

## 洋菇貨櫃栽培技術之研究

劉兆烘<sup>1)</sup> 彭金騰<sup>2)</sup> 李文汕<sup>3)</sup> 張武男<sup>3)</sup>

關鍵字：洋菇、貨櫃栽培

**摘要：**本試驗以空調貨櫃菇舍栽培洋菇，期能取代傳統菇舍。試驗結果顯示，以空調貨櫃菇舍栽培洋菇，菇舍前、中、後段不同區位及不同層別間之產量、產菇及生物效率等各項出菇特性均無顯著差異，顯示空調貨櫃菇舍適用於洋菇栽培。空調貨櫃菇舍的環控設備可確實管控溫度、相對濕度及二氧化碳等各項影響菇類生長之因子且呈極佳之均一性。空調貨櫃菇舍栽培洋菇平均產量為 50.62 kg/坪、生物效率為 65.2%，高於一般空調菇舍之 41.72 kg/坪及 48.2%。本空調貨櫃菇舍洋菇栽培試驗期為八十七年五至八月間，顯示可在本省夏季高溫期間以空調貨櫃菇舍栽培洋菇，即使冬季期間使用，亦比一般無空調傳統菇舍栽培結果顯著。

### 前 言

洋菇因保鮮不易及不耐久藏與長途運輸，國外進口較為困難。此外，洋菇以設施栽培可周年生產，不受天候影響，栽培後之介質又可加工為有機堆肥，兼顧環保與永續農業之特性。因此，洋菇生產在國際貿易自由化之今日乃屬具有繼續發展潛力之產業。

本省地處亞熱帶，且屬夏季高溫的海島型氣候區，對於短期生產之作物，為期減少氣候環境之影響，只能採配合季節方式生產，如本省傳統洋菇栽培，僅能配合天然氣候環境因子適宜時，在秋冬季期間栽培。對於周年性生產之作物，則必須利用設施，並配合各種機械設備，以改善微氣候，達到生產目的。惟菇類環控設施之缺點，在於建築製

---

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生，通訊作者。

2) 行政院農業委員會農業試驗所植病系系主任。

3) 國立中興大學園藝學系副教授，教授。

菌和栽培室之費用高昂且無法移動，對土地依賴性高，難與本省小農生產體制結合。

舊貨櫃具有價格低廉、拖曳方便及可立體堆積等優點，若將舊貨櫃加以改裝，使其控制溫度、濕度及大氣成份的功能，以替代造價高昂的環控設施，可成為理想的菇菌栽培室。若再配合製菌與栽培專業化分工，菇農不須投資昂貴的製菌設備，只專責栽培，則菇農利用貨櫃可立體化栽培的優點，不僅增加土地利用方式，又可解決土地投資龐大問題，即可在環控條件下周年生產菇類，解決本省夏季高溫期間無法栽培菇類的問題。

## 材料與方法

### 一、空調貨櫃菇舍洋菇栽培

#### (一) 試驗材料與設備

##### 1. 洋菇菌種品系及來源

採用洋菇 MS 品系製成之麥粒菌種

##### 2. 堆肥來源

堆肥採用彰化縣二水鄉菇農張神綸先生所製作之稻草堆肥

##### 3. 栽培容器

採用長 58cm、寬 39cm、高 18.5cm 之塑膠框為栽培容器，每框菇床表面積 0.2262m<sup>2</sup>。

##### 5. 覆土材料

採用 100% 之水苔泥炭，以碳酸鈣調整 pH 值至 6.5。

##### 6. 菇舍

###### (1) 菇舍本體

菇舍利用已淘汰的舊貨櫃，內牆及地板噴 5cm 厚 PU 保溫層，地板再鋪 5cm 厚混凝土層，貨櫃內之菇架共二排，每排五層，層距 47cm，每層可放 20 個長方型塑膠堆肥框。

