袋口 5 釐米處時，料袋即可取出豎立，並付給下一道捆紮袋口工序。在第二步紮口部分，採用棉紗線或塑膠編織帶捆紮袋口。操作時，先按裝料量增減袋內培養料，使之足量；繼之左手抓料袋，右手提袋口薄膜合攏，左右對轉，扭緊薄膜，使料緊實；或在袋口四周拳擊數下，使袋料緊貼不留空隙。然後清理袋口剩餘 5 釐米薄膜內的空間，掃掉沾粘的殘物，再把袋口薄膜合攏，用紗線纏紮袋口 3~4 圈後，再反折過來又紮 3 圈，袋頭即密封。培養料配製後，如果裝袋時間拖延，袋內升溫有利於微生物繁殖，造成基料酸變，使 pH 值變化，對菌絲生長不利。

因此時間性很強，即從培養料加水至拌料裝袋結束，時間不應超過5小時，以防培養料發酵變酸。標準裝料量為12釐米×53釐米的袋，裝乾料600克，濕重1250~1300克。如果是12.3釐米×56釐米的袋可裝乾料650克，濕重1350~1400克。袋緊實度以手抓料袋，五指用中等力度捏住袋面，呈現微凹即可。培養料的配裝量要與滅菌灶設備的吞吐量相銜接，當日配料，當日裝完，當日滅菌。

(2)料袋打穴封口：銀耳料袋應採取先打穴、膠布封口，後滅菌、接種。因為銀耳菌絲比其他菇類柔弱，抗逆、抗雜能力弱，為減少培養料在空間暴露的時間，防止雜菌入侵，打穴封口應掌握以下技術。

A.定量定位：料袋長短規格不同，接種穴數量也有別。料袋有兩種規格，一種是袋長50釐米的打3穴；另一種是袋長55釐米的打4穴。接種穴位置，按料袋長度等分距離。

B.穴口深度：銀耳接種後，是1穴只長1朵子實體，一次性收成。為此，接種穴的深淺，要求十分嚴格。如果接種穴太淺，會導致兩個問題發生，一是菌種定植期遇高溫乾燥的不良環境時，菌種很快鬆散、萎縮，不定植；二是菌絲發育形成“白毛團”，緊貼在膠布上，當穴口揭布時，會把“白毛團”菌絲一起帶走，影響出耳。標準接種穴為寬1.2釐米，深2釐米。



圖 2-5 菌包銀耳圖

2.4.3 銀耳病蟲害

生物防治包括採取植物性藥物和培養動物性天敵來治蟲，以及育菇壯體，或利用物理性方式克制病蟲害。

(1)植物藥劑：利用有些植物本身含有殺菌驅蟲的藥物成分，作為防治病蟲害的藥劑。如除蟲菊，是綠色植物農藥的理想原料，主要含有除蟲菊和灰菊素，花、莖、葉可制除蟲菊酯類農藥，是合成溴氰菊酯、氰戊菊酯的重要原料。可將除蟲菊加水煮成藥液，用於噴灑耳房環境，殺滅雜菌害蟲；還可將除蟲菊熬成濃液，塗黏於木板上，掛在燈光強的附近地方誘殺菇蠅、菇蚊，效果很好。此外，茶籽餅也是植物農藥。茶籽是油茶植物的果實，榨油後的茶籽餅氣味芬芳有殺蟲效果，將其磨成粉撒在紗布上，蟎蟲就會聚集於紗布，然後把紗布放在濃石灰水裡一浸，蟎蟲便被殺死，連續操作多次殺蟎效果可達 90%以上。此外，煙草、苦楝、臭椿、辣椒、大蒜、洋蔥、草木灰等都可作為植物製劑農藥，用於殺蟲，成本低廉。

