

# 香菇乾燥機械之研究

## Studies on Shiitake Dryer

國立臺灣大學農業機械系教授

國立臺灣大學農業機械系副教授

盧 福 明

李 允 中

Fu-ming Lu

Yeun-chung Lee

### 摘 要

香菇栽培為具有經濟潛力之行業，於民國74年臺灣生產5千公噸的香菇，產值達40億元，佔食用菌類總產值的55%。香菇由於長期儲存的需要，必須將濕基含水率85—90%的新鮮菇乾燥至13%含水率以下，於食用時再浸漬復水至90%含水率。

目前臺灣菇農大多使用二或三排式香菇乾燥機。每排可放置尺寸為1.0×0.5m大小之網狀乾燥盤15盤，總容量為200至350公斤新鮮菇。這些乾燥機有採用垂直流向熱風，亦有使用水平流向熱風，但風速分佈都不均勻。

本研究設計並測試成功一平行流向香菇乾燥機，其尺寸為3.69×1.25×2.21m，乾燥室容積為5.2m<sup>3</sup>，一次可放置300公斤新鮮菇。經由18小時的乾燥時間，可將含水率86%之新鮮菇乾燥至8.6%，乾燥溫度由45°C遞增至70°C。

### ABSTRACT

Shiitake (forest mushroom *Lentius edodes*) cultivation is a potentially profitable industry. In 1985 in Taiwan dried Shiitake production reached 5,000 tons and was valued at US\$160million, 55% of the market value of all edible mushroom produced. For long-term storage the Shiitake has to be dried from a moisture content of 85-90% to 13%. Moisture is returned to 90% upon rewetting prior to cooking.

In the drying process, the Shiitake is spread uniformly on a 1 x 0.5m screen tray. Two or three stacks of fifteen trays are placed in a drying chamber. The most common dryer used by local Shiitake growers can handle 200-350 kg fresh Shiitake. Both parallel and vertical airflow systems inside the drying chamber are used by local Shiitake dryers, but neither produces uniform airflow during the drying process.

In this study, a parallel air flow dryer measuring 3.69×1.25×2.21m with a drying chamber of 5.2 m<sup>3</sup> which can hold 300 kg Shiitake was successfully developed and tested. It took about 18 hours to dry the Shiitake from a moisture content of 86% to 8.6% at an air temperature of 45 °C to 70°C

## 一、前 言

香菇是擔子菌類中的高級菌類，主要生產於我國、日本、韓國、新幾內亞等地。香菇食用部分為由菌絲體繁殖而成之子實體包括菌傘、菌褶部分之菌柄。乾菇具有獨特的香氣是菌類中一枝獨秀者，在烹調料理中為美味之精，可與鮑魚、柴魚、干貝等名貴海產相比，為烹飪菜餚及加工食品之主要配料。最近更有以其浸泡汁液，乾燥製成粉末，宣稱具有治療效用。

香菇生產在臺灣屬新興產業，根據農林廳調查統計，74年香菇總產量達 4,903公噸，產值約為40億元，為同年洋菇產值之兩倍，佔全部食用菇類產值之55%，為最重要之菇類（許與吳1986）。

乾燥作業是乾香菇的最重要生產程序，由乾燥過程使香菇產生香味，並保持較多之養分。生鮮的香菇沒有香味，乾香菇特有甜味之成分為核苷酸，並以含硫環狀有機物為其特有香味。這種香味是香菇內之蛋白質與醣類在酵素的催化作用下產生。乾香菇特有的黃褐色亦為此化學作用之產物。這種酵素活性最佳的溫度約為35~40°C。此外，生鮮的香菇含有破壞維生素 B<sub>1</sub> 的酵素。此酵素在 20°C時溫度活性最強，因此在室溫下香菇之主要營養分迅速降低。但在乾燥過程中，在45°C下約15~20分鐘酵素即被破壞，因此乾燥的香菇比新鮮的香菇含有更多之維生素。所以，香菇乾燥作業的溫度控制是產品品質主要影響因素（平尾1978）。

## 二、香菇栽培方法

在臺灣香菇栽培方法分為段木栽培與太空包栽培兩種（農委會 1983，邱 1984）。段木栽培（圖 2-1），將原木鋸成段，再將香菇種接種於原木，堆積於室外或蔭棚，保持低溫高濕約5~6個月即可生菇，菇經一至二週生長後即可收穫。段木栽培入植菌種一次即可連續採收三年，一般而言第一年產量多，品質佳，以後質與量均遞減。生產香菇之品質與產量受段木種類與環境控制影響。技術優良之菇農每公噸原木約可生產乾菇 128 公斤，但有調查顯示產量約為此數之半（陳1982）。近年來因段木來源不易，且段木栽培法所需勞力較多，已成為高山地區家庭副業方式經營。

太空包栽培法（圖 2-2），利用木屑、米糠、

玉米粉、碳酸鈣混合調製培養基。將水分為50~60%，PH 值為4.5~5.5 之培養基裝填於塑膠袋內，經高壓殺菌釜蒸氣殺菌，再接種香菇菌種，放置於菇舍內生長。太空包可採收一年，木屑成本較段木低廉，且生長環境控制較容易，目前臺灣大量香菇生產者大多使用本法。太空包生產量每萬包可生產196 公斤乾菇，但亦有調查指出由於太空包之生產環境控制較易，技術優良之菇農每萬包可生產300~400公斤乾菇。

本省除澎湖縣與嘉義市外，全省各地均有種植香菇。以栽培戶數而言，主要生產縣市為宜蘭（46.7%）與南投（21.1%），宜蘭主要以段木栽培為主，而南投大多採用太空包，且業者經營規模很大，動輒以百萬包計（許與吳1986）。

以產量而言，74年度總產量為 4,903公噸，其中使用段木生產與太空包生產量各佔一半。產量以南投最多為2,248公噸，宜蘭其次為1,085公噸。目前產量急速增加，其中以太空包栽培者增加較多。