###### (2) 防熱覆蓋

為延長貨櫃使用壽命及防止太陽直接照射、提高保溫效果，貨櫃側面及上方以 2cm 厚 PU 保溫層之烤漆波浪鋼板覆蓋。

###### (3) 空調設備

###### a. 降溫設備

採用水冷式 5 馬力空氣壓縮機，蒸發器裝於櫃內最後方，風扇(1/8 馬力)裝於蒸發器前，冷卻水塔裝於櫃外，貨櫃內之冷空氣以長方型風管及可調式柵門輸出。

###### b. 三通通風機

裝於貨櫃側面後方，供櫃內空氣內循環、引入外氣及排除過高二氧化碳。

###### c. 二氧化碳監控器

二氧化碳以空氣幫浦抽出，並導入二氧化碳紅外線偵測器中偵測濃度，偵測所得信號回送至偵測器，並據以控制熱交換機操作。

d. 熱交換機

熱交換機裝置於櫃內後端，主要供空調貨櫃菇舍引入新鮮空氣及排除二氧化碳。

e. 超音波加濕設備

櫃內空氣濕度以溫濕度感應傳送器、濕度控制器及超音波加濕機控制，超音波加濕機有 8 組振盪子，霧化量為每小時 3,600cc，水滴顆粒直徑 3~5  $\mu\text{m}$ 。

f. 溫濕度及二氧化碳濃度記錄器

均採用 Endress Hauser 之 colour hybrid recorder Alpha-Log TI051R/09/e/o 4.96。

(二) 試驗方法

1. 堆肥下種及下種後之管理

洋菇堆肥購得後，隨即以人工裝入長方型塑膠框，每框堆肥量 15kg，並同時下種，下種結束後將堆肥壓緊整平，隨即移入貨櫃菇舍菇架，在無光照下走菌。

貨櫃每層分前後兩段，靠近貨櫃門之一端為前段，接近蒸發器之一端為後段，每層(除第五層外)每段為一重覆，共八重覆，每重覆有 10 個堆肥塑膠框。

2. 菇床覆土及覆土後之管理

麥粒菌種在堆肥中培養 14 天，洋菇菌絲長滿堆肥後，開始覆土。覆土後七天，洋菇菌絲約佔滿每框菇床 85%面積時，於覆土表面大量灑水，並再覆一層厚約 0.5cm 之覆土。

3. 出菇刺激操作及第一周期菇之生長管理

為刺激出菇，溫度應先調降至 18°C，隔日再調降至 16°C，至第一周期菇採收結束。刺激出菇操作六~七天後，菇蕾及小菇開始形成，待小菇菌傘直徑超過 0.8cm，大量灑水，當菇體大小達到大部份可採收前二天，不灑水，以減少細菌病害和提高菇體品質。

4. 第一周期菇後各周期出菇及採收後之菇床管理

第一周期菇採收後應做補土工作，死菇也應清理，以減少有害真菌之滋生，並將菇舍內溫度調升 1~2°C 維持二天，再調回 16°C 左右，以促進次周期之出菇，以後各周期之出菇管理比照第一周期。

5. 調查項目

調查空調貨櫃菇舍洋菇栽培，其不同區位及菇架層別之產量、生物效率等出菇特性。

二、一般空調菇舍洋菇栽培

(一) 試驗材料與設備

1. 洋菇菌種品系、堆肥來源及栽培容器均與空調貨櫃菇舍洋菇栽培相同。

2. 覆土

覆土材料為紅土，以碳酸鈣調整 pH 值至 7.5，並以 2% 福馬林溶液消毒。

3. 菇舍

### (1) 菇舍本體及內部設備

菇舍為鋼架外覆烤漆鋼板，內壁噴 6cm 厚 PU 保溫層，菇舍內之床架共 6 排，每排共 6 層，每層可放 22 個長方型塑膠框。

### (2) 降溫設備

採用二個 3 馬力壓縮機、二個風扇及塑膠風管，菇舍後面牆壁裝設二個窗戶，可使新鮮空氣進入菇舍，菇舍前面有二個門，門旁牆壁靠地面處加裝二個抽風扇(1/4 馬力)。無二氧化碳監控、濕度感應監控、熱交換機及三通通風機等設備。

