

【101 年全國高職學生實務專題製作競賽暨成果展報告書】

題目：黑木耳菌絲體液態培養之探討

指導老師：田雅嵐、廖靜仔

參賽學生：吳怡萱

陳彥伶

葉冠蘭

學校名稱：台北市立松山高級工農職業學校

群 別：食品群

科 別：食品加工科

中 華 民 國 1 0 1 年 0 3 月 0 7 日

目錄

摘要	1
壹、前言	2
貳、文獻探討	2
參、實驗目的與架構	8
肆、實驗方法	9
伍、結果討論	11
陸、參考文獻	13

黑木耳菌絲體液態培養之探討

摘要

人們對菇類的印象，多半在其色彩豐富且特殊的形狀的外觀，即子實體。然而近年來有關菇類的生理活性物質逐漸被重視，但菇類的栽培管理，需消耗大量人力、栽培的空間和殺菌，以及由接種到子實體收成時需長達月餘甚至數月的時間。因此為了能增加食用菇類的利用價值，並能利用其他有用之代謝產物，本實驗以液態培養的方式生產黑木耳菌絲體。

本實驗選定三種天然農產品黑豆粉、胚芽粉及燕麥片配製濃度分別為 1%、3%、5% 經高壓蒸氣滅菌後做為複合培養基，於 20°C 進行液態培養。結果顯示，不同比例複合培養基培養黑木耳菌絲體皆在添加比例 5% 得到最高菌絲體乾重，不同基質菌絲體乾重量為胚芽粉 > 黑豆粉 > 燕麥片。濾液還原糖試驗，顯示胚芽粉濾液中殘留還原糖量最低，證明黑木耳菌絲體能充分利用其基質生長。黑木耳菌的最適生長為 pH 值為 5~7，燕麥片培養基 pH 值為 4.3~4.7，得最少菌絲體生長量，推論生長環境低於最適生長 pH 值，而抑制其生長，而黑豆粉及胚芽粉培養基 pH 值為 7.0~7.1 與 6.2~7.0 皆得到較多菌絲體生長量，呼應學理上黑木耳菌絲體適合生長 pH 值範圍。

關鍵字:複合培養基、液態培養基、黑木耳

壹、前言

微生物課程中，提到黑木耳屬於食用真菌類，然而它特殊的片狀子實體和我們印象中的菇類傘狀外觀不同，令我們印象深刻。此外，最近市售保健飲品新寵兒—黑木耳露的出現，更引發我們想研究的動機。黑木耳具活血、防止血管硬化、促進血液循環、促進排便、減重減肥等功效。但子實體的栽培管理，須消耗大量人力和時間，本研究想以簡便的方式進行液態培養黑木耳菌絲體。

選擇黑豆粉、胚芽米、燕麥片三種天然農產品作為複合培養基，乃因平價又取得容易，且與實驗室常用來培養菇類菌絲體的合成培養基，例如：馬鈴薯葡萄糖液體培養基(PDB)來的便宜，本研究測定菌絲體乾重、還原糖含量、pH 值測定，找出最適合黑木耳菌絲體生長的複合培養基。

貳、文獻探討

一、黑木耳的介紹

(一)黑木耳的簡介

木耳類指的是擔子菌（Basidiomycota）膠質菌類（Jelly Fungi）的木耳屬（Auricularia），外型略似耳狀，呈棕色或棕黑色。木耳被東方人作為食材已有長久的歷史。

纖維素和木質素為黑木耳主要的營養來源，可以利用葡萄糖、麥芽糖、蔗糖等多種糖類，生長發育還需要微量無機鹽類。其溫度在 20~25°C 時最適出菇，15°C 以下和 38°C 以上均受到抑制。菌絲體在 pH4~8 範圍內都能正常生長，而以 pH5~7 最適宜。