依據農林廳調查資料推算（許與吳1986），南投縣以太空包生產業者每戶之平均產量為 7 公噸，而以段木栽培者每戶產量不到 0.8公噸。宜蘭縣以太空包生產者每戶之平均產量與南投縣相同，而以段木栽培之規模更小僅有 0.4公噸。由此可見香菇栽培已逐漸形成以太空包生產的專門產業。由於規模的擴大與專業化的生產，因此對於香菇乾燥機性能之要求也愈為嚴格。

依據陳秋仁（1982）之調查，在1979至1981年間，段木栽培香菇生產成本為每噸段木，可生產 3 萬 7 千元之香菇，其生產成本為 1 萬 4 千元，純益為 2 萬 3 千元。生產成本中4.86%為乾燥設備折修費， 4.66% 為燃料費，因此乾燥作業費用合計佔 9.52%，即每噸段木之生產乾燥作業費產為 1,326 元，以每噸段木平均產量60公斤乾菇計算，則每公斤乾菇乾燥費用為20元，當時之菇價尚高，此乾燥費用不算昂貴，但近年菇價低，乾燥費用成為很大的負擔，且在上述計算中乾燥工作之人工費尚未計入。同一調查顯示每萬包太空包生產20萬元之香菇，其生產成本為 15萬元。乾燥設備折修費佔 1.4%，燃料費佔 2.2%，合計為 3.6%，若以每萬包生產 300公斤乾菇計算，則每公斤乾菇之乾燥成本為 17.5元。

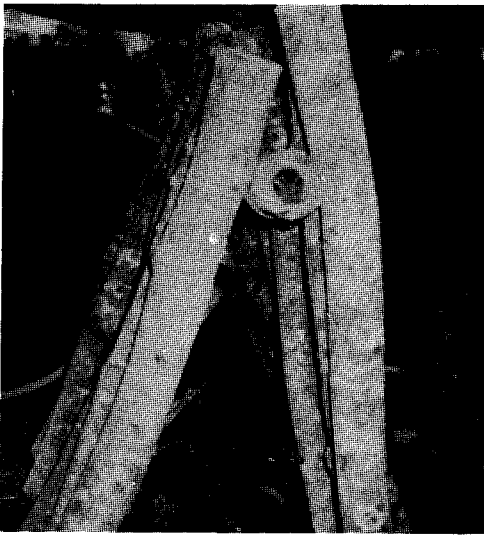


圖2-1 段木栽培

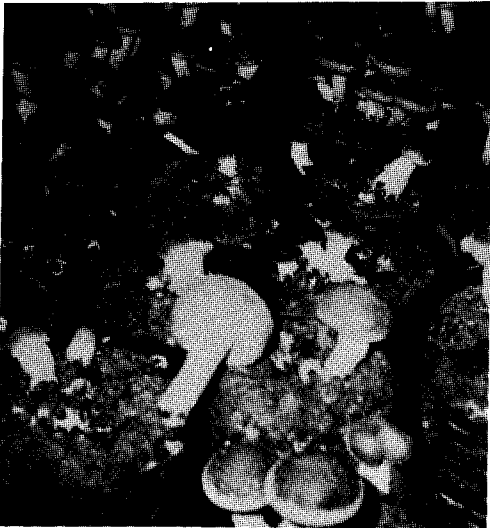


圖2-2 太空包栽培

### 三、現有之香菇乾燥機

臺灣現有之香菇乾燥機有兩種型式，水平通風式（平行流通風式）與垂直通風式，兩種型式都仿照日本之機型。水平通風式大都是鄉間小廠打造（圖3-1）。

日本香菇乾燥機目前仍不是國家農機性能測定之項目，據日本農業機械化研究所鷹尾主任研究員指出，目前之生產廠商規模都不大。因此資料之獲得較為困難。

由日本菇類年鑑查知，主要產銷菇類乾燥機之廠商有19家（古川等1986），詳列表 3-1。本研究收集到 6 個主要之生產廠商之資料，其公司名稱分

別為大紀產業，日新工業，マカベ，みどり商會，佐藤製機，與藤本乾燥機製作所。

#### 香菇乾燥機之型式

香菇乾燥機主要構造分成乾燥室，風扇，燃燒爐與熱交換器和控制器四部分。主要型式有水平通風式，垂直通風式，與合併式等三種。在日本，水平通風式為較舊的機型，但是在臺灣仍是主要之機型。目前日本以垂直通風式最為普遍。合併式兼具水平通風與垂直通風兩方向，目前生產此機種之廠商不多。

#### 水平通風式乾燥機

圖3-2 為水平通風式乾燥機示意圖。其主要特徵為使用大扇葉之無壓軸流風扇，水平送風。圖 3-2 所示為最常見之機型，乾燥室為三盤併列，全機之盤數為45個。使用三個扇葉同軸連接，以一馬達驅動，馬達馬力約 1/10 HP。出風口大小由人工控制風量，在乾燥前期為全開，後漸關小。在日本因段木栽培法較普遍，因此大都以薪材與重油為燃料，有溫度控制裝置，以三盤併列之機型最多，亦有單盤、雙盤與四盤者。

臺灣目前香菇乾燥廠大多使用與此型相似之乾燥機。通常使用兩個扇葉（圖 3-3），而且無二次煙囪。一般為薪材專用或燃油專用，無溫控裝置。

臺灣與日本兩地使用此機型之業者均表示，此種機型之乾燥均勻度非常差，必須靠人工在乾燥中期時常更換各盤位置，以提高均勻度，人工耗費很多。

#### 垂直通風式乾燥機

圖 3-4為常見之垂直通式乾燥機。此種機型通風流向由進氣口，經風扇、熱交換器、燃燒爐、熱氣室、多孔板而達到乾燥室，再由排氣口排出，在乾燥中排氣口漸關小，部分排氣與進氣混合循環使用以節約能量。