(2)利用各種物理因素，人工或器械殺滅蟲害、雜菌的方法，具體如下：

A.特殊光線殺滅：採用紫外線燈殺菌。接種室、超淨工作台、緩衝室內安裝 30 瓦紫外線燈，每次照射 25~30 分鐘，可有效地殺滅細菌、黴菌、病菌。採用黑光燈波長 $3.3\sim 4\times 10^{-7}$ 米，具有較強誘殺力。許多昆蟲具有趨光性，在耳房(棚) 內安裝黑光燈，可誘殺螻蛄、葉蟬、菇蚊、菇蠅、菇蛾。

B.臭氧氣體殺菌：臭氧具有高效廣譜消毒滅菌作用，可通過高壓放電，把空氣中的氧氣轉變成臭氧，再由風扇把臭氧吹散到空間消毒殺菌；或由氣泵把臭氧注入混合水中，這是新一代消毒滅菌設備(江壽根等，2010)。

2.4.4 銀耳之有機栽培

(1)銀耳有機生產：現代市場消費理念發生新的變化，人們對食品的要求，從過去單純講究品味、營養，逐步轉向綠色、安全、保健，已成為時代消費新潮流。有機栽培場地的生態環境，應符合我國現行「有機農產品暨有機農產加工品驗證管理辦法」之要求，並特別注重在檢測土壤、水源水質和空氣這 3 方面的品質。

(2)原物料品質：栽培銀耳的原、輔料來源很廣，但有些原料在樹木、棉花、甘蔗、玉米的生產過程中，易有重金屬鎘、汞、鉛、砷或農藥殘留。這些有害物質通過生物鏈，不同程度地進入銀耳菌絲體，從而轉移到子實體中造成污染。因此，在原、輔料品質上必須嚴格把關，原、輔料要求新鮮、潔淨、乾燥、無蟲、無黴爛變質、無異味；對棉籽殼等必須進行重金屬和農藥殘留檢測，只有不超過相關管制標準的原料才可採購，雜木屑應除去桉、樟、槐、苦楝等

含有害物質的樹種，才能用於栽培有機銀耳。原料進倉前要採取烈日曝曬，殺滅病原菌和害蟲、蟲蛆；堆放原料的倉庫要求乾燥、通風、防雨淋、防潮濕，才能確保原料不黴爛不變質(江壽根，2006)。



第三章 研究所使用之材料與方法

本研究擬比較以棉籽殼為介質之傳統方式，以及以木屑為栽培介質進行銀耳種植，對銀耳生產之影響。研究地點為偉裕生物科技股份有限公司及隆穀養菇場，探討不同生產管理方式下，適合銀耳生長之溫度、濕度、光照、空氣等環境因子，並比較以木屑及棉籽殼為栽培介質的生產管理方式對於銀耳生長表現及成份之差異。以下將分別說明研究地點、栽培場設計、環境條件、介質、栽培方式及栽培管理等項目。

3.1 研究地點

本研究地點位於台中市霧峰區霧峰區北勢里豐正路 506 號 菇寶科技栽培場，研究時間自 104 年度 6 月 5 日起，持續至 7 月 30 日，另外在做再生管理。

3.2 栽培場設計

依據最低運轉成本要求，對於廠房之間需要緊密配合，但又需要相互獨立，防止干擾及病害傳播。一般菇場區面積約 400 坪，有製包間、沫菌間、接種間、養菌間、生產間、原料間等，

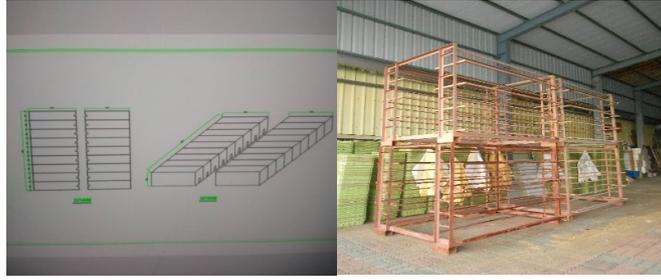


圖 3-1 本研究菇場之設計圖

3.3 栽培環境條件

本研究之產菌間以 25 坪為單位設計，太大容易感染雜菌。在配置上以 4 米高，種 5000 包、10000 朵的產量，初期規劃日產 5000 袋太空包白木耳，以 45 天為一週期。設備上包含噴霧設備(含淨水設施)、冷氣設備、栽培架、溫溼度感測器、二氧化碳感測器。每個太空包尺寸為直徑 10cm*高 20cm，平均重量為 1 公斤產 2 朵。所使用之材料包含：

