

杏鮑菇太空包栽培於高溫走菌對出菇之影響

陳 熾 甯¹⁾ 黃 三 光²⁾ 林 慧 玲³⁾

關鍵字：生物效率、菌絲、子實體、原基

摘要：33°C下杏鮑菇耐熱菌系3、4及不耐熱菌系7、9分別於太空包內走菌，42天後菌絲生長長度具顯著差異，且分別在60天及80天完成走菌週期，但走菌速度均低於25°C之對照組。此外，33°C下不耐熱菌系之菌絲顏色、密度皆較耐熱菌系差，且汙染率較高。33/25°C下走菌及15°C下出菇，結果顯示走菌溫度不影響各菌系之原基出現時間及子實體採收天數，但會使產量、生物效率顯著下降。

前 言

杏鮑菇(*Pleurotus eryngii*)又名刺芹側耳，為側耳屬(*Pleurotus*)之食用菌，商業栽培在1970年代中期始於義大利，目前全世界已經有超過12個國家栽培，且有逐年增加之趨勢。杏鮑菇質地細嫩，其菌柄及菌傘味道鮮美，口感扎實，烹調特性比其他的鮑魚菇還佳，且其營養成分豐富，具有高蛋白質、富含多種維生素及胺基酸，脂肪含量極低，除此之外更擁有豐富的多醣體及大量的膳食纖維，具有降血脂、降膽固醇、促進胃腸消化、增強機體免疫能力、防止心血管疾病等功效，深受國人喜愛(Peng *et al.*, 2000)。

影響杏鮑菇類生長的物理因子中，溫度的調節決定杏鮑菇的栽培成敗及產量高低。杏鮑菇屬於中低溫型菇類，菌絲長滿介質後，需經適當的低溫處理，才可形成原基，並發育為具商品價值之子實體，自然環境下大都於秋冬及早春季節栽培。然因其經濟價值高，為維持周年生產並穩定產量與品質，現今杏鮑菇的生產模式多採用溫控庫房設備，包括太空包製作、走菌及出菇之相關設備的要求，都在冷藏恆溫調控下生產(莊, 2012)。

-
- 1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。
 - 2) 國立中興大學園藝學系助理教授。
 - 3) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

然而，杏鮑菇生育期間之庫房溫度管理不僅是栽培成敗之關鍵，也成為杏鮑菇產業的能源成本支出，再加上低溫設備所排出之溫室氣體，影響現今全球暖化現象，如何使杏鮑菇栽培成為節能且對環境友善的產業，已成為一大課題。

本試驗將杏鮑菇耐高溫菌系及不耐高溫菌系栽培於太空包，並觀察其高溫走菌及低溫出菇之影響，評估在高溫下載培之可能性。

材 料 方 法

(一) 麥粒菌種製備

將麥粒 300g 置入太空包耐熱袋中，並倒入純水 300ml，靜置 20 分鐘使麥粒充分吸水，再套上頸環並塞棉球封好袋口，使用快速高壓滅菌釜(HTM-325)，溫度 121°C、壓力 1.2Kg/cm²進行滅菌 40 分鐘。麥粒滅菌完成且待其完全降溫後，置入於無菌操作台中，將培養在 PDA 培養基之耐熱菌種 3、4 及不耐熱菌種 7、9，連同 PDA 培養基一起移入麥粒太空包中，套上頸環並塞棉球封好袋口後，置於 25°C 恆溫箱中培養至菌絲長滿為止。

(二) 太空包製作

1. 介質材料：

鋸木屑(sawdust)：由台中市霧峰區瑞豐農場提供。

2. 配方：

太空包配方為鋸木屑 89%、米糠 5%、小麥粉 5%、碳酸鈣 1%，材料充分混合均勻後，以自來水調整太空包水分含量至 62%，太空包之材料為鋸木屑 623 g(含 64%水分)、米糠 35 g、麥麩 35 g、碳酸鈣 7 g、水 93 ml，總重為 793 克。

3. 製作過程：

各項介質和水充填完畢後，套上頸環並塞棉球，放入滅菌釜溫度 121°C、壓力 1.2 Kg/cm²進行滅菌 4 小時。滅菌完畢太空包置於室溫下冷卻至 25°C 後，每包接種 15-18 g 麥粒菌種。