常見之機型為雙盤併列，單盤限於小機型，三盤併列因風量分配上較困難較少見。較大之機型採用雙室併列如圖 3-7所示。目前臺灣生產之機種為單室三盤併列式。

使用此種乾燥機時，上、下盤之乾燥速率有差異，必須在乾燥過程中更換位置，或將下盤放置較大之香菇，上盤放置較小之香菇。由於乾燥過程中菇傘面積縮小為原面積之80%（平尾1978），垂直通風會有許多短路之機會，因而造成乾燥不均勻，必須將下部數盤合併，如圖 3-6所示，此作業亦很

費時。各廠牌使用之多孔板的孔徑約為 2-3cm，對於風量之分配幫助不大，有些廠牌外加擋風板，希望能使左右各盤風量相近，但檔板開度之調整須高度技巧。

### 合併通風型乾燥機

圖 3-5 是合併通風型乾燥機。目前所收集資料僅みどり商會一家製造此種型式之乾燥機，其商品名稱為立體三方通風乾燥機。雨季搶救乾燥時以水平通風乾燥，乾燥至水分含量減半時改用垂直通風，在乾燥後期再使用循環通風。其風量之分配全靠擋板。水平通風時須控制三個進風擋板及三個出風口，垂直通風時須控制兩個分配板，四個出風口，其調節方法全靠人工。

### 乾燥室

香菇乾燥機之乾燥室早期以木板外覆鋼板製成，臺灣之機型大多仍採用此材料，但日本目前已全部改用 PU 夾層構造，如圖 3-8，其各層材料依次序為彩色鋼板、鋁箔、發泡 PU、鋁箔、彩色鋼板。此構造有較佳之隔熱效果，且無著火之顧慮。日本香菇乾燥盤篩網尺寸為 1200×600mm，因此乾燥機尺寸小大約為這個尺寸之倍數。中小型之乾燥機大多為雙盤與三盤併列單室之構造，雙盤併列尺寸約為 2000×1300×1300mm，每邊可排列 15 盤，底部或頂部有循環風管。大型者則採用左右雙室雙盤併列構造，日本專業菇廠大多使用此型式。每一雙盤併列乾燥室可乾燥 180~200Kg 香菇（濕菇）。

### 風扇

水平通風式使用 1000mm 直徑無壓軸流風扇二或三個，由 1/10 HP 馬達在外部帶動。軸流風扇之中心為無風區，有很大之死角。

垂直通風式單室大都使用 400mm 直徑之有壓軸流風扇，消耗動力為 1/2 HP。雙室則使用 500mm 直徑之有壓軸流風扇，消耗動力為 1/3 HP。軸流扇為三段速度，在乾燥中、後期分別以中速、慢速運轉。

### 燃燒爐

因為日本段木栽培法仍很普遍，薪材、燃油併用機型很多。但新式的機型大多改用燃油式。燃油可使用重油或煤油，單式雙盤併列式每批乾燥使用煤油量約為 4~8 公升。燃油燃燒爐裝置自動點火器，光電管、電磁閥，及高溫切斷式警報器，以防火

災。

燃燒爐以煙管做為熱交換器，水平通風式通常為四支煙管的設計，其表面積小故效率低。薪材與燃油併用型亦考慮薪材燃燒時壓差小，採用大煙管，所以熱交換率亦不高。燃油型使用多管熱爐體，其煙管可多達 16 支，熱交換面積大為增加。

### 乾燥控制

圖 3-9 為典型的溫度與循環口啟閉度控制方法。溫度為控制變數以熱敏電阻測定。控制器以時控裝置定時控制不同之溫度設定，有四段與六段不等之設計。較貴之控制器在控制昇溫同時亦關小循環口。

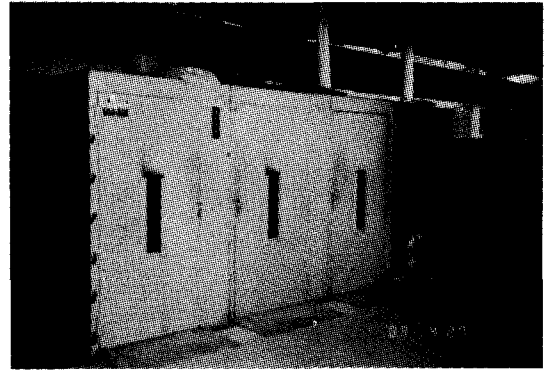


圖 3-1 水平通風式香菇乾燥機外觀  
(國內常見機型)

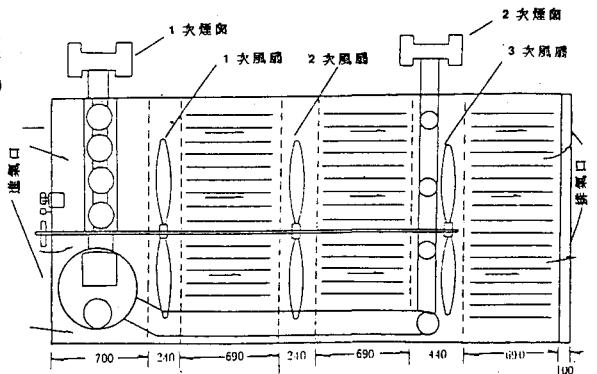


圖 3-2 水平通風式香菇乾燥機 (みどり商會)



圖 3-3 水平通風式香菇乾燥機內部構造

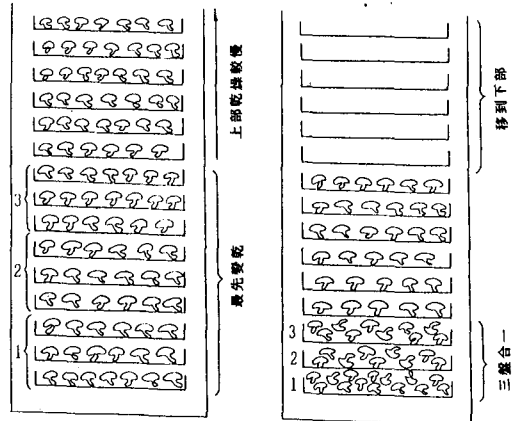


圖 3-6 垂直式乾燥機乾燥時盤內香菇排列的變化 (平尾武司1978)

