

## 以檳榔桿屑代用木屑培養三種靈芝子實體之初步觀察結果

廖信昌\*

### 摘要

本研究探討檳榔桿屑取代木屑太空包，深層培養 3 個品種靈芝，松杉靈芝 *Ganoderma tsugae* (Murrill) (BCRC 36203)、鹿角靈芝 *Ganoderma lucidum* (Curtis) (BCRC 36299) 及 *Ganoderma subamboinense* var. *laevisporum* (BCRC 36087) 之子實體在不同配方比例太空包之生長實驗比較，試驗結果發現鹿角靈芝 (BCRC 36299) 及松杉靈芝 (BCRC 36203) 以菌塊植菌至太空包，在木屑取代 25% 時，生長出菇率分別為 66.7 及 33.3%，而 BCRC 36087 則無生長，若木屑取代達 50% 時，以菌液植菌培養較菌塊生長為佳。綜合試驗結果發現 3 品種靈芝之生長出菇率為 BCRC 36299 > BCRC 36203 > BCRC 36087。依實驗數據結果可確定檳榔屑大約可取代 25% 至 50% 之太空包木屑用量，若依本試驗報告結果去換算台灣全年養菇之太空包木屑取代量將相當可觀，深具市場開發潛力，值得進一步探討。

關鍵詞：檳榔桿屑、太空包、靈芝、子實體、深層培養。

---

\*美和科技大學生物科技系副教授

## 壹、前言

靈芝是台灣最早開發之藥用菇類，近年來許多科學研究報告及醫學臨床證明靈芝確實含有多種成份對人體具特殊之藥理功能 (Kohda *et al.* 1985; Mizuno 1995)，這些成份包括有多醣體、三萜類、核酸類、微量元素及其它有效成份，如多醣體具有增強人體免疫力、抗氧化、抗發炎及具抗腫瘤等作用 (Ukai *et al.* 1983; Lee *et al.* 1984; 1995; Yen & Wu 1999; Mau *et al.* 2002)、三萜類具降血壓及降血脂作用 (Kohda *et al.* 1985; 董及蘇 1988)。目前台灣靈芝栽培一般大多用太空包栽培，根據地球公民基金會調查報告 (<http://met.ngo.org.tw>)，台灣每年為供應養菇業所需的木屑量高達 35 萬 4,740 公噸，其中部份木屑即用於靈芝栽培，太空包木屑是用新砍伐的林木碎屑化而成，送到堆肥製造廠堆放三個月發酵後製成太空包，養菇每年需龐大木屑用量，是相當浪費資源的產業，尋找種菇產業木屑太空包之替代品及降低砍木造成環境生態嚴重危害是本試驗的研究動機及重要的思考方向。根據農業年報統計，台灣地區的檳榔栽培面積達 46,806 ha，生產值約新台幣 89 億元 (農委會年報 2010)，已較十年前統計高達 130 億元不可同日而語，主因政府之宣導及人民健康意識提高有關。在 2003 年國際癌症中心 (International Agency for Research on Cancer) 已確定檳榔是第一類致癌物，有充分的流行病學之研究數據，顯示檳榔的確會造成人體癌症的發生 (賴等，2008)，且已有多篇有關於此之報告。檳榔子水萃取液 (Areca Nut Extract) 中主要包含了多酚類化合物與生物鹼，檳榔子水萃取液中的多酚類化合物被證實涉及氧化性傷害，且與口腔癌的發生有關 (劉等，2009)，檳榔素與檳榔鹼都具致突變性潛力 (林等 2000)，因此嚼食檳榔不僅危害個人健康，更造成全民健保之重大負擔。另外，陳 (1994a) 曾調查報告指出檳榔園一年損失的水量竟高達四十億噸，地下水位下降 5-20 m，中南部的旱象發生，眾多檳榔園實難辭其咎。為了減低台灣養菇業者種植菇蕈類大量砍伐木材破壞水土保持之生態危機，本研究探討檳榔桿屑取代木屑太空包之可能性？思考檳榔之其它用途開發？本試驗進行三種靈芝品種包括松杉靈芝 (BCRC 36203)、鹿角靈芝 (BCRC 36299) 及 BCRC 36087 於木屑與檳榔屑之不同比例太空包之生長比較，測量三種靈芝品種子實體之出菇數、生長高度、菌絲體之生長分布及靈芝菌塊及菌液於太空包之生長比較，本研究結果若能確定檳榔桿碎屑可部份取代太空包木屑用量，將可對菇蕈太空包之木屑用量大為降低，具市場開發潛力，其它因廢檳榔，及轉作其它農作物或造林之效益，因而減少樹木之砍法，可節能減碳、降低暖化及涵養水源，增加水土保持等對環境生態之永續經營將具有很大之助益。