(三) 菌絲生長調查

1. 菌絲生長環境：

接種完之太空包放入 33°C 及 25°C(做為對照組)恆溫箱走菌，觀察菌絲生長情形，不提供另外光源，亦不進行換氣。

2. 調查項目：

每處理 5 重覆，調查菌絲生長長度及速率、菌絲密度、菌絲顏色及太空包污染率。

3. 調查方法：

(1) 菌絲生長長度及速率：接種後每三日測量太空包內菌絲生長長度，計算每天菌絲生長速率，以 cm/day 表示。

(2) 菌絲密度：以 5 表示最濃密，4 次之，1 最稀疏。

(3) 菌絲顏色：以 5 表示純白色，4 次之，1 黃白色。

(4) 太空包污染率：污染包數/該處理總包數。

(四) 子實體生長調查

1. 子實體生長環境，走菌完成之太空包移入 15°C 之庫房栽培，相對濕度 95% 以上。
2. 調查項目：每處理 5 重覆，調查原基出現日數、子實體支數、長度。
3. 採收調查項目：子實體鮮重、生物效率(%) (採收菇體之鮮重/接種時之栽培基質乾重 × 100)、商品菇(重量 15 克以上且型態完整之子實體)支數。

(五) 統計分析

將試驗之結果以 SAS 軟體(Statistical Analysis, Institute Inc.)計算平均值，及最小顯著差異檢定(Least significant difference test, LSD)，比較各處理間之差異顯著性。

結 果

(一) 菌絲延伸長度及速率

33°C 下耐熱及不耐熱菌系分別於太空包內走菌，接種 14 天後，3、4、9、7 菌系的菌絲長度分別為 4.84、3.16、2.58、3.58 公分，而在 28 天時，耐熱及不耐熱菌系之菌絲長度漸漸出現差異，尤其到第 42 天更為明顯，分別為耐熱菌系 3、4 各 13.30、11.88 公分，不耐熱菌系 9、7 各 6.64 及 7.40 公分。生長到第 56 天時，3、4 菌種與 9、7 菌種生長長度有顯著差異，分別為 18.70、16.40、10.56、10.36 公分(表 1)。

不同菌系在 33°C 下於太空包內的延伸速度，菌絲生長第 0-14 天，3、4、9、7 菌系延伸速度分別為 0.34、0.22、0.18、0.26 mm/day，而在生長第 28-42 天時，耐熱及不耐熱菌系延伸速率出現顯著差異，為 0.39、0.36 mm/day 及 0.10、0.12 mm/day，顯示 28-42 天這段期間，為各菌系走菌速度出現差異的關鍵期；最後在 42-56 天時，菌種 3 的延伸速度最快，為 0.38 mm/day，菌種 7 的延伸速度最慢，為 0.21 mm/day (表 3)。

對照組 25°C 下耐熱及不耐熱菌系分別於太空包內走菌，在接種後第 7 天時，即可觀察到明顯的走菌情形，3、4、9、7 菌系的菌絲長度分別為 4.53、4.62、4.40、4.46 公分，在接種後第 14 天，菌系 4 與菌系 9 長度出現顯著差異，分別為 9.82 及 9.42 公分，但在接種後第 21 天，全部菌系之菌絲生長長度無顯著差異(表 2)。

不同菌系在 25°C 下於太空包內的延伸速度，菌絲生長第 0-7 天，3、4、9、7 菌系延伸速度分別為 0.65、0.66、0.63、0.64 mm/day，在之後的 7-14 天全部菌系的菌絲延伸速度逐漸增加，到最後的 14-21 天，3、4、9、7 菌系的延伸速度分別為 0.91、0.83、0.92、0.92 mm/day，並且皆無顯著差異(表 4)。

表 1. 33°C 下杏鮑菇於太空包走菌長度

Table 1. The extension length of *P. eryngii* mycelium cultivated in 33°C.

Strain Number	mycelium extension length (cm)				
	0 th day	14 th day	28 th day	42 th day	56 th day
3	0 a ^y	4.84 a	7.80 a	13.30 a	18.70 a
4	0 a	3.16 c	6.80 ab	11.88 b	16.40 a
9	0 a	2.58 d	5.26 c	6.64 c	10.56 b
7	0 a	3.58 b	5.62 bc	7.40 c	10.36 b

^yMeans separation within column was by LSD test at 5% level.

表 2. 25°C 下杏鮑菇於太空包走菌長度

Table 2. The extension length of *P. eryngii* mycelium cultivated in 25°C.

Strain Number	mycelium extension length (cm)			
	0 th day	7 th day	14 th day	21 th day
3	0 a ^y	4.53 a	9.73 ab	16.07 a
4	0 a	4.62 a	9.82 a	15.60 a
9	0 a	4.40 a	9.42 b	15.74 a
7	0 a	4.46 a	9.52 ab	15.60 a

^yMeans separation within column was by LSD test at 5% level.