(1) 木屑 75%，麩皮 23%，尿素 0.5%，石灰 0.5%，硫酸鎂 0.5%，過磷酸鈣 0.5%。一公斤 木屑包 5000 包。

(2) 棉籽殼 75%，麩皮 24%，石灰 0.5%，過磷酸鈣 0.5%。

每次栽培生產以 5000 袋為宜，但也可根據實際情況及栽培規模，適當增多或減少。



圖 3-2 產菌間之接種生產情形

3.4 栽培介質

(1) 木屑培養基：木屑 4800 斤、麩皮 1440 斤、黃豆粉 96 斤、生石膏 96 斤、硫酸鎂 4.8 斤、水總量約 1：1 至 1：3。

(2) 棉籽殼培養基：棉籽殼 4800 斤、麩皮 1500 斤、黃豆粉 100 斤、生石膏 100 斤、硫酸鎂 50 斤，水總量約 1：1~1：1.3。

(3) 合成方法：先將木屑或棉籽殼、麩皮、黃豆粉、生石膏幹勻攪拌，然後將白糖硫酸鎂溶解於原料總重量的 50%~60% 的水中，倒入攪拌好的料攪拌均勻。

(4) 裝袋：菌袋排場要求菌袋經過 10 天左右的培育，菌絲生長逐步旺盛，新陳代謝活力增強，產生的二氧化碳濃度也隨之增加。此時需要吸收外界氧氣，排出二氧化碳，同時釋放出能量，以滿足菌絲生長發育的需求。因此，菌袋必須由原來發菌室搬到出耳房或耳棚內，進行疏袋排放于培養架上，生產上俗稱為“轉濕度排場”。

3.5 栽培方式

(1) 場所消毒：無論是室內耳房或是野外耳棚，在菌袋進房前 3 天，

進行 1 次室內外消毒滅菌。房內消毒應選用經農業部發證農藥生產合法企業的產品，次氯酸或臭氧。施用時，空氣相對濕度要求 85% 以上，產生氣霧殺菌。菇房四周環境清除雜草，並噴撒石灰粉消毒，然後開窗更新空氣。

(2) 掌握菌齡：菌袋轉濕房的時間，一般從接種之日起，在適宜溫度條件下經過 10 天左右的培育，菌絲已伸展至接種穴膠布邊，菌絲圈直徑達 10 釐米，穴與穴的菌圈互相連接，達到這個標準。此時應把菌袋從培養室轉入子實體生長房或耳棚內。即菌袋接種後發菌乾燥房，轉入長耳濕房。如果培養期間氣溫低，菌絲生長沒達標，還要延長 1~2 天；秋季氣溫稍高，菌絲生長快，可提前 1~2 天。

(3) 排袋方式：菌袋進入耳房後，採取臥式排放，袋與袋之間距離 2~3 釐米，以利於散熱。一般 4 至 3 米寬的耳房，靠房壁兩旁的菌袋一端要離壁 15 釐米，以利於內向空氣流動，耳片舒展，避免因通風不良，展片差，朵形變態。菌袋經過轉房排場後，菌絲發育加快，大量吸收基內營養後，開始分泌色素。黑色斑紋的菌絲舒展有力，不斷驅趕濃白菌絲，逐漸由白色變為黑色雲斑的菌絲體。此時菌絲呼吸旺盛，生理上需氧量加大，單靠原有穴口通氣量，已不能滿足要求。為此必須及時開口增氧，以滿足幼耳生長發育對氧氣的需求。在開口增氧這個環節上，曾歷經 3 次改革，最早是採取先把穴口膠布揭起一角，並皺成半圓形小口，當穴內白毛團顯現膠質化，形成原基時，再把膠布撕掉，然後進行割膜擴口(郭成金，2010)。