木耳不僅是美味的食物，對於健康也有幫助。木耳富含蛋白質、食用纖維素、維生素、鐵鈣含量高、低熱量而且含極少量的脂肪。在平日飲食中即使攝食較多的木耳，對健康是有益無害。中國人對木耳的食用有長久的歷史，其可補氣血、潤肺、止血、滋潤、強壯、通順。

(二)黑木耳的功效

1. 活血、防止血管硬化，促進血液循環。
2. 治外傷引起的疼痛，血脈不通，神經麻木、手足抽搐。
3. 促進排便，改善痔漏、便血，痔瘡及靜脈曲張。
4. 改善子宮出血及閉經等婦科疾病。
5. 改善貧血及骨質疏鬆且富含蛋白質與鈣、磷、鐵等維生素。
6. 降血脂，對心腦血管疾患有很大助益：黑木耳含豐富的植物蛋白及多種有

益。元素，鐵質多，有抗膽固醇、甘油三酯及脂蛋白，有抗血小板凝集於血管壁之功能，因而能阻止動脈內膜增厚、管壁硬化或鈣化，並對血液有抗凝、改善高血壓之功效。

7. 減重減肥：黑木耳是一種膠質菇，含有維生素 B2 和大量的鐵質。乾燥後再吸入水份的膨脹係數很高，食用後可讓腸胃濕潤膨脹，隨著腸胃的蠕動而貼附於絨毛表面，可減緩胃腸酵素分泌到腸胃中，以致於不易有飢餓感，可達到纖體的效果。

二、培養基介紹

(一)天然培養基(Natural media)

不經人工調配。例如：魚肉、牛奶、麵包、馬鈴薯等。

(二)複合培養基(Complex media)

人工調配天然培養基由動、植物或微生物體得到，如下所述：

1. 牛肉汁(牛肉腓)：
由瘦牛肉的萃取液濃縮而成的膏狀物或含動物組織的水溶性物，如：碳水化合物，有機含氮物，水溶性維生素及鹽類等。
2. 蛋白腓：
由肉、酪蛋白、膠原蛋白經消化而成；含氮的有機物、維生素及碳水化合物。
3. 酵母抽出物(酵母萃)：
由酵母細胞抽出的水溶性物質；市面上將其乾燥為粉狀，含維生素 B 群、含氮的有機物及含碳的有機物。
4. 麵汁：
由米麵經 60°C，6 小時的糖化，其糖度約 10°Brix，經過濾、調正 pH 值而得。
5. 洋菜：
一種聚半乳糖，為半乳糖汁聚合物，不易被菌體分解，主要作為固體培養基之用。

(三)合成培養基(Synthetic media)

由已知成分的化學物質組成，主要添加的成分如下：

1. 碳素源(Carbon source)：
多數細菌利用含碳化合物當作能量來源，亦有多數細菌利用含碳化合物當作構成碳水化合物、脂類、蛋白質及核酸等細胞成分之基石。
2. 氮素源(Nitrogen source)：
所有的生物，包括微生物，需要氮以合成酵素、蛋白質及核酸。有些微生物由無機物獲得氮，更有少數微生物藉由代謝含無機氮之物質獲得能量。許多微生物將硝酸鹽(NO_3)還原成胺基(NH_2)，並利用於胺基酸的合成。

3. 硫與磷(Sulfur and phosphorus)：

除碳與氮外，微生物生長需要供給如磷與硫等特定之礦物元素。有些種類的微生物可利用無機硫與其他胺基酸，合成含硫胺基酸。微生物主要由無機磷酸鹽(PO_4^{3-}) 獲得磷，並運用於合成ATP、磷脂及核酸。

三、液態培養

(一)適合液態培養的食用菌種類

適合深層培養的食用菌類約 60 幾種，包括姬松茸、磨菇、雙環菇、柱狀田頭菇、短裙竹蓀、靈芝、舞菇、猴頭菇、羊肚菇、雲芝、蜜環菇、銀耳、茯苓等。

(二)食用真菌液體培養所需之營養物質

食用真菌液態培養液組成，其一般糖含量為 2%~6%、N 含量為 0.04%~0.10%、C/N 比為 8~80：1、pH5~7，而無機鹽類、微量元素、生長因子等的添加與否、添加量則是開發菌種和所生產之標的物而定；接種量一般是以 5%~10%較為適合。