表 3. 33°C 下杏鮑菇於太空包走菌速度

Table 3. The extension rate of *P. eryngii* mycelium cultivated in 33°C.

Strain Number	mycelium extension rate (cm/day)				
	0 th day	14 th day	28 th day	42 th day	56 th day
3	0 a ^y	0.34 a	0.21 a	0.39 a	0.38 a
4	0 a	0.22 c	0.26 a	0.36 a	0.32 ab
9	0 a	0.18 d	0.19 ab	0.10 b	0.28 ab
7	0 a	0.26 b	0.14 b	0.12 b	0.21 b

^yMeans separation within column was by LSD test at 5% level.

表 4. 25°C 下杏鮑菇於太空包走菌速度

Table 4. The extension rate of *P. eryngii* mycelium cultivated in 25°C.

Strain Number	mycelium extension rate (cm/day)			
	0 th day	7 th day	14 th day	21 th day
3	0 a ^y	0.65 a	0.74 a	0.91 a
4	0 a	0.66 a	0.74 a	0.83 a
9	0 a	0.63 a	0.72 a	0.92 a
7	0 a	0.64 a	0.72 a	0.92 a

^yMeans separation within column was by LSD test at 5% level.

(二) 菌絲顏色、密度及汙染率

杏鮑菇為白腐真菌，菌絲呈白色，因此調查高溫走菌是否會影響菌絲之色澤。結果指出，33°C 下耐熱菌系及不耐熱菌系之菌絲顏色指數為 5 及 4.4，兩者有顯著差異，而 25°C 下全部菌系之菌絲顏色指數皆無顯著差異，數值為 4.67~5。綜合 33°C 與 25°C 溫度下，耐熱菌系之菌絲顏色指數在此兩種溫度下皆無顯著差異，不耐熱菌系則在 33°C 下菌絲顏色指數較低，且與 25°C 溫度處理有顯著差異(表 5)。

在菌絲濃密度方面，耐熱菌系不管在 33°C 與 25°C 之菌絲密度皆較高，數值為 4.6~5，而不耐熱菌系則在 33°C 下菌絲密度較低，數值為 3.6，與 25°C 下之菌絲密度相比有顯著差異(表 5)。

太空包接種後之雜菌汙染問題為菇類栽培管理之重點工作，本研究中 33°C 下菌系 4 與 9 皆有出現太空包遭受汙染的情形，5 包中分別有 1 包及 2 包受汙染，汙染的情形，則在 25°C 下走菌的各菌系中沒有被觀察到(表 5)。

(三) 生育週期

33°C 下各菌系走菌完成天數皆高於 25°C 的對照組，顯示高溫處理會使走菌天數增加；而耐熱菌系 3、4 在 33°C 下走菌完成天數各為 58.4 及 62.8 天，速度較快於不耐熱菌系 9、7 的走菌完成天數 82.6 及 80 天(表 6)。

就經濟栽培的觀點來看，子實體的分化與發育為菇類生活史中最重要之階段，而原基形成則是子實體生長的開始。在本研究中可以發現，杏鮑菇菌系無論是在 33°C 下走菌或是 25°C 下走菌，皆不影響原基出現的天數，此結果顯示走菌時的溫度並不會對原基的出現時間造成影響(表 6)。

原基出現後，子實體快速發育，從接種至採收之完整生育過程所需日數，以 33°C 下走菌的不耐熱菌系 9、7 花費時間最多，皆為 111.6 天，與 25°C 對照組相比，約高出一倍多的時間；而 33°C 下耐熱菌系則花費了 90 天左右完成整個生育過程，僅多出對照組約 40 天的時間(表 6)。

表 5. 杏鮑菇菌絲在 33/25°C 走菌之生長特性

Table 5. Characteristics of *P. eryngii* mycelium extension cultivated in 33/25°C.

Temperature (°C)	Strain Number	Density index ^z	Color index ^y	Contamination (%)
33	3	5.0 a ^x	5.0 a	0
	4	4.6 a	5.0 a	20
	9	3.6 b	4.4 b	40
	7	3.6 b	4.4 b	0
25	3	5.0 a	4.67 ab	0
	4	5.0 a	5.0 a	0
	9	5.0 a	5.0 a	0
	7	5.0 a	5.0 a	0

^z Mycelium density increased with the value increase.

^y 5 means mycelium color is white; 4 means yellowish white.