## 貳、材料與方法

### 一、靈芝菌種培養

本實驗所用的菌種為松杉靈芝 *Ganoderma tsugae* (Murrill) (BCRC 36203)、鹿角靈芝 *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karsten (BCRC 36299) 及 *Ganoderma subamboinense* var. *laevisporum* Bazzalo & Wright (BCRC 36087)，購自食品工業發展研究所，生物資源保存及研究中心。固體培養基配方為 PDA (potato dextrose agar, Difco) 加上 0.5% 酵母萃 (yeast extract) (曾等, 2003)，先分別將 BCRC 36203、BCRC 36299 及 BCRC 36087 接種於用 PDA 平板培養基中培養約 7-8 天，菌絲即可佈滿整個培養皿，以接種刀從平板培養基切下約長寬各 1 公分之菌塊，移植至太空包中，再將棉花塞封口及套圈套上。靈芝菌液培養，將已滅菌錐形瓶之 PDB (HIMEDIA Co.) (Potatao Dextrose Broth) 培養液於無菌操作台放入從平板培養基切下約長寬各 1 公分之菌塊，於溫度 30°C，轉速 200 rpm 之培養箱培養約 5 天是為靈芝菌液。

### 二、靈芝之檳榔桿屑與木屑不同比例之太空包培育試驗

#### 1. 檳榔桿碎屑化處理

檳榔桿碎化說明，首先將檳榔桿乾燥化處理後，以中型碎化機械 (先鋒機械企業廠生產) 進行粗屑化處理，接著進行細碎化處理。檳榔桿經 150 HP 破碎機破碎後之粒徑，粗為 1-3 cm；長為 8-20cm 公分左右，再以粗粉碎機 (先鋒機械企業廠生產) (約 75 馬力) 粉碎，每小時約可達 3-4 公噸，粒徑約粗 0.3-0.5cm，長 1.2-3.0 cm。最後再經高速粉碎機 (先鋒機械企業廠生產) (約 150 馬力) 每小時約達 1.5-2 公噸，粒徑約粗 3-4mm，長 6mm 左右。

#### 2. 菌塊於檳榔桿屑太空包之調配

檳榔桿屑太空包之調配，參考陳等 (2013) 之栽培方法加以修改，基本生長物質配方比例為 6.08 % (米糠 3.3 %，粉頭 0.08 %，玉米粉 1.7 %，石灰 1 %)，其餘 93.92 % 為檳榔桿屑與木屑混合而成，將木屑與檳榔桿屑之比例分為 A (木屑：檳榔桿屑=100：0)；B (木屑：檳榔桿屑=75：25)；C (木屑：檳榔桿屑=50：50)；D (木屑：檳榔桿屑=25：75)；E (木屑：檳榔桿屑=0：100)，木屑及檳榔桿屑之比例，分別為 25、50、75 及 100% 分別增減互補為 100 %，每處理 3 個太空包，三重複。本試驗使用之木屑取自木材工廠之新鮮木屑 (杉木) 及檳榔桿屑及基本生長物質加以混合並未經 3 個月之發酵。

#### 3. 菌塊於無添加基本生長物質之檳榔桿屑太空包之生長試驗

將檳榔桿屑太空包調配為 E1：木屑 200g、檳榔桿屑 800g、石灰 10g；E2：木屑 111g、檳榔桿屑 889g、石灰 10g；E3：木屑 77g、檳榔桿屑 923g、石灰 10g；E4：木屑 59g、檳榔桿屑 941g、石灰 10g；E5：木屑 30g、檳榔桿屑 970g、石灰 10g 五種不同配方比例之太空包。利用滅菌釜殺菌，121°C，維持約 1.5 小時殺菌，待釜內溫度降至 60°C 即可取出再冷卻至 30°C 左右，於無菌操作台從