(三)食用真菌生長時營養物之利用

1. 碳源的利用：葡萄糖是利用最廣泛的碳源，其為纖維素、澱粉和其他碳水化合物的主要成分。對於一個營養要求不清楚的真菌，葡萄糖是最有可能被利用的碳源，食用真菌在含葡萄糖的培養基上可迅速生長且無適應期。

常見的碳源如下所述：

- (1) 麥芽糖、纖維二糖、海藻糖、蔗糖和乳糖，及一種三糖—棉籽糖是食用真菌中最常見的低聚糖。
- (2) 纖維素：葡萄糖由 β -1,4 糖苷鍵結而成。食用真菌對纖維的分解是通過分泌胞外纖維素酵素的作用來進行，纖維素酵素是一種複合酵素，可水解纖維素成纖維二糖和葡萄糖，其中纖維素酵素以蜜環菌屬、多孔菌屬和靈芝屬的最強。
- (3) 半纖維素：是由木糖、阿拉伯糖、葡萄糖、甘露糖、乳糖以及糖醛酸混合而成的聚合物。半纖維素較纖維素易分解，但也需要多種酵素促進反應才能完全水解。蜜環菌屬、鬼傘屬、磨菇屬的的半纖維素胞外酵素活性較強。
- (4) 果膠質：由 α -1,4 糖苷鍵形成的直鏈高分子化合物，其中大部份羧基已形成甲基酯。如不含甲基酯的稱果膠酸，最後果膠酸中 α -1,4 糖苷鍵被果膠酸酵素作用生成半乳糖醛酸而被利用。
- (5) 澱粉：葡萄糖的多糖體，是一種可溶性直鏈澱粉和不溶性支鏈澱粉的混合物，經酵素作用水解成麥芽糖，繼而水解成葡萄糖而被利用。

2. 氮源的利用：

(1) 無機氮：胺態氮比硝態氮易吸收利用，是因為氮的氮原子與細胞有機成分中的氮原子處於同等氧化水平，因此氮的同化不需要氧化或還原而較易於利用。主要有以下兩種：

a. 硝態氮：硝態氮、亞硝態氮是食用真菌難於利用的氮源。

b. 胺態氮：菌類在通常的代謝過程中，對 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 NH_4NO_3 、 NH_4Cl 中氮的同化作用，在生理上有著明顯的差異。

(2) 有機氮：

a. 尿素：大多數的真菌可以用尿素當作氮源，但不能當作碳源。尿素在尿酶的作用下分解成 NH_3 和 CO_2 。尿酶在大多數食用真菌的代謝過程中之一個重要功能，就是利用嘌呤和精胺酸降解產生尿素。

b. 胺基酸及多肽：大多數研究者認為，有機氮比無機氮更有利於菌絲生長，無論是蛋白腴、天門冬胺酸、麩胺酸鈉，還是其他胺基酸都是良好的氮源，有機氮能維持菌絲旺盛的生長，可能是因為有機氮可以作為碳源供利用，促使營養平衡及物質轉換。

(3) 礦物質營養：在食用真菌的生長發育中還需要一定的礦物質營養。合成培養基鐵、錳、鉬、鋅、銅、鈷等元素需要量甚微，故稱為微量元素。微量元素一般每升培養基只需 0.1%mg。合成培養基中添加的微量元素最常見的是鐵和鋅，其次是錳、銅、硼和鉬，它們一般以硫酸鹽和氯化物的形成提供給真菌吸收，這些成分的濃度隨著培養基的不同而不同。