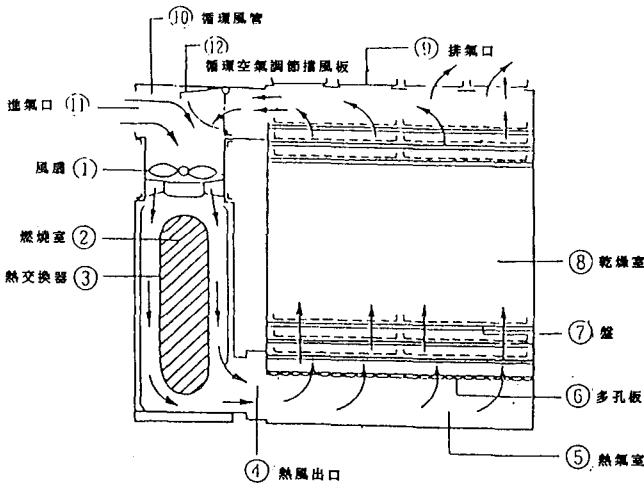


圖 3-4 垂直通風式香菇乾燥機 (平尾武司1978)

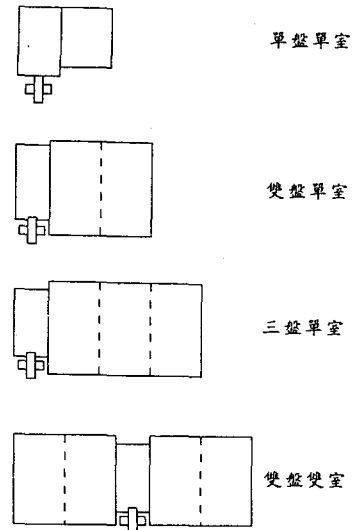


圖 3-7 垂直通風式乾燥機之型式

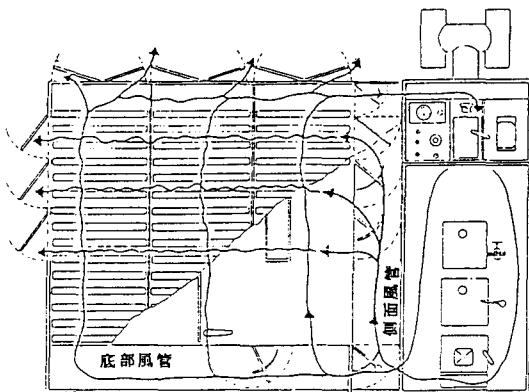


圖 3-5 合併通風型乾燥機 (みどり商會)

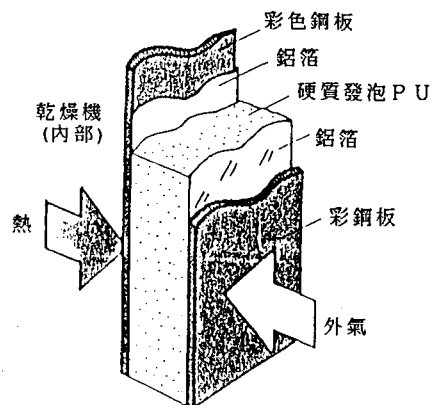


圖 3-8 香菇乾燥機乾燥室外壁 (日新工業)

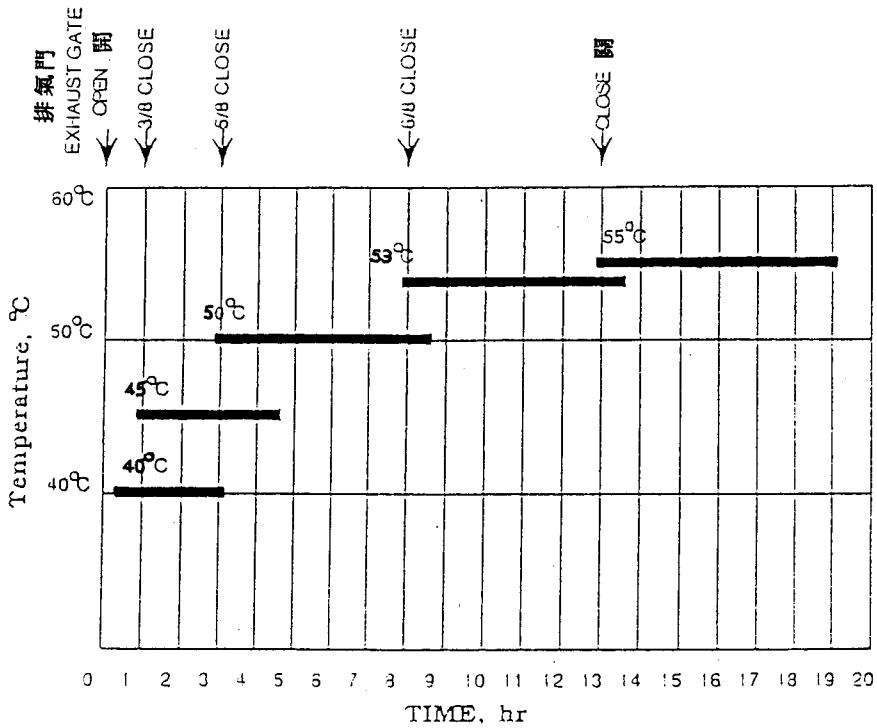


圖 3-9 香菇乾燥典型之加熱方法

表 3-1 日本菇類乾燥機產銷公司

名 稱	縣 分
1. 白老興業	北海道
2. ヤナセ	宮城・静岡・中國
3. 野寺商店	千葉
4. 東洋製作所	東京
5. 本宏製作所	新潟
6. ヤマカ乾燥機	静岡
7. 太昭農工機	鳥取
8. 大紀産業	岡山
9. 竹久工業	岡山
10. 日新工業	岡山
11. マツベ	岡山
12. 黒田工業	廣島
13. 木原製作所	山口
14. 佐藤製機	福岡
15. 大分乾燥機	大分
16. 豐國煙草資材	大分
17. みどり商會	大分
18. 藤本乾燥機製作所	宮崎
19. 三州産業	鹿兒島