平板培養基切下約長寬各 1 公分之菌塊迅速接種，將太空包棉花塞拔開，立即加入一些新鮮無雜菌的原種，再將棉花塞封口及套圈套上，接種時應儘量避免可能的污染機會。

#### 4. 菌液於檳榔桿屑太空包之調配

基本生長物質配方比例為 6.08 % (米糠 3.3 %，粉頭 0.08 %，玉米粉 1.7 %，石灰 1 %)，其餘 93.92 % 為檳榔桿屑與木屑混合而成，將木屑與檳榔桿屑之比例分為 A (木屑：檳榔桿屑=100：0)；B (木屑：檳榔桿屑=75：25)；C (木屑：檳榔桿屑=50：50)。在無菌操作台內將太空包棉花塞拔開，倒入培養約 5 天之靈芝菌液約 5ml，再將棉花塞封口及套圈套上，將接種完之太空包移入培養架止培養，培養溫度為室溫約  $27\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，觀察及記錄靈芝之生長情形，每處理 3 重複。

#### 5. 開包：

於室內  $27\pm 1^{\circ}\text{C}$  開放空間培養，每天觀察靈芝之生長情形，待菌絲生長至底部約 2/3 處時，則將棉花塞拿掉，每天需噴水 3 次，以保持一定之濕度。

6. 菌絲生長情形記錄：比較 *G. tsugae* (BCRC 36203)、*G. lucidum* (BCRC 36299)、*G. subamboinense* var. *laevisporum* (BCRC 36087) 三靈芝品種於太空包內菌絲生長佈滿情形，太空包高度約 20 cm，將菌絲生長佈滿情形分為 5 級：excellent：+++++ 為 16-20 cm；good：++++ 為 12-16 cm；fine：+++ 為 8-12cm；common：++ 為 4-8 cm；poor：+ 0-4cm。

### 參、結果

*G. tsugae* (BCRC 36203)、*G. lucidum* (BCRC 36299)、*G. subamboinense* var. *laevisporum* (BCRC 36087) 在不同比例之木屑與檳榔桿屑太空包培育試驗表 1 為 *G. tsugae*、*G. lucidum*、*G. subamboinense* var. *laevisporum*，三靈芝菌種之菌塊於不同比例之木屑與檳榔桿屑配方之太空包生長情形比較，就 BCRC 36299 之菌塊生長情形而言，結果發現以 A 配方為 100%木屑 3 重複中有 2 株出菇，出菇高度為 7.2cm，B 配方為 75%木屑及 25%檳榔屑，同樣有中有 2 株出菇，出菇高度為 6.0 cm，稍差於 A 配方之木屑太空包，BCRC 36203 菌塊在不同比例之木屑與檳榔屑配方之太空包生長，結果發現 A 配方 3 重複，全部有長出且靈芝高度約 11.0 cm，B 配方有 1 株 (約 6.0 cm) 及 C 配方 (約 8 cm) 有 1 株生長較好，而 BCRC 36087 僅在 100% 木屑太空包有生長出菇，在含有檳榔桿屑之 B、C、D、E 配方太空包均無生長，若以 BCRC 36299 及 BCRC 36203 之生長情況分析，試驗結果發現鹿角靈芝 (BCRC 36299) 及松杉靈芝 (BCRC 36203) 以菌塊植菌至太空包，在木屑取代 25% 時，生長出菇率分別為 66.7 及 33.3%，而 BCRC 36087 則無生長，表示檳榔桿屑約可取代木屑 25-50%之用量。

以檳榔桿屑代用木屑培養三種靈芝子實體之初步觀察結果

表 1.

*G. tsugae* (BCRC 36203)、*G. lucidum* (BCRC 36299)、*G. subamboinense* var. *laevisporum* (BCRC 36087) 菌塊於不同比例之木屑與檳榔桿屑配方之太空包生長情形比較

Species/ Betel dust ratio	A(100:0)	B(75:25)	C(50:50)	D(25:75)	E(0:100)
Ling chin growth (%)					
BCRC 36299	66.7	66.7	N <sup>1</sup>	N	N
BCRC 36203	100	33.3	33.3	N	N
BCRC 36087	33.3	N	N	N	N
Ling chin height(cm)					
BCRC 36299	7.2±0.4	6.0±1.4	—	—	—
BCRC 36203	11.0±3.5	7.5±0	8.0±0	—	—
BCRC 36087	8.8±0	—	—	—	—
Mycelia growth <sup>2</sup>					
BCRC 36299	+++++	+++++	+++	+++	+++
BCRC 36203	+++++	++++	++++	++	++
BCRC 36087	+++	++	++	+	+