^x Means separation within column was by LSD test at 5% level.

表 6. 杏鮑菇在 33/25°C 走菌及 15°C 出菇之生育週期

Table 6. Vegetative and fruiting characteristics of *P. eryngii* mycelium grew in 33/25°C and fruiting body formed in 15°C.

Temperature (°C)	Strain Number	DCC ^z	DVP ^y	DIH ^x
33-15 ^v	3	58.4 c ^w	9.0a	86.4 b
	4	62.8 b	9.0 a	90.8 b
	9	82.6 a	9.6 a	111.6 a
	7	80.0 a	9.0 a	111.6 a
25-15	3	24.0 d	9.33 a	47.0 c
	4	24.8 d	9.4 a	47.8 c
	9	24.6 d	9.4 a	47.6 c
	7	24.4 d	9.4 a	47.4 c

^z DCC: days for mycelium to complete colonize substrate.

^y DVP: days for visibility of primordia.

^x DIH: days from inoculation to harvest.

^w Means separation within column was by LSD test at 5% level.

^v Mycelium growth- Fruiting body formation temperature.

(四) 產量、生物效率及子實體生長特性

33°C 下走菌處理，無論是耐高溫菌系或是不耐高溫菌系，產量皆低於 25°C 對照組，3、4 菌系產量分別為 132.4、125.72 g/bag，不耐熱菌系 7 擁有最低產量，僅 93.61 g/bag，顯示高溫走菌會對此菌系產量造成顯著影響。換算成生物效率來看，25°C 走菌對照組，其生物效率皆可達到 67% 以上，最高則為 85%；反觀 33°C 下走菌處理，無論是耐高溫菌系或是不耐高溫菌系，生物效率皆低於對照組，其又以不耐熱菌系 7 擁有最低生物效率，為 35.19% (表 7)。

本研究中各走菌溫度處理皆可形成原基並長成子實體，然而子實體型態略有不同(圖 1、2)，菌系 3 在 33°C 下走菌處理，擁有最多可達到商品菇價值的支數，為 3.2 支，並且與對照組相比有顯著差異，菌系 4 擁有商品菇支數為次之，不耐熱菌系則皆擁有 2 支具有商品價值的子實體；25°C 對照組擁有商品菇支數雖較少一點，但因太空包栽培時，還有許多不滿 15g 商品價值之子實體，所以整體產量皆大於 33°C 處理組。子實體長度部分，33°C 下之走菌處理，除了菌系 7 的 7.83 公分顯著小於 25°C 對照組 11.38 公分之外，其餘菌系與對照組相比皆無顯著差異(表 7)。

表 7. 杏鮑菇在 33/25°C 走菌及 15°C 出菇之子實體生長特性

Table 7. Fruiting body characteristics of *P. eryngii* mycelium grew in 33/25°C and fruiting body formed in 15°C.

Temperature (°C)	Strain Number	Number of marketable fruiting body ^z	Yield (g/bag)	Length (cm)	Biological efficiency (%)
33-15 ^x	3	3.2 a ^y	132.40 c	9.0 ab	49.78 c
	4	3.0 ab	125.72 c	8.34 ab	47.26 c
	9	2.0 bc	100.06 d	9.32 ab	37.62 d
	7	2.0 bc	93.61 d	7.83 b	35.19 d
25-15	3	1.67 c	179.88 ab	8.62 ab	67.63 ab
	4	2.0 bc	222.25 a	9.62 ab	83.55 a
	9	1.4 c	227.68 a	8.68 ab	85.60 a
	7	1.4 c	212.49 a	11.38 a	79.88 a

^z Fruiting body more than 15 g and with normal stipe and pileus.

^y Means separation within column was by LSD test at 5% level.

^x Mycelium growth- Fruiting body formation temperature.