#### 四、研製香菇乾燥機械之構造及特性

本研究所研製之香菇乾燥機如圖 4-1。其特色為水平通風式採用平行流橫向送風，減少風速分佈不均勻之現象。主要構件包括柵架式乾燥室，送風機，燃燒機及熱交換器、溫度控制器。乾燥機外型尺寸為長 3.69m，寬 1.25m，高 2.21m。乾燥室分隔為 3 排，每排可放置 15 個篩網（篩仔），共 45 篩（盤），一次可烘乾生鮮香菇 300 公斤，乾燥室容積 5.2 立方公尺。乾燥室熱風流向為平行流，即大氣經送風機推送流過熱交換器之後，高溫熱氣經由平行流整流用之直立式多孔網板，橫向吹向篩網面。熱氣流向如圖 4-2。香菇乾燥機設計圖如圖 4-3。

##### 乾燥機主要構件規格

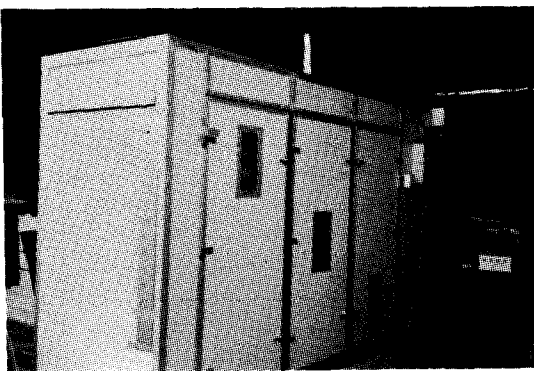
機體採用烤漆板，兩板之間夾以 17mm 厚保麗龍保溫材料（原設計為充填 PU 絕熱材料）。送風機規格為順光公司離心式風機，共 2 台，靜壓為 20mm 水柱，風量 170CMM。馬達規格為 1 1/2 HP，1 φ，220V，4P，絕緣等級 H 級。燃燒機（火爐）為 MARINEMA-2 型，60 度噴角，每

小時最大柴油燃料量 5.66公升。平行流整流用之直立多孔網板孔徑 2mm，間距 3.5mm，孔隙率為 12.5%。承載香菇之篩網（盤）尺寸為 1.19×0.75m，5 號網目。溫度控制器暫採用 NIPPO 電氣KPM1287 型，具六段控溫能力。

### 乾燥室熱風進口風速

乾燥室內風向為橫向平行流，熱風沿著篩網面流動。為維持乾燥室內上下各層網面上的風速趨近定值，也即達到均勻風速之目的，設計上，乾燥室上下層熱風進口之風速宜相等或縮小速度差。因之，本研究開發出的香菇乾燥機，熱氣經由直立式之多孔網板橫向吹送入乾燥室。利用電子式風速儀量測熱風通過網板後的速度如圖4-4~4-6。控制乾燥機循環利用之熱風量或混合外界空氣量之方法係藉由控制風門（如圖 4-3上標示19）的啓閉度來調整。風門開度為 0 時表示熱風循環量高，反之風門開度為10時表示熱風循環量低。一般而言，除了底下第 5，6 層風速略低介於 0.5~1.5m/s，其他各層風速分佈較均勻，介於 2~4m/s。上層因靠近排濕風門（如圖 4-3標示16），故風速偏高。排濕風門之大小隨控制風門之啓閉度之大小而變。乾燥初期排濕風門開啓度大，乾燥後期排濕風門開啓度減小。

### a. 外觀



### b. 乾燥室

右側：整流用直立式多孔網板  
左側：篩網承架



圖 4-1 研製之香菇乾燥機

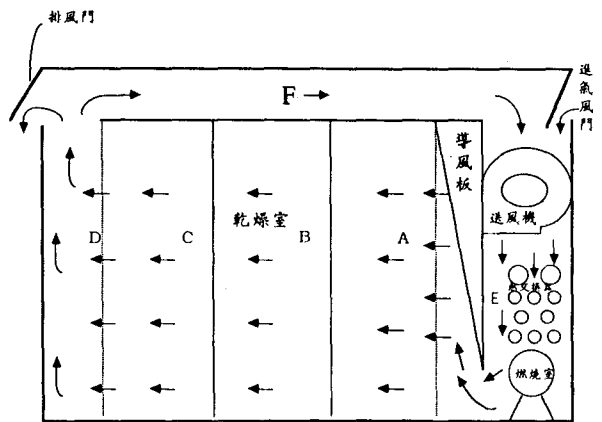


圖 4-2 乾燥室內平行流熱氣示意圖

## 五、香菇乾燥機械試驗結果分析

### 乾燥機操作方法

香菇乾燥機作業方法如下：

- (1)取出承載香菇之篩網，平鋪生鮮香菇於篩網上，再擺入乾燥室承架上。
- (2)關閉乾燥室，設定控制器之溫度及時間，以便逐段升高熱氣溫度。依香菇含水率高低，在35~65°C之間，逐段（4—6段）加熱昇溫。
- (4)啓動風機，燃燒機及控制器開始乾燥。
- (5)乾燥中後期，逐漸關閉控制風門以便增加熱