## (二) 試驗方法

### 1. 堆肥下種及下種後之管理

洋菇稻草堆肥經後發酵處理後，將溫度降至 27°C 左右，並以每框 18 公斤堆肥量，裝入長方型塑膠框，採用混合下種法下種，下種結束之堆肥框移入空調菇舍內走菌。

### 2. 菇床覆土及覆土後之管理

麥粒菌種在堆肥中培養 14 天，洋菇菌絲長滿堆肥時，開始覆土，覆土後七~八天洋菇菌絲約佔滿每框菇床 85% 面積時，先行灑水，再以釘耙耙鬆覆土層。

### 3. 出菇刺激操作至第一周期菇之生長管理與採收

覆土層耙鬆，先予灑水，隨即將菇舍中溫度由 23~24°C 調降至 19°C，第二天再調降至 17°C，第三天再調降至 15°C。待菇蕾開始形成時，再覆一層厚約 0.5cm 之覆土。當菇體長至菇傘直徑之 2~3 倍時，即予採收，但採收前二天，不灑水以減少細菌病害發生和提高菇體品質。

### 4. 第一周期後各周期出菇及採收後之菇床管理

各周期出菇及採收後之菇床管理均與空調貨櫃菇舍洋菇栽培相同

### 5. 調查項目

調查一般空調菇舍洋菇栽培，單位堆肥乾重產量及生物效率等出菇特性。

## 結果與討論

### 一、空調貨櫃菇舍洋菇栽培

本試驗利用空調貨櫃菇舍栽培洋菇 MS 品系，調查空調貨櫃菇舍內前後段不同區位之覆土至首次採菇日數、首周期採菇日數、次周期、第三、四周期出菇、採菇完成日數及產量、生物效率等各項出菇特性之結果列於表 1。結果顯示，菇舍內前後段洋菇各期之出菇及採菇日數均無顯著差異。前段 10 個塑膠框(10×0.2262m<sup>2</sup>)之產量為 34.5 kg，約等於每坪(3.3 m<sup>2</sup>)50.33 kg。後段 10 個塑膠框(10×0.2262m<sup>2</sup>)之產量為 34.9 kg，約等於每坪(3.3 m<sup>2</sup>)50.92 kg。空調貨櫃菇舍栽培洋菇，每一塑膠框係填加 15 kg 的堆肥，堆肥含水量平均為 64.5%，換算生物效率，前段 64.9%，後段 65.5%，平均為 65.2%。

表 1. 洋菇 MS 品系以桶內發酵法製作之堆肥在貨櫃空調菇舍前、後段栽培之產量與生物效率及其他出菇特性之比較<sup>z</sup>

Table 1. Comparisons of productivity, biological efficiency and other fruiting characteristics in the mushroom strain MS cultivated in the front and rear parts of the cargo container with the mushroom compost prepared by tank fermentation method

貨櫃區位 Position of container	覆土至首次 採菇日數 Interval between casing and 1 <sup>st</sup> harvest (day)	首週期採 菇之日數 Time for 1 <sup>st</sup> harvest (day)	出菇及採菇完成日數 Fruiting and time for finishing harvest			產 量 (公斤) Yield (kg)	生物效率 (%) Biological efficiency (%)
			次週期 2 <sup>nd</sup> flush	第三期 3 <sup>rd</sup> flush	第四期 4 <sup>th</sup> flush		
前段 Front	26.5a <sup>y</sup>	4.5a	7.9a	9.1a	9.0a	34.5a	64.9a
後段 Rear	27.0a	4.0a	8.0a	9.0a	9.0a	34.9a	65.5a
平均 Average	26.8	4.3	7.9	9.1	9.0	34.7	65.2

z: Growing period 1998/5/28 – 1998/8/5.

y: Means within each column followed by the same letter are not significantly at 5% level by Duncan's multiple range test.

進一步調查空調貨櫃菇舍內不同層別菇架之出菇特性及其產量與生物效率結果列於表 2。結果顯示，第一至第四層間不同層別菇架，由覆土至首次採菇日數，分別為 26.8、27.0、26.5 及 26.8 日，平均 26.8 日。以及首周期、次周期、第三周期、第四周期出菇及採菇完成日數，在不同層別間之差異均不足一日，並以首周期之採菇日數最短為 4 至 4.5 日，次周期及第三、第四周期之平均採菇日數則分別為 7.8、8.8 及 8.8 日，層別間並無顯著差異。產量則以第三層之 36.0 kg/0.2262m<sup>2</sup> 為最高，以第一及第四層較低為 33.8 kg/0.2262m<sup>2</sup>，但層別間亦無顯著差異。換算其生物效率，層別間亦無顯著差異。試驗結果說明空調貨櫃菇舍所設定之條件適宜洋菇生長和繁殖，而且由於環控條件均一性佳，因此不論洋菇在前後段或不同層別間之各項出菇特性無顯著差異。