(四)培養基的組成

1. 一般需提供較高碳源和氮源以利菌絲體生長，由於大部份食用真菌具分解纖維素、半纖維素、木質素等成分的水解酵素系統，因此除葡萄糖等單糖外，也可用農產廢棄物作生長的碳源。氮源方面，大部份發酵常用的無機含氮化合物或尿素、蛋白質酵素水解物等有機氮類均曾使用過，其中磷酸胺鹽類能在適合菇類菌絲生長的酸鹼值範圍(pH5~7)提供良好的緩衝溶液效果，最為常用。
2. 碳氮比(C:N)是十分重要的控制因子，除會影響到菌絲生長的效率及收量外，也會影響菌絲體中蛋白質及脂質的含量，一般C:N以5:1到25:1之範圍為宜。高於此值時，菌絲體脂質含量會過多而其蛋白質含量會明顯下降而影響到營養價值。
3. 培養基中所含礦物質鹽類及無機鹽類，會影響到菇類香味物質及菌絲體之胺基酸組成。如 ZnCl_2 、 CuSO_4 等可促進菌絲之生長速率，然而所使用之無機鹽類濃度須控制在足供菌絲所需即可，以防止苦味物質的生成。

(五)食用真菌液態培養的特點

1. 原料來源廣泛：食用真菌的液態培養發酵可用工業澱粉、工業葡萄糖等當作碳源，用黃豆粉、麩皮粉等當作氮源。為降低成本，常選用部分工業廢棄物為替代品，如糖蜜廢母液、豆腐水、玉米浸出液及澱粉廢水等，原料來源相當廣泛。
2. 菌絲體生長快速：由於發酵罐內裝有通氣管、排氣管、溫度調節系統、酸鹼度調節系統等設備，能控制最佳的培養條件。因此菌絲體能在最佳的條件下快速生長，短時間內增殖大量菌體和具生理活性的代謝產物。
3. 生產週期短：食用真菌深層培養只需 2~7 天就可獲得大量菌絲體，而固體培養則需 30~60 天。
4. 工廠化生產、無季節性：食用真菌深層培養是在發酵罐內、控制最佳條件來培養菌體的，不受季節性限制；固態培養往往需要有很大的培養空間，條件難以控制，受季節影響大。

四、天然複合培養基之原料介紹

(一)黑豆粉

1. 簡介：黑豆依其子葉顏色可分成青仁黑豆和黃仁黑豆兩種。其中青仁黑豆適合黑豆粉。營養成分符合目前養生保健機能食品的標準，所以黑豆是一種優良的保健食品。
2. 營養價值：含有 5% 的纖維質，可促進腸胃蠕動，預防便秘。有豐富的抗氧化劑—維生素 E，能清除體內的自由基，減少皮膚皺紋，達到養顏美容、保持青春的目的。宋朝著名文學家蘇東坡就曾記述，當時京城內外，少男少女都為了養顏美容而服食黑豆。黑豆含有 15% 的油脂中，以不飽和脂肪酸為主，可促進膽固醇的代謝、降低血脂。

(二)胚芽粉

1. 簡介：小麥胚芽又稱麥芽、胚芽，是咖啡色屑狀粉末。麥芽是小麥發芽及生長的器官之一，植物的胚芽是種子發芽的部位，是生命的泉源。
2. 營養價值：是小麥最營養的精華部分，含 8% 蛋白質、7% 泛酸、2% 菸鹼酸，豐富的維生素 E 和多量的 B₁、B₂、B₆ 及豐富的礦物質如鈣、磷、鐵、鋅、鎂等。小麥胚芽中含有豐富的維生素 E 與二十八烷醇。維生素 E 是脂溶性抗氧化維生素，對油脂有很好的親合力，因此可減少脂質過氧化的現象發生，進而降低心血管疾病的發生機率。

(三)燕麥片

1. 簡介：國人澱粉類的攝取來源主要是以精製白米或麵條為主，但是在纖維質與

各種維他命、礦物質等營養素缺乏之下，營養師也不斷呼籲飲食最好回歸自然，並以五穀雜糧取代精製白米，以獲取健康。燕麥原本只是作為馬匹飼料，現在受到民眾的青睞變成了健康營養的代言人，燕麥精、燕麥片、燕麥粉等各式燕麥產品紛紛上架。也可以將整顆燕麥穀物放進白米飯中一同食用，是營養成分相當高的穀類食品。