1.N: Means ling chin no growth

2.Mycelia growth: excellent:+++++; good:++++; fine:+++; common:++; poor:+ ;no growth:-

表 2. 為 *G. tsugae* (BCRC 36203)、*G. lucidum* (BCRC 36299)、*G. subamboinense* var. *laevisporum* (BCRC 36087) 菌塊於無添加基本營養基質之不同比例檳榔桿屑配方之太空包生長情形比較，菌塊在沒有添加其它生長介質之不同比例之木屑與檳榔桿屑配方之太空包生長情形比較，在沒有其它生長介質時，發現 BCRC 36299、BCRC 36203 及 BCRC 36087 菌絲可生長但出菇情形不是很好，表示其它生長介質仍必需加入。在本試驗中，觀察發現以高溫 170℃ 烘烤檳榔桿屑達 2 小時，再配製太空包仍極易遭受雜菌污染，推測可能因本試驗材料檳榔桿屑及木屑並未經 3 個月之熟成發酵以致易造成雜菌之滋生。

表 2.

*G. tsugae* (BCRC 36203)、*G. lucidum* (BCRC36299)、*G. subamboinense* var. *laevisporum* (BCRC 36087) 菌塊於無添加基本營養基質之不同比例檳榔桿屑配方之太空包生長情形比較

Species/ Betel dust ratio	E1	E2	E3	E4	E5
Ling chin growth (%)					
BCRC 36299	N	N	N <sup>1</sup>	N	N
BCRC 36203	N	N	N	N	N
BCRC 36087	N	N	N	N	N
Ling chin height					
BCRC 36299	—	—	—	—	—
BCRC 36203	—	—	—	—	—
BCRC 36087	—	—	—	—	—
Mycelia growth <sup>2</sup>					
BCRC 36299	++	++	+	+	+
BCRC 36203	++	++	+	+	+
BCRC 36087	++	++	+	+	+

1.N: Means ling chin no growth

2.Mycelia growth:excellent:+++++;good:++++;fine:+++;common:++;poor:+ ;no growth:-

表 3. 為 *G. tsugae* (BCRC 36203)、*G. lucidum* (BCRC36299)、*G. subamboinense* var. *laevisporum* (BCRC 36087) 菌液於不同比例之木屑與檳榔桿屑配方之太空包生長情形比較，將木屑與檳榔桿屑之比例分為 A (木屑：檳榔桿屑=100：0)；B (木

屑：檳榔桿屑=75：25)；C(木屑：檳榔桿屑=50：50) 三種組成太空包，分別倒入等量約 5 ml 之 BCRC 36299、BCRC36203 及 BCRC 36087 菌液至各配方比例之太空包中，結果發現 BCRC 36299 於 A、B 及 C 配方太空包中之生長，3 重複中均有 2 重複出菇。BCRC 36203 於 A、B 配方太空包中之生長 3 重複中有 2 株出菇，而 C 配方僅有 1 株出菇。BCRC 36087 於 B 配方之生長 3 重複中有 1 株出菇，於 A 配方 (100%木屑) 及 C 配方 (50%木屑) 均無生長，故以菌液植菌培養時，木屑取代達 50 % 時，BCRC 36299 及 BCRC 36203 之生長出菇率亦分別為 66.7 及 33.3 %。顯示 3 種品種靈芝 BCRC 36299、BCR C36203 及 BCRC 36087 之生長出菇率為 BCRC 36299>BCRC 36203>BCRC 36087。在靈芝生長高度方面，BCRC 36299、BCRC 36203 以 A 配方 (100%木屑) 培育 3 個月較佳約 11.5-14 cm。BCRC 36299 於 B、C 配方；靈芝子實體生長高度分別為 8-8.5 及 7-9 cm。BCRC 36087 僅於 B 配方 (75%木屑) 中有生長，顯示檳榔桿屑約可取代木屑 25-50%之用量。且菌液可能較易均勻分布於太空包介質中因此菌液較菌塊生長佳，而 BCRC 36087 菌種並不適合於檳榔桿屑太空包之生長。

表 3.