表 2. 洋菇 MS 品系以桶內發酵法製作之堆肥在貨櫃空調菇舍不同層菇架栽培之產量與生物效率及其他出菇特性之比較<sup>z</sup>

Table 2. Comparisons of productivity, biological efficiency and other fruiting characteristics in the mushroom strain MS cultivated in different shelves of the cargo container with the mushroom compost prepared by tank fermentation method

菇架層別 Shelf level of mushroom bed	覆土至首次 採菇日數 Interval between casing and 1 <sup>st</sup> harvest (day)	首週期採 菇之日數 Time for 1 <sup>st</sup> harvest (day)	出菇及採菇完成日數 Fruiting and time for finishing harvest			產 量 (公斤) Yield (kg)	生物效率 (%) Biological efficiency (%)
			次週期 2 <sup>nd</sup> flush	第三期 3 <sup>rd</sup> flush	第四期 4 <sup>th</sup> flush		
一層 1 <sup>st</sup> level	26.8a <sup>y</sup>	4.3a	8.0a	9.0a	9.0a	33.8a	63.5a
二層 2 <sup>nd</sup> level	27.0a	4.0a	7.3a	8.0a	8.3a	35.2a	66.2a
三層 3 <sup>rd</sup> level	26.5a	4.5a	7.8a	9.3a	9.0a	36.0a	67.6a
四層 4 <sup>th</sup> level	26.8a	4.3a	8.0a	9.0a	9.0a	33.8a	63.5a
平均 Average	26.8	4.3	7.8	8.8	8.8	34.7	65.2

z: Growing period 1998/5/28 – 1998/8/5.

y: Means within each column followed by the same letter are not significantly at 5% level by Duncan's multiple range test.

## 二、一般空調菇舍洋菇栽培

調查本省中部地區，一般空調菇舍內栽培洋菇 MS 品系之栽培結果，並與空調貨櫃菇舍洋菇栽培(表 1、2)結果比較列於表 3。結果顯示，一般空調菇舍每間可栽培 792 個塑膠框(0.2262m<sup>2</sup>/個)之洋菇，其洋菇總產量為 2265 kg。若換算為相同面積，空調貨櫃菇舍共可栽培 160 框(0.2262m<sup>2</sup>/個)之洋菇，而 160 框之洋菇總產量為 555.2 kg，即一般空調菇舍每一塑膠框之產量為 2.86 公斤，約等於每坪(3.3 m<sup>2</sup>)41.72 kg，而空調貨櫃菇舍每一

塑膠框之產量為 3.47 kg，約等於每坪(3.3 m<sup>2</sup>)50.62 kg。一般空調菇舍栽培洋菇，每一塑膠框係填加 18 kg 堆肥，堆肥含水量平均為 67%，換算生物效率為 48.2%，空調貨櫃菇舍栽培洋菇，每一塑膠框係填加 15 公斤堆肥，堆肥含水量平均為 65%，換算前後段平均之生物效率為 65.2%。結果說明空調貨櫃菇舍之產量、生物效率等出菇特性，均高於一般空調菇舍。尤以空調貨櫃菇舍栽培洋菇，菇舍內不論區位或層別，各項出菇特性均無顯著差異之結果，主要由於空調貨櫃菇舍環控均一性極佳，環控設備又可確實管控溫度、相對濕度及二氧化碳等各項影響洋菇生長之因子。以此環控均一性條件佳之菇舍栽培，較僅有空調控制之一般空調菇舍，能獲得更高的洋菇產量及生物效率。此與 Oei (1996) 認為洋菇栽培自堆肥準備至採收，每一階段都有其最適宜的溫度、相對濕度及二氧化碳等環境條件。及 Lilly and Barnett (1951) 指出所有生物對生長和繁殖都有不同的條件，外界條件會決定低等生物(如真菌)的生長與繁殖能否發生結果相同。

表 3. 一般空調菇舍與空調貨櫃菇舍洋菇栽培結果比較<sup>z</sup>

Table 3. Comparisons of the experimental results of the mushroom strain MS cultivated in the conventional mushroom houses installed with only temperature controlling equipment and in the cargo container installed with air conditioning facility