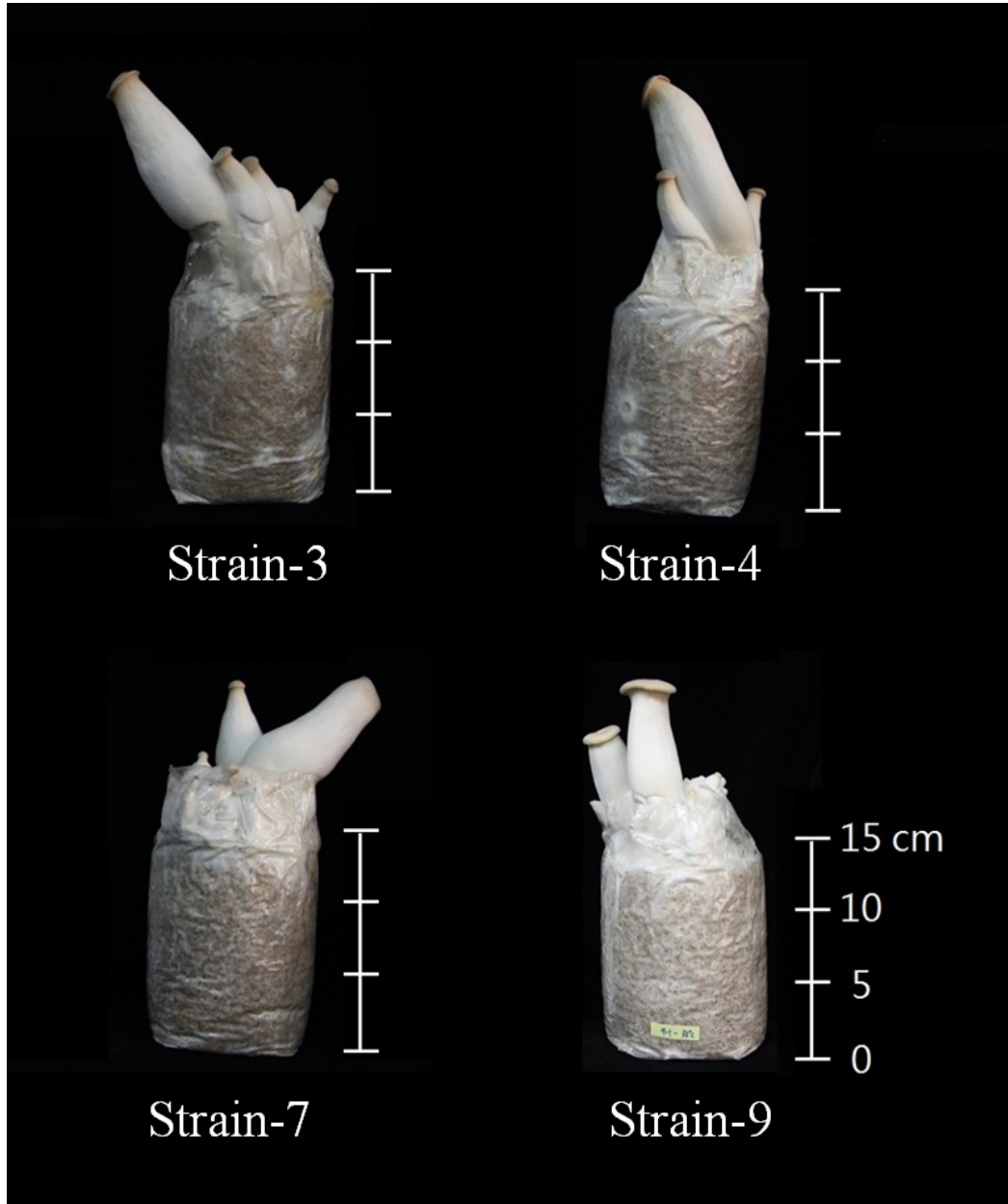


圖 1. 33°C 走菌及 15°C 出菇之杏鮑菇成熟子實體

Fig. 1. Mature fruiting body of *P. eryngii* mycelium grew in 33°C and fruiting body formed in 15°C.