(4) 培養室的消毒與滅菌：培養室的消毒滅菌工作，要徹底、嚴格，達到殺蟲滅菌的目的，方法是提前幾天先用次氯酸溶液噴撒，用量要適當。培養基棒子接好種後，進栽培室前，氣味必須消除乾淨。然後

用硫磺薰蒸，用量每立方米 15 克，隔日後再用（接種當天）次氯酸，高錳酸鉀 10 克，混合薰蒸，消毒滅菌。另外用 5% 的石炭酸噴射也可以。

(5) 接種與發菌：接種工作也應按無菌操作要求進行。選擇無雜菌、生長旺盛、菌齡在 20 天左右的高純度菌種（供段木栽培的菌種不能使用），刮掉小子實體或耳基，擦淨表層，然後攪細拌勻，打開膠布，用接種勺迅速通過酒精燈火焰，將菌種接入接種口內，稍稍壓實，貼好膠布。每瓶菌種可接種穴 55~65 個。接好種後移入經過消毒滅菌的培養室，堆放發菌。溫度保持在 26℃~28℃ 乾燥培養。經 5~7 天后便可排放在架子上。發菌時要注意溫度和堆放的方法，防止因溫度過高而燒垛，造成菌種死亡。並要適當通氣換氣，保持室內空氣新鮮，以利菌絲生長江壽根(2010)。

3.6 栽培管理

管理技術程式控制為了便於栽培者一目了然，科學地掌握銀耳栽培新技術，菌袋接種後發菌培養、劃線增氧誘耳及子實體生長發育，規範化管理新技術日程控制，見表 3-1。

表 3-1 銀耳袋栽規範化管理新技術日程式控制表

培育天數	生長狀況	作業內容	溫度(℃)	濕度(%)	注意事項
1~3	接種後， 菌絲萌發 定植	菌袋重疊 室內發 菌，保護接 種口	26~27	70 以下	乾燥防濕 避光養菌 不必通風

4~8	穴中凸起 白毛團菌 絲伸長袋 壁	翻袋檢查 雜菌，疏袋 散熱、調整 堆碼	24~25	70	防止高溫 和陽光直 曬保持室 內乾燥
9~10	菌圈直徑 8~10米，色 白帶黑斑	空間消毒， 轉房上架 排袋	23~25	75	室溫不超 25°C保濕， 通風，增 氧
11~14	菌絲強壯 現黑雲色， 逐層伸展	檢查雜菌， 疏袋散熱， 做好開口 前準備	23~25	85	室溫不低 於18°C，不 高於28°C
15~16	菌絲基本 滿袋原基 分化成碎 米狀耳芽， 伴有棕色 水珠	撕掉穴口 膠布注意 黃水	22~23	90~95 噴水 保濕	菌袋穴口 朝側向讓 黃水穴外 流泄
17~20	原基分化 舌狀耳	噴水保濕， 增氧	23~25	90~95 噴水 保濕通氣	噴霧空間 及菌袋底 面引光
21~23	幼耳叢生 食指大耳	在穴口兩 旁側面各	22~23	90~95 噴水 保濕通氣	通風、引 光。劃口後

	片伸展	劃 1 道 3 厘米長增 氧提水			防超溫
21~30	朵大 8~12 厘米耳片 松展，色白 鮮豔美觀	再噴水 保 濕，引光增 加耳片白 度與厚度	23~25	90~95 噴水 保濕通氣	保濕為主， 乾濕交替， 通風更新 空氣防止 過濕爛耳
31~38	朵形圓正， 高大肥厚， 有彈性， 耳片略有 收縮，	停止噴水， 加強通風， 控制濕度， 成℃色白， 基黃耳待 收	23~25 防止蒂頭 瘁爛	80~ 8535 天后選擇 晴天採收	不低於 22 防止鼠害