***G. tsugae* (BCRC 36203)、*G. lucidum* (BCRC36299)、*G. subamboinense* var. *laevisporum* (BCRC 36087)菌液於不同比例之木屑與檳榔桿屑配方之太空包生長情形比較**

Species/Betel dust ratio	A(100:0)	B(75:25)	C(50:50)
Ling chin growth (%)			
BCRC 36299	66.7	66.7	66.7
BCRC 36203	66.7	66.7	33.3
BCRC 36087	0	33.3	0
Ling chin height(cm)			
BCRC 36299	11.5±1.5	8.5±0.5	8.0±0.0
BCRC 36203	14±0.0	9.0±0.0	7.0±0.0
BCRC 36087	N	4.5±0.0	N
Mycelia growth			
BCRC 36299	+++++	+++++	+++++
BCRC 36203	+++++	+++++	++++
BCRC 36087	++	++++	++

1.N: Means ling chin no growth

2.Mycelia growth:excellent:+++++;good:++++;fine:+++;common:++;poor:+ ;no growth:-

## 肆、結論

本研究探討檳榔桿屑取代木屑太空包之可能性評估試驗，深層培養三個品種靈芝，松杉靈芝 *G. tsugae* (Murrill) (BCRC 36203)、鹿角靈芝 *G. lucidum* (Curtis) (BCRC 36299) 及 *G. subamboinense* var. *laevisporum* (BCRC 36087) 子實體之生長實驗比較，試驗結果發現在實驗室培養 3 品種靈芝之菌塊及菌液之生長出菇率為 BCRC 36299 > BCRC36203 > BCRC 36087，顯示會隨靈芝菌種而有差別，其中鹿角靈芝 BCRC 36299 生長較佳 (以生長高度為評估因子)，然而在一般菇農之培植中，根據調查報告(曾等 2003) 松杉靈芝 (*G. tsugae* (Murrill) BCRC 36203) 為目前本省中南部栽培最多的品種，表示松杉靈芝適應力及品種特性應較優異，故市場接受度較高。另外，本培植靈芝試驗中發現太空包雖經高溫殺菌仍極易遭雜菌污染，可能為所用的太空包介質沒有經完全熟化發酵，陳 (1994b) 指出容積度較高之菌包，可得較高子實體生產成功率，產量因此提高亦較不易遭雜菌污染。綜合研究結果之結論為可確定 B 配方 (25%木屑+75%檳榔桿屑) 及 C 配方 (50%木屑+50%檳榔桿屑) 均有靈芝出菇，表示檳榔桿屑約可部份取代 25% 至 50%之太空包木屑用量，若依此結果去換算台灣每年為供應養菇業所需的木屑量高達 35 萬公噸，將可降低 8 萬至 17 萬公噸之木屑量。類似的結果報告，農試所 (陳等，2013) 進行杏鮑菇栽培所衍生廢棄基質，取代部分新鮮木屑以栽培包括杏鮑菇、秀珍菇、香菇、巴西蘑菇、白精靈及鴻喜菇等菇類，取代比例可自 1/3 到 3/4。以香菇為例，添加杏鮑菇栽培廢棄基質之處理可較未添加者增產約 2 成，每包太空包不僅可減少 1/3 新木屑之使用，且可提高獲利約 3 元。隨著環保意識抬頭與人造林木供應漸緊，使得木屑來源逐漸短缺而致價格上漲，現在每公斤新鮮木屑售價已漲 5 成以上，菇農已面臨原料匱乏和生產成本增加之雙重壓力。為使菇類產業成為與環境友善的事業並永續發展，積極開發可供菇類生長使用之木屑替代物，如檳榔桿屑及其它稻稈和菇類栽培後之廢棄物等均極具推廣價值及對太空包木屑取代量將相當可觀，未來可共同減少農業廢棄物數量，對森林生態及經濟效益具有相當大的助益，值得進一步探討。