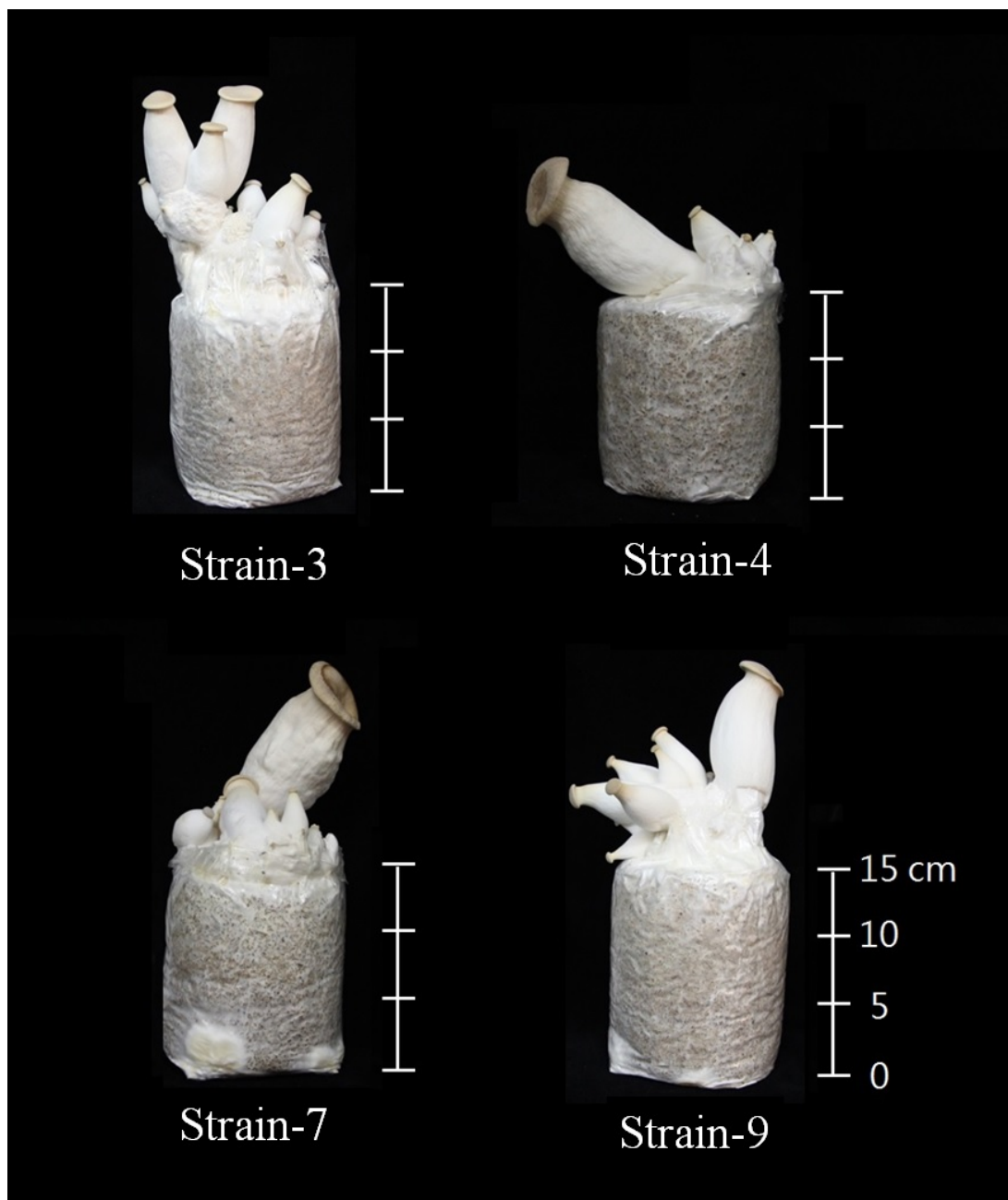


圖 2. 25°C 走菌及 15°C 出菇之杏鮑菇成熟子實體

Fig. 2. Mature fruiting body of *P. eryngii* mycelium grew in 25°C and fruiting body formed in 15°C.

討 論

(一) 菌絲延伸長度及速率

耐熱菌系 3、4 及不耐熱菌系 7、9 在 33°C 下分別於太空包內走菌，起初接種第 14 天時，走菌速度差異並不明顯，但到了第 42 天出現明顯的差異，可以看出在高溫培養下，由 PDA 培養基中篩選出的耐熱菌系，與不耐熱的菌系相比，在太空包中走菌時依然擁有較快走菌完成的能力。

高溫逆境在許多菇類的研究中被指出，會抑制菌絲生長，使子實體無法形成，最終影響菇類的產量(Miles and Chang, 2004)。然而，其相關確切的機制，目前仍然不夠明確。由於溫度的限制，使得很多菇類需要在庫房設施下栽培，但在世界栽培上，仍有部分地區無法負擔其昂貴的栽培設施或是因能源缺乏而無法栽培，篩選出在高溫地區種植的菇類便成為一大課題(Kong *et al.*, 2012)。為了這樣的目標，了解菇類在高溫逆境下的反應是非常重要的；Song 等(2014)研究了兩種側耳屬菌系-蠔菇(*P. ostreatus*)及肺型側耳(*P. pulmonarius*)在高溫逆境 42°C 下的菌絲細胞反應，發現菌絲會有類似階段細胞凋亡(apoptosis)的形態學特徵發生，如細胞核濃縮(nuclear condensation)、活性氧化物質(ROS)的累積以及一些相關的 DNA 片段出現。階段細胞凋亡(apoptosis)是生物細胞之一種生理性的自我死亡方式，生物體細胞為了維持體內環境的穩定，而自然產生的一種細胞自主而有序的細胞程式性死亡(programmed cell death)。細胞凋亡本身有其特殊的形態學上的變化，像是細胞膜突起(plasma membrane blebbing 或者 ruffling)、細胞剝離(cell detachment)、細胞萎縮(cell shrinkage)以及細胞核和細胞質濃縮(cytoplasmic and nuclear condensation 或 pyknosis)等外觀上變化，且會出現 DNA 片段梯度分佈(DNA laddering patterns)以及磷脂質不對稱失去(loss of phospholipid asymmetry)的生化特徵(譚, 2009)。