圖 3-3 使用棉籽殼生產(左圖)之生長情形 圖 3-4 使用木屑生產(右圖)之生長情形



第四章 結果與討論

4.1 不同介質之銀耳生長情形比較

銀耳在原種時香灰母種與銀耳母種須能結合，銀耳與香灰有惟一性不是任何銀耳與香灰都能結合，所以在栽培種時我們就確定它能在木屑菌包與棉籽殼生長所以差異就不大。

不同介質之銀耳生長情形如圖 3-3 所示，生產成功率 80%。本研究以木屑為介質時，每朵銀耳重約 100 g，以棉籽殼為介質時，每朵銀耳重約 150 g。若以總產量而言，木屑生產總量為 5000 包 X2X100 gX80%=800,000g；棉籽殼生產總量為 5000 包 X2X150gX80%=1,200,000g，因此每期生產棉籽殼比木屑多 400 公斤。銀耳一級品每公斤約 400 元，因此一個 25 坪之菇場，每一生長期以棉籽殼為介質之收益約比以木屑為介質之收益多 16,000 元。然而以棉籽殼為介質須考量後續廢棄物處理及消費者接受度之問題。



圖 4-1 銀耳菌絲



圖 4-1-1 銀耳菌絲



圖 4-1-2 銀耳瓶裝



圖 4-2 子實體

圖 4-3 子實體採收

木屑菌絲體 20 天萌發 92%。

棉籽殼萌發快 18 天萌發 95%。

基本菌絲走法差距不大。

4.2 在木屑與棉籽殼介質之銀耳生長時間比較

兩菌絲滿袋時間相同 26-28 天。

銀耳並不菌絲完全走透才會生子實體，

表 4-1 實驗不同培養基木屑與棉籽殼生長情況比較

配方	菌絲長勢	形態色澤	菌絲滿袋時間	子實體分化時重量
木屑	萌發遲, 20 d 滲透基內占 92%	毛團較圓 吐清黃色 水	26-28d	20-22 d 每朵 100-120g

棉籽殼	萌發快，18d 滲透基內占 95%	毛團飽滿 吐清黃色 水	26-28d	18-20 d 每朵 150-200g，
-----	-------------------------	-------------------	--------	-------------------------

4.3 生產成本效益分析

木屑子實體成長時間 20-22 天 每朵 100-120g。

棉籽殼子實體成長時間 18-20 天 每朵 150-200g。

檢查成分都可有機認證，銀耳的產量主要與所用菌種對栽培料營養成分利用的程度有關，也與栽培料的碳氮比有關。現在所有袋栽銀耳料中棉籽殼含量皆在 80%以上，最高達 88%。而當棉子殼超 40%以上時，在栽培袋中會逐漸產生氨味，而當氨味達一定程度時就不利於銀耳菌絲的發育，故要求香灰菌絲與銀耳菌絲早期發育速度愈快愈好。改進配方培育的原種經轉接栽培種，由於銀耳菌絲與香灰菌絲比例適當，且兩種菌絲性狀表現優良，有早期發育快的特點，香灰菌絲前期長勢好，能趕在氨味產生之前就強壯發育。因此栽培筒產生的氨不僅不會阻礙其生長，而且還為它高產量提供了氮元素。所以棉子殼生產只能一次。

收益：每朵差 20-50%每庫房 5000 包差距產能 200 公斤至 500 公斤銀耳一級品每公斤 400 元 8 萬元至 20 萬元。生長期差異不大、但金錢價值就差很大。棉仔殼銀耳二次生產有難度。