- 2.營養價值：燕麥的每個部分都很營養，麩皮含有豐富的維他命 B 群、E、葉酸、鈣、磷、鋅、鐵及亞麻油酸，對於預防骨質疏鬆症、幫助傷口癒合皆有成效，同時有預防貧血的功能。其水溶性纖維相當多，可以幫助排便及增加飽足感，熱量又比白米飯、麵條等來得低，因此可以降低熱量的攝取，建議作為減重飲食的食材選擇之一。

(四) 三種原料之營養成分比較

表 1 三種原料之營養成分比較

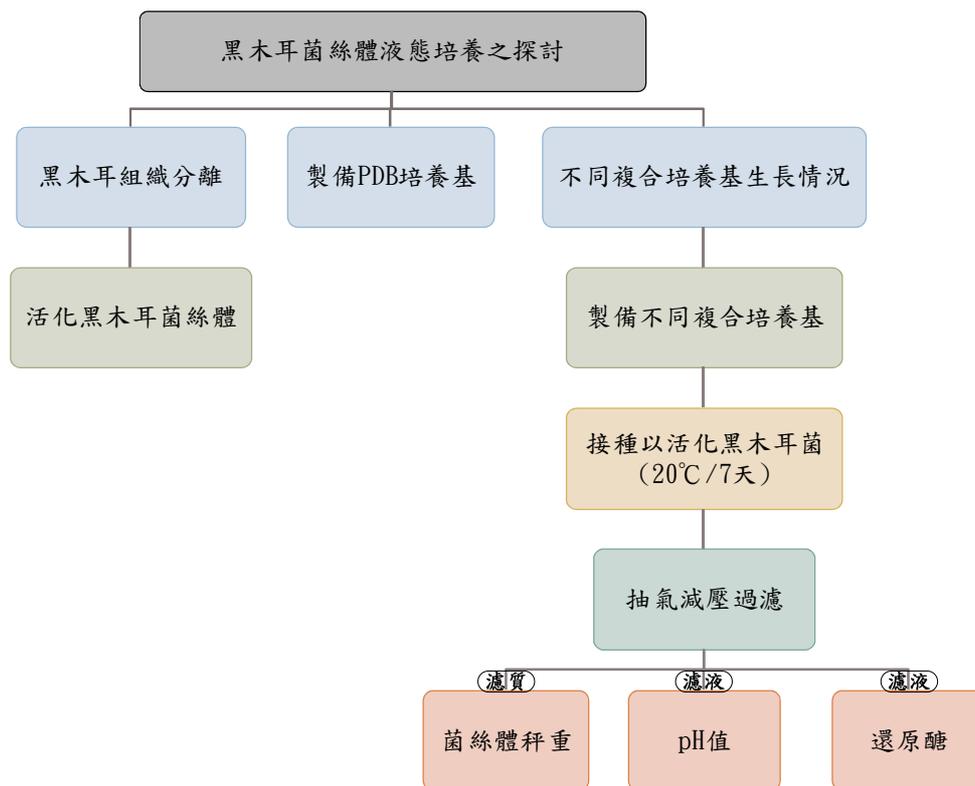
原料	黑豆粉	胚芽粉	燕麥片
熱量(kcal)	456	357	405
水分(g)	3	14.6	8.7
粗蛋白(g)	36	7.7	9.8
粗脂肪(g)	17.6	2.7	9.9
碳水化合物(g)	39	73.9	70.1
粗纖維(g)	5.6	1.9	1.8
膳食纖維(g)	17	2.2	8.9
灰分(g)	4.4	1.1	1.5
膽固醇(mg)	-	-	-
維生素 A 效力(RE)	37.3	0	0
維生素 E 效力(α -TE)	-	0.89	0.26
維生素 B ₁ (mg)	0.11	0.34	0.18
維生素 B ₂ (mg)	0.05	0.05	0.07
菸鹼素(mg)	1.18	4.4	1.22
維生素 B ₆ (mg)	0.1	0.07	0.13
維生素 B ₁₂ (μ g)	-	-	-
維生素 C(mg)	0.4	-	1
鈉 (mg)	65	2	2
鉀 (mg)	1500	219	346
鈣 (mg)	191	10	15
鎂 (mg)	197	102	123
磷 (mg)	467	133	339
鐵 (mg)	8.1	0.8	3.7
鋅 (mg)	3.3	1.5	2.2