## 誌謝

本研究計畫承蒙高雄市政府經濟發展局，計畫編號 SBIR9806 提供經費補助，使得本計畫得以順利完成，特此誌謝。

參考文獻

- 行政院農業委員會 (2010)。《農業統計要覽 99 年報》。
- 林易超、柯政全、謝天渝 (2000)。檳榔及其添加物致突變性之研究。《台灣口腔醫誌》，16，273-295。
- 陳信雄 (1994a)。檳榔園亡國論－臺灣水資源的另一殺手。《臺灣教授會主辦水資源研討會論文集》，5，1-5。
- 陳美吉、李瑋崧、吳寬澤、簡宣裕、呂昀陞 (2013)。杏鮑菇廢棄物基質在菇類栽培之應用。《台灣農業研究》，62(2)，126-136。
- 陳精祥 (1994b)。靈芝菌種接種工具比較與太空包木屑培養基含量對子實體產量之影響。《中國園藝》，40(3)，212-218。
- 曾裕琇、蔡淑瑤、李煜玲、毛正倫 (2003)。松杉靈芝之栽培及其菌絲之深層培養。《農林學報》，52(3)，35-47。
- 董一致、蘇慶華 (1988)。靈芝神奇嗎?談靈芝特有之三萜類成分。《健康世界》，35，72-74。
- 劉崇基、林姝君、張國威 (2009)。檳榔子水萃取液對口腔癌細胞之影響。《中華癌醫會誌》，25(4)，273-280。
- 賴彥輝、郭冠良、賴建仲、林光洋、黃惠娟、吳岱穎、劉乃萱 (2008)。檳榔與健康。《基層醫學》，23(11)，343-347。
- 地球公民協會 台灣伐木養菇議題之調查研究 <http://met.ngo.org.tw>
- Kohda, H., Tokumoto, W., Sakamoto, K., Fujii, M., Hirai, Y., Yamasaki, K., Komoda, Y., Nakamura, H., Ishihara, S. And Uchida, M. (1985). The biological active constituents of *Ganoderma lucidum* (Fr.) karst. histamine release-inhibitory triterpenes. *Chem. Pharm. Bull.*, 33, 1367-1374.
- Lee, S. S., Chen, F. D. Chang, S. C., Wei, Y. H., Liu, I., Chen, C. F., Wei, R. D., Chen, K. Y. and Han, P. W. (1984). In vivo antitumor effect of crude extracts from the mycelium of *Ganoderma Lucidum*. *J. Chin. Oncol. Soc.*, 5, 22-28.
- Lee, S. S., Wei, Y. H., Liu, I. Chen, C. F., Wang, S. Y. and Chen, K. Y. (1995). Antitumor effect of *Ganoderma Lucidum*. *J. Chin. Med.*, 6, 1-12.
- Mau, J. L., Lin, H. C., and Chin, C. C. (2002). Antioxidant properties of several medicinal mushrooms. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 6072-6077.
- Mizuno, T. (1995). Bioactive biomolecules of mushrooms: Food function and medicinal effect of mushroom fungi. *Food Reviews International*, 11(1), 7-21.
- Ukai, S., Kiho, T., Haro, C., Kuruma, I., and Tanaka, Y. (1983). Antiinflammatory effect of the polysaccharides from fruit bodies of several fungi. *J. Pharmacobio-dyn*, 6, 983-990.
- Yen, G. C., and Wu, J. Y. 1999. Antioxidant and radical scavenging properties of



extracts from *Ganoderma tsugae*. *Food Chem*, 65, 375-3798.

# The Preliminary Results on Studies of Replacing Sawdust with Betel Stalks in Cultivating three *Ganoderma Species*

## Fruiting Bodies

Sin-Chung Liao \*

### Abstract

The purpose of this paper is to study the feasibility of using betel stalks dust to replace sawdust for submerged cultivating three *Ganoderma species* fruiting bodies, *Ganoderma tsugae* (Murrill) (BCRC 36203), *Ganoderma lucidum* (Curtis) (BCRC 36299) and *Ganoderma subamboinense* var. *laevisporum* (BCRC 36087). These fungi in different ratio media in poplypropylene bags on growth of strains of *Ganoderma* species were investigated. Results showed that the growth of BCRC 36299, 66.6% and BCRC 36203, 33.3% with the fungi block in sawdust growth substrate containing 25 % betel dust, but there was no growth for the BCRC 36087. The ratio of betel dust in the growth substrate was 50% for the fungi in the mushroom-liquid grow better than block. All results showed the three fungi growth were BCRC 36299 > BCRC 36203 > BCRC 36087 and the betel dust could replace sawdust 25-50% in the growth substrate. This research could provide valuable information for betel dust cultivation of Ling-chin. The study also proves that using the betel dust to replace sawdust in mushroom culture is possible. It has a lot of market potentials which is worth further investigation.

Key words: Betel dust, Poplypropylene bags, *Ganoderma spp*, Fruiting bodies,  
Submerged culture

---

\* Associate professor, Department of Biological Science and Technology, Mei-Ho University.