木屑報價 4,550-4,900 元/噸

棉仔殼報價 11,900-12,600 元/噸

由於農民種植為了生活只求效益，可知前人化費多少心血本技術是 1894 年前後，四川省通江縣開始半人工栽培，產量為 25-30g

乾耳/100 斤木材生產期四個月。1942-1944 年楊新美採用孢子彈射法獲得銀耳純菌種，並觀察到銀耳與香灰菌的伴生關係。1959 年上海市農科院陳梅朋教授分離到銀耳與香灰菌的混合菌種，並進行段木新法栽培與木屑瓶栽，產量為 1.0-1.5kg/100kg 木材。

1968 年古田縣姚淑先開始棉籽殼瓶栽。1974 年開始棉籽殼袋栽，產量為 13-18kg 乾耳/100kg 培養料。乾與濕比重十比一。林俊義院長說，台灣菇類年總產值約新台幣 130 多億元，台中市占約 8 成，其中又有 7 成產地就在霧峰。台灣白木耳市場需求量大，但台灣禁用部分農藥，菇類成長深怕蟲害，未施用農藥難以種植成功。

台灣的食用菇大部分仰賴中國大陸進口，林俊義指出，年進口量達新台幣數億元，但中國大陸方面生產涉及農藥使用等問題，品質良莠不齊。台灣銀耳產量很少所以開放大陸進口台灣。

林俊義院長表示，菇類中心經濕度、溫度及二氧化碳等環境控制，不斷嘗試摸索研究 4 年多，在 2011 年成功栽培出白木耳，並具大量生產的經濟價值，近期再成功透過環控栽培舞菇，已具有大量生產的經濟價值；未來將朝向竹筴栽培研究。

白木耳又稱為銀耳，富含的多醣體、具抗氧化特性，常被用於養生。中醫認為，白木耳滋陰潤肺、養胃生津，為養生品，多醣體具有穩定血糖、降低膽固醇，可抗氧化，提升免疫力。

「摸索 4 年透過環控，才成功栽種出白木耳」，林俊義說，經濕度、溫度及二氧化碳等環境控制，不斷嘗試摸索研究 4 年多，在 2011 年成功栽培白木耳，並具大量生產的經濟價值。本技術有難度是中溫菌種容易感染雜菌又需濕度氧氣充足。原考察看古田人大量生產以為很簡單，真正從事才知困難很多，大陸敢用藥我們卻不行。

林俊義曾任行政院農委會台中縣種苗改良繁殖場長、台中區農業改良場長及農試所長，就讀中興大學研究所時就研究洋菇，從此與菇類結下不解之緣。

「沒遇過這麼難搞定的菇類」，林俊義指出，研究團隊透過濕度、溫度及二氧化碳含量等環境控制，在無病蟲害的威脅下，為白木耳營造最佳生長環境，但白木耳卻還不願乖乖的長大。

林俊義說，剛開始種白木耳菌，怎麼種都種不活，「就像養孩子一樣，白木耳長不好，讓團隊苦惱不已」，歷經不斷嘗試摸索，數不清的失敗，幾乎都要放棄了，才成功種植出白木耳。

所以棉籽殼生產速度與產量都贏過木屑菌包，所以百分 90% 農民都利用棉籽殼生產，但因兩方都能通過有機認證，但只有木屑培養基才通過 ISO22000，可惜一般消費者不懂得食材我們須再教育。

有機檢核未能落實有危害因數的農產品，所以對棉仔殼內容成分棉仔酚也沒有特別要求，只檢查重金屬含量而以。

第五章 結論與建議

5.1 結論

銀耳生產如再加入個再生管理，其木屑產量也不比棉仔殼差，進入深工也無後顧之憂，只是技術須加強國人對中溫菌種的管理概念，比較缺少，如今因為銀耳每公斤大盤收購還有 400 元其他次級也有 300 元，只要 7 天就能再生一回。第一批銀耳採收後，若耳基顏色黃，能分泌黃水，還可以長出第二批銀耳。第一批採收結束後要及時檢查，