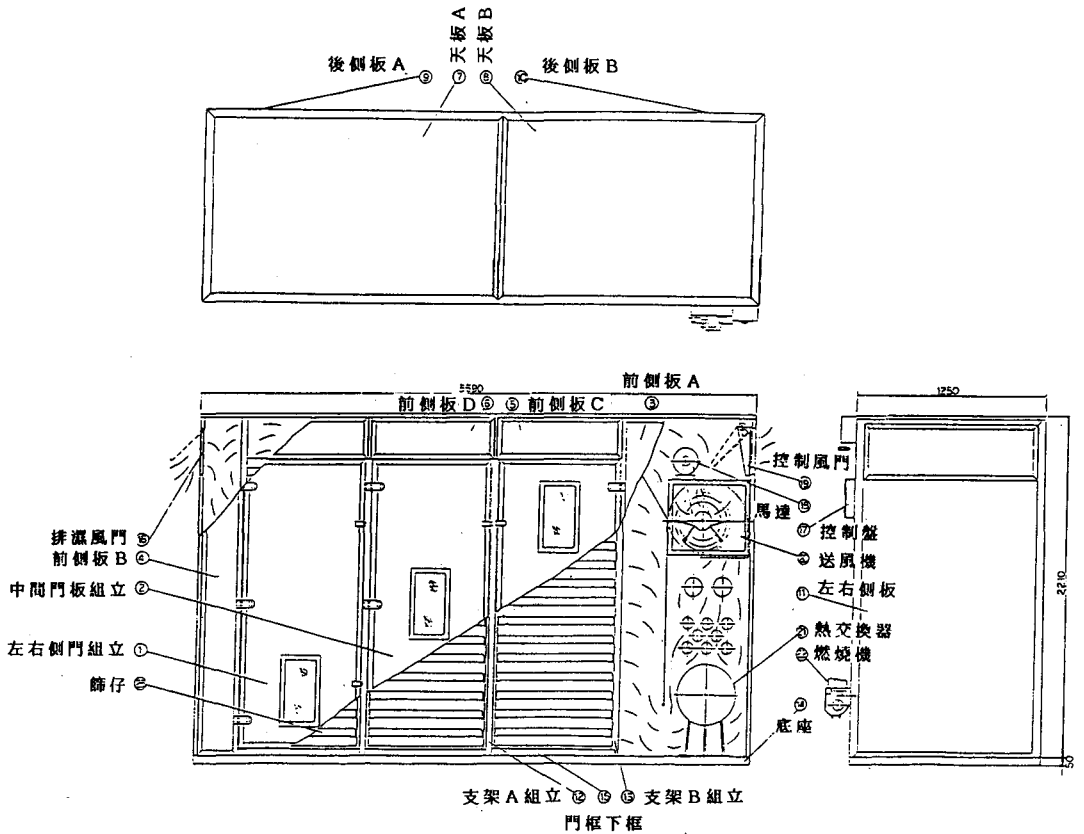


圖 4-3 香菇乾燥機設計圖

1.2M

3.4	n/s	3.6	4.0
3.2		3.1	3.2
2.4		2.7	2.3
2.0		2.1	2.2
2.8		3.1	3.6
2.5		2.6	2.9
2.1		2.2	2.7
1.6		1.9	2.4
2.6		2.7	2.8
2.0		1.9	2.4
1.0		1.6	1.1
0.5		0.55	0.7
2.4		2.2	2.6
2.5		2.7	2.75
2.5		2.3	2.5
2.0		2.0	2.1

上端  
0.065M  
下端

風門開度：0  
總風量：176 CMM

1.2M

3.7	n/s	3.9	4.2
3.05		3.5	3.6
2.7		2.9	2.8
2.2		2.3	2.4
3.1		3.3	3.8
2.8		3.3	3.6
2.4		2.6	3.2
2.2		2.4	2.8
2.8		3.0	3.2
1.8		2.1	2.5
0.8		0.7	1.0
0.55		0.6	0.95
2.7		2.3	2.8
2.2		2.3	2.7
2.6		2.5	2.7
2.3		2.0	2.4

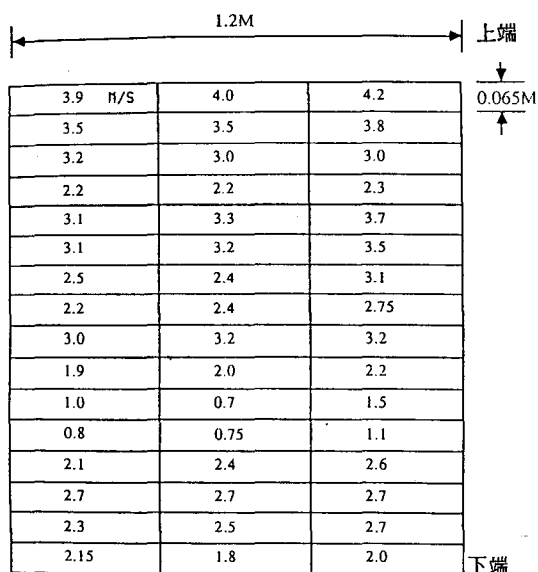
上端  
0.065M  
下端

風門開度：4  
總風量：181.93 CMM

圖 4-4 熱風通過多孔網板進入乾燥室之風速 (m/s)：控制風門開度為 0

圖 4-5 熱風通過多孔網板進入乾燥室之風速 (m/s)：控制風門開度為 4





風門開度：10  
 總風量：193.52 CMM

圖 4-6 熱風通過多孔網板進入乾燥室之風速 (m/s)：控風門開度為10

氣循環利用率。

(6)待香菇含水率降至10%以下即可關機。

### 乾燥試驗

於七十八年六月初進行兩次乾燥試驗。試驗期間分別記錄香菇含水率(紅外線水分計)，乾燥室空氣溫度及濕度(T型熱偶線，濕度轉換子 ro-tronic hygromer series 100 及自動測溫儀器 KAYE DIGISTRIP II)，並記錄耗油量。民國七十八年六月六日進行第一次乾燥測試。採用霧峯平地原料菇 274.1公斤，乾燥後得乾燥菇42.2公斤，乾燥時間20小時，香菇含水率由86%降到 8.8%，鮮菇與乾菇重量比為6.34，平均乾燥速率為每小時9.88公斤水分。第一次乾燥試驗所用原料菇未剪短菇柄，因菇柄較菇傘不易脫水而延長乾燥時間。耗油量為34.8公升柴油。第一次試車乾燥結果，並無燒焦或悶熟香菇現象。顯示本研究研製開發之乾燥機械性能甚佳。乾燥前後香菇樣本如圖5-1。