栽培設施種類	栽培數量 (框/間)	堆肥量 (公斤/框)	堆肥含水量 (%)	總產量 (公斤)	平均產量 (公斤/框) (公斤/坪)	生物效率 (%)
Mushroom house	Number of basket	Weight of compost (kg/basket)	Water content of compost (%)	Total yield (kg)	Average yield Kg/basket (kg/ping)	biological efficiency (%)
一般 空調菇舍 traditional	792	18	67	2,265	2.86 (41.72)	48.2
空調 貨櫃菇舍 container	160	15	65	555.2	3.47 (50.62)	65.2

z: Growing period 1998/11 – 1999/3

洋菇菌絲生長及菇體發育適溫依品種略有差異，一般前者為 24~28°C，後者為 15~18°C，而菇體生長發育階段時之空氣相對濕度以保持 85~90%為宜(彭，1995)。表 4 為調查中部地區一般傳統菇舍栽培洋菇之生產期及產量資料，資料顯示，一般傳統菇舍未裝設空調設備之洋菇栽培，僅能在每年十一月至翌年三月間進行。依行政院農業委員會農業試驗所紀錄，試驗期間 87 年 6 月 1 日至 7 月 18 日台中縣霧峰地區平均溫度為 23~31°C、相對濕度為 79~100%。資料說明，6~7 月間之相對濕度雖然適宜洋菇菇體生長發育，但溫度僅適宜菌絲生長，卻無法適宜菇體發育。此亦說明洋菇栽培會受溫度和相對濕度限制，因此，本省一般傳統菇舍如未裝設空調設備，即無法在夏季期間之高溫下栽培洋菇。惟試驗之空調貨櫃菇舍洋菇栽培期間為八十七年五至八月間，結果顯示，其產量較一般空調菇舍栽培結果顯著為高，說明可利用試驗採用之空調貨櫃菇舍開發周年栽培洋菇之可行性。至於相關的經濟效益評估，仍待進一步探討。

表 4. 民國 86 年 11 月至 88 年 3 月中部地區一般傳統菇舍洋菇栽培情形調查表

Table 4. Survey data on the cultivation of the common white mushroom in conventional plastic mushroom houses in central Taiwan from November 1997 to March 1999

菇農姓名 Designation of grower	栽培地點 Place of cultivation	栽培品系 Mushroom strain	栽培面積 (坪) Area of cultivation (ping)	總產量 (公斤) Total yield (kg)	單位產量 (公斤/坪) Average yield (kg/ping)	生產期 Period of production
許長	芬園	台農 3 號 TN No.3	250	10149.3	40.6	Nov. 1997   Mar. 1998
曾正雄	芬園	台農選 1 號 TS No.1	150	3945.3	26.3	Nov. 1997   Mar. 1998
張志遠	草屯	MS 品系 MS	100	3963.5	39.6	Dec. 1998   Mar. 1999
賴來圳 No. 4	苑裡	台農 3 號 TN No.3	300	12866.6	42.9	Nov. 1998   Mar. 1999

\* 1 Ping = 3.24 m<sup>2</sup>



## 結 語

本省地處亞熱帶，且屬夏季高溫的海島型氣候區，因此本省一般傳統菇舍，若未裝設環控設施，即無法在夏季高溫期間栽培菇類。惟菇類環控設施之缺點，在於製菌和栽培室為鋼筋混凝土或鋼骨建材之建築物，造價高昂且無法移動，對土地依賴性又高，難與本省小農體制結合。本試驗利用已淘汰的舊貨櫃加以改裝，使其具控制溫度、濕度及大氣成分的功能，以替代複雜且造價高昂的環控設施，作為洋菇栽培室，綜合本試驗結果，可提出下列結論：

- 一、空調貨櫃菇舍栽培洋菇，其產量、產菇或生物效率等各項出菇特性，均優於一般僅有空調無其他環控設備之菇舍；或全無空調之傳統菇舍栽培結果。
- 二、空調貨櫃菇舍栽培洋菇，不受溫度和相對濕度等影響菇類生長之因子限制，因此可周年栽培，惟相關的經濟效益評估，仍需進一步深入探討。