本次試驗中，各菌系在 33°C 下太空包內走菌情形皆較 25°C 緩慢，推測可能也有計畫性細胞凋亡的情形出現，而了解菌絲在高溫下的細胞反應後，可以針對這樣的情形提出解決的對策，像是阻斷粒線體誘導凋亡的途徑，或是使用清除活性氧化物的化學物質來抑制。在其他研究中，也有學者在側耳屬高溫逆境實驗中指出，使用低濃度之一氧化氮(Kong *et al.*, 2012)或是過氧化氫(Zharare *et al.*, 2010)處理，可以減輕其在高溫下受到的氧化損傷，使菌絲的生長速度相對提升。本試驗篩選出之耐熱菌系，在高溫逆境下擁有較高的耐熱能力，若是可以加以處理化學物質或是減輕細胞損傷，將對未來高溫菇類栽培具有極大的潛力。

(二) 菌絲顏色、密度及污染率

綜合表 5 的結果來看，不耐熱的菌系在 33°C 下太空包內走菌情形，不論是菌絲顏色、密度及太空包污染率皆低於耐熱菌系。整體而言，菌絲延伸速度較慢，走菌完成日數較多者，太空包污染率較高，推測應係杏鮑菇菌種較慢在太空包介質形成優勢菌種，致易遭其他雜菌污染。杏鮑菇菌絲延伸速度愈快，菌絲愈潔白，菌絲延伸速度較慢者，顏色較不純白，推測可能與菌絲老化有關(莊, 2012)。Zervakis 等(2001a)指出，杏鮑菇在不適當的介質、

營養及生長環境下，菌絲生長密度會較稀疏且較無活力，而本試驗的結果，可能也與不耐熱菌系生長在高溫環境下所造成之情形有關。

(三) 生育週期

菇類產業的獲利，與生育週期緊密相關，越快完成生育週期，便可以減少成本，增加利潤。綜合表 6 之結果，耐熱菌系與不耐熱菌系分別比對照組多花了約 30 天及 56 天完成走菌，但原基出現及形成子實體所花費的天數，皆不受走菌溫度影響。

影響杏鮑菇原基分化及後續形成子實體的因素複雜，包括菌系不同、環境條件、介質配方等，其中溫、濕度條件的影響較為明顯。田等(2013)在固定栽培時的菌系、介質配方及氣體條件下，探討不同溫度、空氣相對濕度條件下，杏鮑菇子實體原基的分化情況，結果顯示，原基分化最適合的溫度為日、夜溫 17 及 15°C，溫度再往上提升，原基形成的總數會迅速下降。原基分化率與空氣相對濕度呈正相關，空氣相對濕度越低，越不利於原基分化，整個研究中指出，相對溼度 90% 會帶來高數量的原基分化。莊(2012)中也發現，以狼尾草及稻草取代木屑比率 50% 以上栽種杏鮑菇，因介質保水力不足，菌絲延伸速度減緩，走菌完成時間大幅延長，也使太空包開口處水份散失，原基形成受阻。本次試驗中，只有改變走菌時的溫度，但出菇時的溫度及濕度皆固定，且使用木屑介質栽培，保水度高，才使原基出現及形成子實體所花費的天數沒有受到影響。

(四) 產量、生物效率及子實體生長特性

本次試驗中，在 33°C 走菌之各菌系產量及生物效率，皆低於對照組，其中又以不耐熱菌系之產量最低。Ohga 和 Royse (2004) 發現杏鮑菇菌絲生長與子實體產量有密切關係，菌絲延伸速度快且濃密者，子實體產量亦較高。莊(2012)指出，以木屑對照組及含蔗渣替代介質處理組，菌絲較濃密者其產量亦較高，由相關分析結果發現杏鮑菇子實體產量與菌絲延伸速率呈顯著正相關，與走菌完成日數則呈顯著負相關。