參、實驗目的與架構

一、目的

- 1、不同複合培養基對黑木耳菌絲的生長情形之探討。
- 2、從不同比例的培養基找出黑木耳菌絲體最佳生長條件。

二、架構



三、實驗器材與設備

- 1.材料：新鮮黑木耳
- 2.複合培養基：綠豆粉、胚芽粉、燕麥片。
- 3.藥品：澱粉指示劑、梭摩基試劑：A液(酒石酸鉀鈉、磷酸鈉、硫酸銅、碘酸鉀)、B液(草酸鉀、碘化鉀)、C液(硫酸)、D液(硫代硫酸鈉)。
- 4.器具：燒杯、錐形瓶、量筒、玻璃棒、培養皿、接種環、鑷子、安全吸球、刻度吸管、濾布、滴定管、酒精燈、美工刀、藥勺。
- 5.設備：殺菌釜、振盪器、無菌操作台、抽氣過濾裝置、電子天平、烘箱、黑晶爐、滴定管架。

肆、實驗方法

一、黑木耳菌絲體組織分離培養



1. 以滅菌過的刀片切成九宮 2. 再放入 75% 的酒精中消毒，切 0.2mm 立方。
3. 接種至 PDA，恆溫培養 7 天。

二、活化黑木耳菌絲體

秤取 24g PDB 粉末溶於 1 公升蒸餾水中，並分裝 100mL 至 2 個三角錐形瓶 → 高壓蒸氣滅菌(條件：121°C、壓力 15lb/in²、15-30 分鐘) → 冷卻 → 以接種環接入木耳菌絲體 → 震盪培養 14 天(條件：20°C、150r.p.m)。

三、配製不同比例複合培養基及接種活化黑木耳菌絲體

1. 分別秤取 1g、3g、5g 的黑豆粉、胚芽粉、燕麥片，分別加入蒸餾水 100mL，配製成 1%、3%、5% 的液態培養基(如圖 1)。
2. 培養基滅菌：121°C，1.2kg/cm 高壓滅菌(如圖 2)。
3. 接種及培養黑木耳菌絲體：分別接入 3% 之活化黑木耳菌絲於以滅菌之複合培養基中(如圖 3)。
4. 20°C 下進行振盪培養 7 天(轉速：150r.p.m)，每日觀察記錄(如圖 4)。