## 參 考 文 獻

- 宋細福、謝能。1985。洋菇專業栽培技術。行政院農業委員會及台灣省政府農林廳編印。p.3-4。
- 張樹庭、P.G.Miles 著。1992。食用蕈菌及其栽培。中國河北大學出版社編印。p.272。
- 陳加忠。1993。塑膠布溫室栽培自動化技術手冊。財團法人農業機械化研究發展中心。p.1-3。
- 彭金騰。1995。洋菇。台灣農家要覽 農作篇(二)。p.485-490。
- 廖英明。1995。金針菇。台灣農家要覽 農作篇(二)。p.515-520。
- 北本 豐。1991。綜合生產技術。基礎科學的最新技術。農村文化社編印。東京。p.221-229。
- 橋本 一哉。1991。ツシユルーム栽培法。きのこの基礎科學的最新技術。農村文化社編印。東京。p.246-256。
- Cailleux, R. and A. Diop. 1974. Recherches experimentales sur les conditions D'ambiance requises pour la fructification du Pleurotus eryngii et de L'Agrocybe aegerita. Mush. Sci. 9/1: 607-619.
- Chang, S. T. and T. H. Quimio. 1982. Tropical mushroom biological nature and cultivation methods. The Chinese University Press, Hong Kong. p. 285-286 and p. 351-361.
- Gaze, R. H. 1985. Cultivation systems and their evolution. The biology and technology of the cultivated mushroom. Littlehampton, UK. 3: 23-41.

- Happ, A. C. and P. J. Wuest. 1987. Mushroom yield and incidence of *Verticillium* disease as influenced by the choice of casing and its treatment with steam. *Mush. Sci.* 10: 303-309.
- Kapoor, J. N. 1989. Mushroom cultivation. Tool Publications, Leiden, The Netherlands. p. 69.
- Lilly, V. G. and H. L. Barnett. 1951. *Physiology of the Fungi*. McGraw-Hill New York.
- McGregor, B. M. 1987. Tropical products transport handbook. United States Department of Agriculture. *Agricultural handbook*. p. 668.
- Oei, P. 1996. Mushroom cultivation. Tool Publications, Leiden, The Netherlands. p. 100-110.
- Tansakul, R. and B. W. Klitsaneephail. 1985. Utilization of chicken manure with rice straw and water hyacinth for straw mushroom *Volvariella volvacea* cultivation. *Thial. Agric.Sci.* 16: 125.
- Tasnadi, G. 1992. Overview on hungarian mushroom growing. *Mushroom J.* 12: 23-25.
- Tonomura, H. 1978. *The biology and cultivation of edible mushrooms*. Academic Press. New York. San Fransisco. London. p. 410-420.
- Wuest, P. J. and D. M. Beyer. 1996. Manufactured and recycled materials used as casing in (*Agaricus bisporus*)mushroom production. *Mushroom biology and mushroom products*. p. 241-250.

## Study on Mushroom(*Agaricus bisporus*(Lange)Imbach.)

### Multivation in Cargo Container

Chao Hong Liu<sup>1)</sup> Jin Torng Peng<sup>2)</sup> Wen Shan Lee<sup>3)</sup> Woo Nang Chang<sup>3)</sup>

Key words: mushrooms, cultivated in cargo container

#### Summary

Experiment was carried out to study the alternative may of growing mushroom in environment controlled cargo container from May to August in 1998. Results showed that the yield, fruiting and biological efficiency were insignificantly different among front, middle and rear sections in container, and among different levels. The environmental factors which influence mushroom growth much as humidity, temperature and carbon dioxide concentration could be well controlled in the container designed and installed by the Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan. The yield and biological efficiency of mushroom cultivated in environment controlled cargo container were 15.3kg/m<sup>2</sup> and 65.2% which were higher than traditional mushroom house of 12.6kg/m<sup>2</sup> and 48.2%, respectively. It is concluded that mushroom cultivation using the environmentally controlled cargo container is better than traditional mushroom house, especially, during hot summer season in Taiwan.

- 
- 1) Graduate student, Department of Horticulture, National Chung Hsing University. Corresponding author.
  - 2) Head, Department of Plant Pathology, Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.
  - 3) Associate professor and professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