把不能再生的菌袋淘汰掉，留下可再生的菌袋，保溫 20 ~25℃，並停止噴水 3 天，以後進入正常管理，15 ~20 天后又可長出第二批銀耳。一般第二潮銀耳品質較差，但可加工當飲料。

農業原是最弱勢的一群，隨著工業進步昇級與國民生活水準的提高，是否大家能多關懷農業技術開發工廠化生產改善農民生活：現食用菌漸成國人餐桌上的新寵，市場對食用菌的需求增長迅速。目前我國主要的食用菌品種有蘑菇、香菇、草菇、木耳、銀耳、平菇、滑菇等 7 類，在掌握選育優良品種、改進制種和栽培技術的基礎上，食用菌產業發展速度正迅速提高。科學家們預言，21 世紀食用菌將發展成為人類主要的蛋白質食品之一，食用菌產業發展空間巨大。

雖然我國今年食用菌生產值有一百三十多億，但她將成為我國繼糧、棉、油、菜果之後的第六大種植產業，但產量仍然不能滿足市場的需求，高級食用菌品種價格居高不下，如何改善生產流程增加效益。

食用菌產業具有點草成金，化害為利，變廢為寶的特點，其生產成本低，週期短，效益高，投入產出比約為 1：3-5，只要掌握技術，人人投資得起，家家種得好，是農民快速致富的有效途徑。

隨著食用菌新技術的推廣普及，希望有更多的農民能學習到食用菌生產而致富（劉鑫，農村百事通，2014）。

5.2 建議

從事農業生產價值與否跟工業生產一樣是生產者本身技術的好壞，如果你的技術好就不怕別人競爭，而你從事這項工作才有價值。不要一窩蜂跟人家後面。農業工廠化改善：改變生產期、生產量、品質提升。長期研究銀耳的農業試驗所前所長、現任亞洲大學健康學院

院長林俊義表示，因為氣候和技術問題，台灣種銀耳的人屈指可數，市面上的乾貨 99%仰賴中國進口。其實並非中國進口就是走私，目前全球只有中國有能力外銷銀耳，台灣每年都從中國合法進口約 200 噸銀耳，但業者表示，「檯面下」的交易更可觀，目前合法進口的額度只佔國人需求三分之一，也就是說，市面上高達三分之二的銀耳都是走私。



圖 5-1 銀耳收成

參考文獻

- 呂作舟，(2001)， 食用菌生產技術手冊，上海科學技術出版社。
- 銀耳菌種研究第 133-136 頁。
- 銀耳栽培第 133-136 頁。
- 楊淑惠、林俊義(2006)，銀耳新用途—多醣體美容保養化妝品原料行政院農委會第 166 期刊。
- 方芳、宋金錫、馮吉慶、江小龍，(2007)，食用菌生產大全，江蘇科學技術出版社。
- 張勝友，(2010)，新法栽培銀耳，華中科技大學出版社。
- 郭成金，(2010)，銀耳標準化高效栽培技術，化學工業出版社。
- 郭成金，(2010)，銀耳標準化高效栽培技術，第 10 頁。
- 郭成金，(2010)，銀耳標準化高效栽培技術，第 2-3 頁圖。
- 江壽根、陳夏嬌、倪桂鋒、陳建江，(2010)，銀耳產業經營致富，金盾出版社。
- 中華民國真菌學會(1997)，中華真菌學會會刊(季刊)。中華民國真菌學會。
- 孔祥君、黃學馨(1986)， 食用菌生產技術問答，上海科學技術出版社。
- 食品工業發展研究所(1999)，大專院校教師微生物菌種培養及保存食品工業發展研究所。
- 袁國芳(1997)，應用真菌--- 食品篇食品工業發展研究所。
- 食品工業發展研究所(1996)，食藥用菇類菌種製作訓練班講義。食品工業發展研究所。

黃年來(1993)，中國食用菌百科，中國農業出版社。

楊新美(1988)，中國食用菌栽培學，農業出版社。