圖 1



圖 2



圖 3



圖 4

四、不同培養基中黑木耳菌絲體乾重之測定

組裝過濾裝置，培養基進行過濾 → 用鋁箔紙摺出小盒子，個別精秤空重、標記，將過濾後的濕菌絲體用藥勺刮入鋁箔紙盒，精秤總重、記錄 → 鋁箔紙盒放入

乾燥箱乾燥。乾燥完成後複合培養基及合成培養基之過濾物質乾燥，並精秤乾重即可換算出乾菌絲體質量。而濾液為各種發酵生長液則進行以下各種實驗測定。

五、液態培養液之相關測定

1. 液態培養液之 pH 值測定：

液態培養液 pH 計先以蒸餾水洗電極，用拭鏡紙擦乾→pH7.0 及 pH4.0 之標準液校正→洗淨並擦乾電極，放入發酵液測 pH 值。

2. 液態培養液之還原糖含量測定(梭摩基法 Somogyi)：

以吸管吸取 A 液 10mL 及試料溶液 10mL，加水 10mL，置於 250mL 三角瓶中(如圖 1)，再加熱煮沸 3 分鐘(如圖 2)。置於冷卻槽中冷卻→冷卻後加入 B 液 10mL 及 C 液 10mL，加以振盪，使紅色沉澱溶解→以 D 液滴定(如圖 3)，最初碘游離呈黃色，然後逐漸消失時，加入澱粉指示劑，以天藍色為滴定終點(如圖 4)，記錄 D 液消耗量→依上述相同之方法，進行空白試驗，記錄 D 液消耗量→計算各種液態培養液之還原糖含量。計算式如下：

$$\text{還原糖}(\%) = (b - a) \times C \times F \times \frac{D}{S} \times \frac{1}{10} \times \frac{100}{1000}$$

a: 本實驗 0.05N 硫代硫酸鈉消耗量(mL)

b: 空白試驗 0.05N 硫代硫酸鈉消耗量(mL)

C: 0.05N 硫代硫酸鈉溶液 1mL 所相當之糖量

(本次實驗用葡萄糖，相當 1.449 mg)

F: 0.05N 硫代硫酸鈉溶液之力價(此次實驗為 1.00)

D: 調製試料稀釋全量(mL)(此次實驗未稀釋)

S: 原始樣品吸取量(mL)(此次實驗為 10mL)



圖 1



圖 2



圖 3



圖 4

伍、結果討論

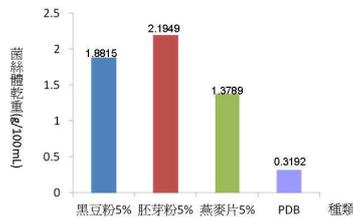
一、不同培養基培養所得之菌絲體生長量



圖一 不同比例黑豆粉培養基對黑木耳菌絲體之影響

圖二 不同比例胚芽粉培養基對黑木耳菌絲體之影響

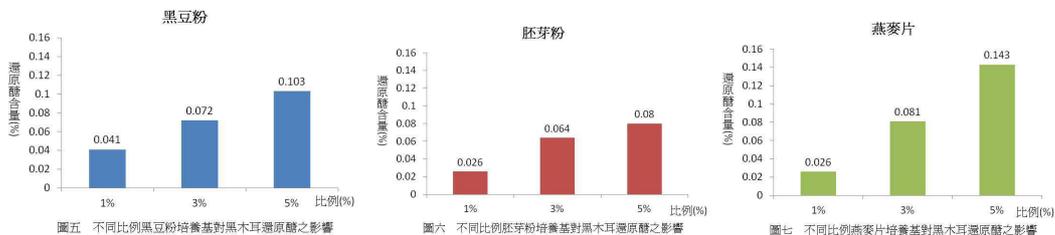
圖三 不同比例燕麥片培養基對黑木耳菌絲體之影響



圖四 添加5%複合培養基與PDB培養基培養黑木耳菌絲體之比較

黑木耳菌絲體在不同比例複合培養基中皆生長良好，由圖一~圖三可知各組均隨著添加比例的增加，而與菌絲體乾重呈正比關係，黑豆粉、胚芽粉及燕麥片分別在添加比例5%得到1.8815g/100mL、2.1949g/100mL及1.3789g/100mL的最高菌絲體乾重。其中以胚芽粉組得到最高菌絲體乾重，由其營養成份表(表一)推論可能因為胚芽粉碳氮比為10:1較適合黑木耳菌絲體生長。此外，由圖四結果顯示三種天然複合培養基所得菌絲體量，均較PDB培養所得來的多，推論基質中可提供充足的碳氮源。