此外，菌絲分泌木質分解酵素，降解木質素中的結構，進而獲得生長需要的養分，因此子實體的產量也常與酵素系統相關。培養溫度對木材腐朽真菌 *Perenniporia subacida* 產生酵素的情況有所影響，其最適產生酵素溫度為 24°C，當溫度高於 32°C 時，產生酵素則會受到抑制(Mayer and Staples, 2002)。菌絲的生長階段，也影響漆酶同功異構酶的表達及活性，例如蠔菇(*Pleurotus ostreatus*)有 4 個漆酶同功異構酶(LI1、LI2、LI3 和 LI4)，LI2、LI3 和 LI4 在真菌生長穩定時才會產生(Trecuít-Beristain *et al.*, 2008)。

本次試驗中，33°C 下耐熱菌系及不耐熱菌系完成走菌較 25°C 下所需時間較多，顯示其對杏鮑菇來說為高溫逆境，可能使酵素系統受到抑制，最終導致產量下降。

參考文獻

- 田景花、趙潤鵬、李明、李守勉。2013。溫度和濕度對杏鮑菇子實體原基分化的影響。湖北農業科學。52: 4975-4976。
- 莊老達。2012。溫度及替代介質對杏鮑菇生長及發育之影響。國立中興大學園藝學系博士論文。臺灣：台中。194pp。
- 譚健民。2009。粒線體與細胞凋亡。生物醫學。2: 250-268。
- Kong, W., C. Huang, Q. Chen, Y. Zou, and J. Zhang. 2012. Nitric oxide alleviates heat stress-induced oxidative damage in *Pleurotus eryngii* var. *tuoliensis*. *Fungal Genet. Biol.* 49: 15-20.
- Mayer, A. M. and R. C. Staples. 2002. Laccase: new functions for an old enzyme. *Phytochemistry*. 60: 551-565.
- Miles, P. G. and S. T. Chang. 2004. Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact. CRC press.
- Ohga, S. and D. J. Royse. 2004. Cultivation of *Pleurotus eryngii* on umbrella plant (*Cyperus alternifolius*) substrate. *J. Wood Sci.* 50: 466-469.
- Peng, J. T., C. M. Lee, and Y. F. Tsai. 2000. Effect of rice bran on the production of different king oyster mushroom strains during bottle cultivation. *J. Agric. Res. China* 49: 60-67.
- Song, C., Q. Chen, X. Wu, J. Zhang, and C. Huang. 2014. Heat Stress Induces Apoptotic-Like Cell Death in Two *Pleurotus* Species. *Cur. Microbiol.* 69: 611-616.
- Trecuít-Beristain S, C. Sanchez, and O. Loera. 2008. Laccases of *Pleurotus ostreatus* observed at different phases of its growth in submerged fermentation: production of a novel laccase isoform. *Mycol Res.* 112: 1080-1084
- Zervakis, G. I., G. Venturella, and K. Papadopoulou. 2001a. Genetic polymorphism and taxonomic infrastructure of the *Pleurotus eryngii* species-complex as determined by RAPD analysis, isozyme profiles and ecomorphological characters. *Microbiology*. 147: 3183-3194.
- Zharare, G. E., S. M. Kabanda, and J. Z. Poku. 2010. Effects of temperature and hydrogen peroxide on mycelial growth of eight *Pleurotus* strains. *Sci. Hortic.* 125: 95-102.

Effect of Mycelium Growth at High Temperature on Fruiting Body Formation of King Oyster Mushroom (*Pleurotus eryngii*)

Yen-Ning Chen ¹⁾ San-Gwang Hwang ²⁾ Huey-Ling Lin ³⁾

Key words: Biological efficiency, mycelium, fruiting body, primordium

Summary

Heat tolerant strains 3, 4 and heat sensitive strains 7, 9 obtained in this study were cultivated in PE bag at 33°C. After 42 days, mycelium length showed significant difference between heat tolerant and heat sensitive strains and it took about 60 and 80 days for the mycelium to completely colonize the substrate, respectively. Comparing to the control (25°C), all strains spent longer time to finish mycelium growth stage at 33°C. In addition, the mycelium color, density and contamination rate of heat sensitive strains were poorer than heat tolerant strains. *Pleurotus eryngii* mycelium growth at 33 or 25°C and fruiting body development at 15°C was not significantly different in days of primordia appearance and the harvest time of fruiting body, but lower yield and decreased biological efficiency were observed with mycelium grown at 33°C.

1) Student in M.S. Program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Assistant Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

3) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University. Corresponding author.