第二次乾燥測試於民國七十八年六月十五日實施，採用埔里及臺中中興嶺地區切柄原料菇 240公斤，乾燥後得乾菇39.7公斤，乾燥時間18小時，香菇含水率由86%降到8.6%，鮮菇與乾菇重量比為 6.03，平均乾燥速率為每小時9.56公斤水分。耗油量為45公升柴油。第二次乾燥測試所用香菇量如圖 5-2。乾燥前後香菇樣本如圖 5-3。本次乾燥試驗

極為成功。

兩次乾燥試驗皆成功得到品質良好乾菇。因值初夏，鮮菇品質不若冬季鮮菇厚實，故部份乾菇較小且瘦薄，乾菇分級標準屬於良級香菇。

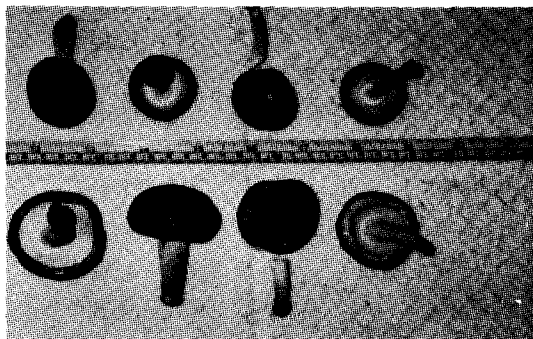


圖 5-1 第一次試驗香菇樣本(上排：乾燥後，下排：未切柄鮮菇)

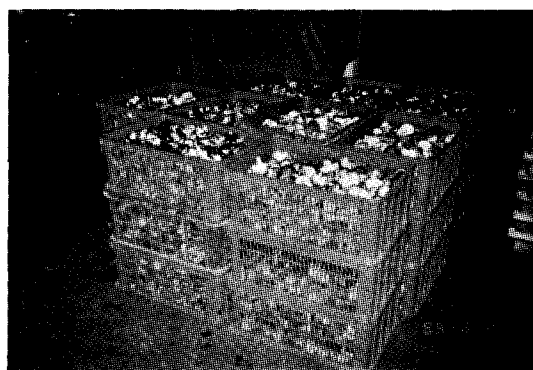


圖 5-2 乾燥試驗鮮菇量

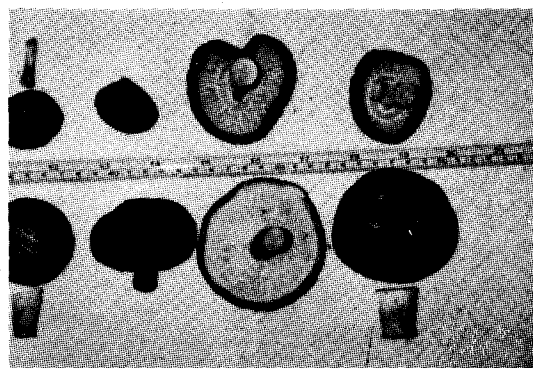


圖 5-3 第二次試驗香菇樣本(上排：乾燥後，下排：切柄鮮菇)

### 乾燥期間空氣溫濕度與香菇含水率之變遷

香菇乾燥過程為逐段升溫加熱，初期熱氣溫度30~40°C，後期溫度65~70°C。採恆溫加熱乾燥，雖可達到乾燥目的，但成品乾菇缺乏香味。本研究開發之香菇乾燥機可設定六段溫度。外界空氣通過熱交換器吸熱加溫變為熱氣，由直立式多孔網板（圖4-1）進入乾燥室，進風口溫度與濕度如圖5-4和圖5-5，量測位置為圖4-2之E點。熱氣通過篩網面上鮮菇即吸收水分並降低溫度成為低溫高濕空氣排出乾燥室，出風口（或迴風管）溫度與濕度亦如圖5-4和圖5-5，量測位置為圖4-2之F點。溫度曲線顯示六個不同溫度區，即42°C，45°C，52°C，55°C，60°C，和66°C。每一溫度區約維持3小時。乾燥初期進風口與出風口濕度差異大，而於乾燥末期差異縮小而漸趨一致，顯示香菇在乾燥初期排出大量水分。第二次試驗進風口與出風口溫濕度亦顯示相同現象。如圖5-6和圖5-7。

乾燥室內空氣溫度變遷趨勢亦如進風口與出風口空氣溫度，即有階段性升溫現象，如乾燥室中間位置（圖4-2之C點），乾燥室溫度變遷如圖5-8。乾燥室內各點離進風口遠者，在乾燥初期熱氣溫度較低，如D點溫度（圖4.2），但在乾燥後期即接近進風口溫度，如圖5-9。

菇傘與菇柄乾燥曲線如圖5-10。以第二次試驗為例鮮菇含水率為菇傘86%，菇柄78%，乾燥期間菇傘在第12小時即降到10%，但菇柄仍高達40%。自第12小時到18小時的乾操作業，基本上為去除菇柄含水率到安全貯存水分。在鮮菇處理上，若能切除較長菇柄，將有助於縮短乾燥時間節約能源。