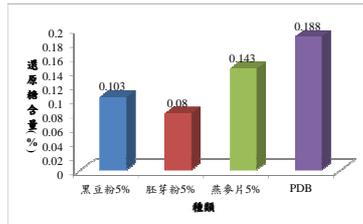
二、濾液之還原糖測定



圖五 不同比例黑豆粉培養基對黑木耳還原糖之影響

圖六 不同比例胚芽粉培養基對黑木耳還原糖之影響

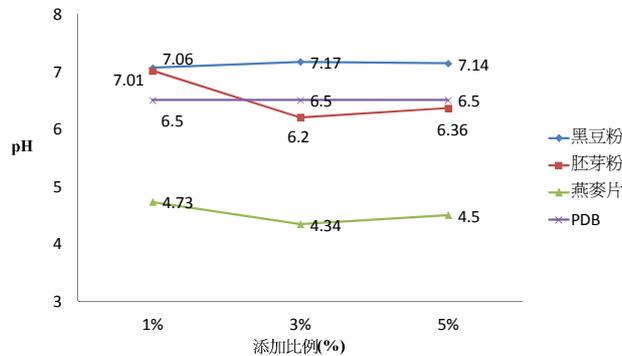
圖七 不同比例燕麥片培養基對黑木耳還原糖之影響



圖八 添加 5% 複合培養基與 PDB 培養基培養黑木耳還原糖之比較

由觀察圖五~八結果顯示，濾液所含之還原糖量，會隨著添加比例的增加而上升。不同複合培養基濾液之還原糖量比較結果顯示，胚芽粉培養殘留量最少，再由圖四可知其菌絲體量較多，推論培養基中之碳源可供菌絲體之生長，且菌絲體生長量與還原糖殘留量呈反比。

三、濾液之 pH 值測定



圖九 不同添加比例液態培養基中之發酵菌液 pH 值之比較

從文獻中得知，黑木耳菌絲體最適 pH 值為 5~7，由圖九結果顯示燕麥片培養液之 pH 值為 4.3~4.7，而黑豆粉及胚芽粉培養液之 pH 值介於 6~7，對應圖一~三，顯示現燕麥片培養基時，其菌絲體之生長量最少，其他兩者之菌絲體量均較多，證實菌絲體最適生長最適 pH 值為 5~7，若低於最適生長 pH 值，則會抑制其菌絲體的生長。

四、結論

綜合上述各種實驗結果與討論，得到以下幾點結論：

1. 黑木耳菌絲體在不同比例複合培養基中皆生長良好，顯示該培養基能提供適當碳氮比，且菌絲體產量優於實驗室常用之合成培養基。
2. 複合培養基的不同添加比例不一定與黑木耳菌絲體乾重呈正比關係，但 5% 組皆高於 1% 組。
3. 胚芽粉複合培養基可得到最高黑木耳菌絲體乾重，為最適合的複合培養基。其中胚芽粉提供碳氮比為 10：1。

展望未來若能將液態培養菌絲體量化並冷凍乾燥，進行多醣體定量及機能性成份分析，將本研究廣度增加，使大眾更瞭解黑木耳功效。

陸、參考文獻

1. 藥食兩用的聖品—黑木耳。2011 年 12 月 23 日，取自 <http://www.ganoderma.org/nature/woodear.htm>
2. 國立自然科學博物館全球資訊網。2011 年 12 月 23 日，取自 <http://www.nmns.edu.tw/>
3. 馬宗能 (2008)。食品化學與分析 I。台南市：台北復文興業股份有限公司。
4. 行政院衛生署—台灣地區食品營養成分資料庫。2012 年 2 月 15 日，取自 <http://www.doh.gov.tw/FoodAnalysis/ingredients.htm>
5. 微生物的培養與技術—19 章。2012 年 2 月 15 日，取自 <http://openinfo.npust.edu.tw/agriculture/npus12/bb/ch4/agr2ch4f.pdf>
6. 張淑芬。食品工業。食藥用菇類搖瓶液體培養條件之探討。第 33 卷第 7 期。
7. 陳彩雲、江春梅(2007)。食品微生物實習 I。台南市：台北復文興業股份有限公司。
8. 黃忠村(2011)。食品微生物。台南市：台北復文興業股份有限公司。