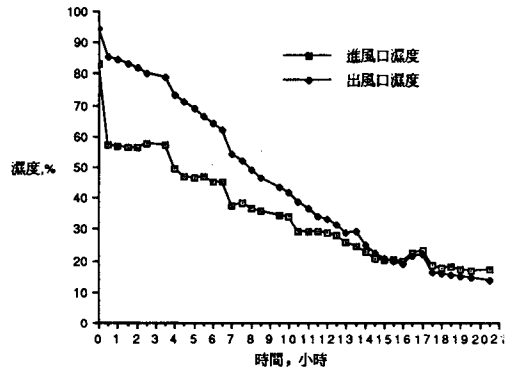


圖 5-5 第一次試驗進風口與出風口空氣相對濕度

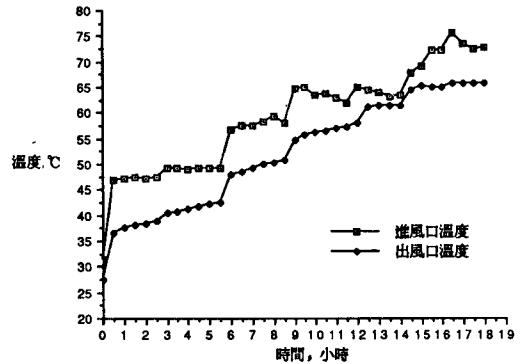


圖 5-6 第二次試驗進風口與出風口空氣溫度

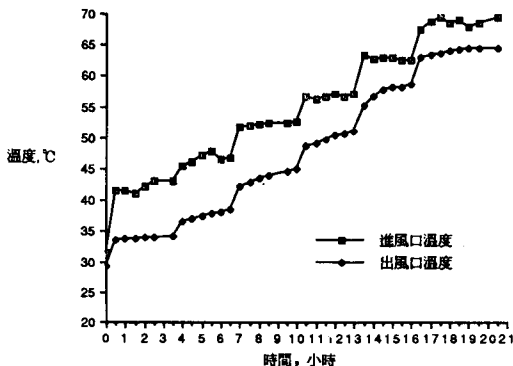


圖 5-4 第一次試驗進風口與出風口空氣溫度

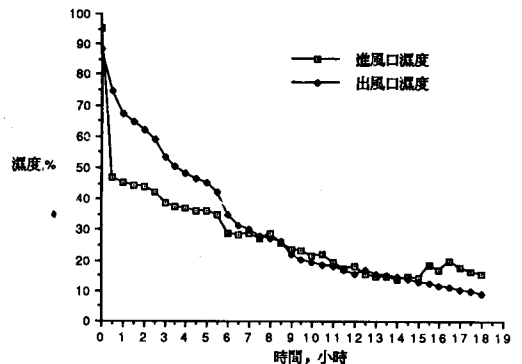


圖 5-7 第二次試驗進風口與出風口空氣相對濕度

## 六、香菇乾燥機械成本分析

香菇乾燥機主要構件材料與製造成本如下（新台幣）：

乾燥室（包括板材，鐵架，棒網等）	10,269元
燃燒機及熱交換器（含排煙口）	19,431元
溫度控制器	23,817元
送風機（2台）及風門控制組	20,952元
馬達（2台）	7,770元
加工組立工資	15,000元
合計（機體）	195,239元

本研究所開發之香菇乾燥機為第一台試驗機，製作單價約為新台幣19萬5千元。將來若推廣使用，其單價應可再下降。

乾燥操作費用成本如下（新台幣）：

燃料費	0.12~0.18公升/公斤鮮菇 =1.2~1.8元/公斤鮮菇
流動電費（用電率：2.3度/時，電費2.7元/度）	0.46元/公斤鮮菇
合計（油電費）	1.66~2.26元/公斤鮮菇
耗油量0.12~0.18公升/公斤鮮菇，與李進與（1985）研究利用太陽能乾燥機乾燥香菇之耗油量0.12~0.28公升/公斤鮮菇相當。換算成乾菇油電費（鮮菇折算成乾菇比例6：1）約為9.96~13.56元/公斤乾菇。乾燥香菇需人工1人工作24小時。	

## 七、結 論

本研究所研製開發之香菇乾燥機械採用平行流熱風乾燥方式。每次可烘乾鮮菇 300公斤。機體尺寸為 3.69×1.25×2.21m。第一次乾燥試驗取原料菇 274.1公斤，乾燥後得乾菇43.2公斤，乾燥時間20小時，香菇含水率由86%降到 8.8%。第二次乾燥試驗取原料菇 240公斤，乾燥後得乾菇39.7公斤，乾燥時間18小時，香菇含水率由86%降到 8.6%。乾燥速率菇傘大於菇柄。乾燥後香菇品質為良級。

香菇乾燥機製造成本新台幣20萬元，因屬於試作機，成本偏高，將來若推廣使用，大量生產時，其成本可再下降。油電費用相當於每公斤鮮菇1.66~2.26元，或每公斤乾菇 9.96~13.56元。

本次研製之乾燥機性能較預期為佳，乾燥後香菇品質均勻。今後擬朝降低製作成本方向加以研究

（文轉第8頁）

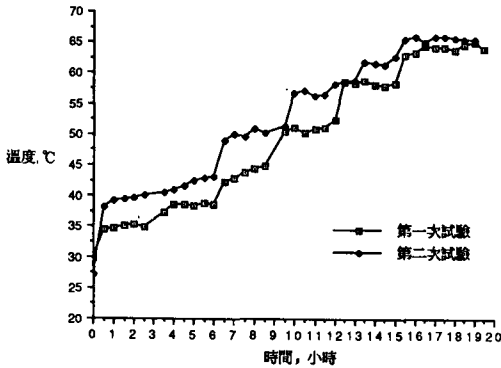


圖 5-8 乾燥室溫度變遷

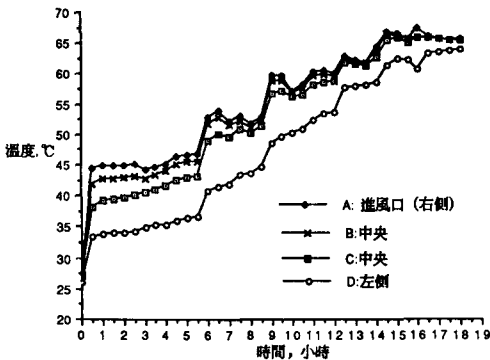


圖 5-9 乾燥室各點溫度（第二次乾燥試驗）

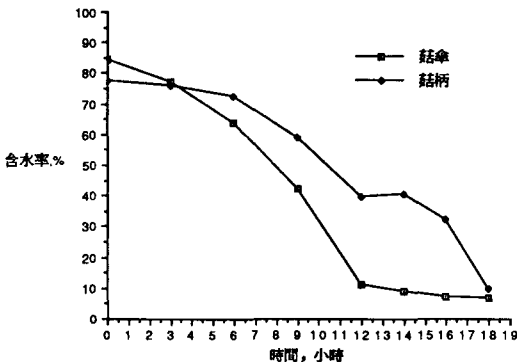


圖5-10 香菇乾燥曲線（第二次試驗）