

台灣原生花臉香蘑 [*Lepista sordida* (Fr.) Singer] 之馴化

李瑋崧¹ 呂昫陞¹ 吳宗諺² 蔡淑珍³ 陳美杏^{1,*}

摘要

李瑋崧、呂昫陞、吳宗諺、蔡淑珍、陳美杏。2014。台灣原生花臉香蘑 [*Lepista sordida* (Fr.) Singer] 之馴化。台灣農業研究 63(3):216–224。

花臉香蘑 [*Lepista sordida* (Fr.) Singer] 為一極珍貴之食藥用菇種，因其栽培的困難度高，現今尚無商業化栽培。本研究自台灣中部地區蒐集 4 個野生花臉香蘑菌株進行馴化培養，經比較溫度和培養基對於供試菌株生長之影響，結果顯示以 24–28°C 最適合菌絲之生長。在測試的 5 種培養基中，供試菌株均以堆肥培養基上的菌絲生長最快，而以馬鈴薯葡萄糖洋菜瓊脂和麥芽酵母粉抽出物洋菜培養基上之菌落紫色較深。進一步利用洋菇稻草堆肥進行栽培，供試菌株皆可順利出菇，其中以菌株 LS-5 出菇最快，從覆土到出菇採收的時間為 22.5 d，其次是 LS-7 需要 25.3 d，LS-11 出菇最慢，需要 73 d。而產量則以 LS-2 最高，平均產量為 2.6 kg 框⁻¹ (每框 15 kg 堆肥)，生物效率 43%，LS-11 的產量最差，生物效率僅有 3.4%。分析 4 個菌株子實體的總多醣、總多酚和總花青素之含量，總多醣含量 LS-2、LS-5 和 LS-7 三菌株約為 13%，明顯高於 LS-11 菌株的 8.76%；然總多酚含量和總花青素含量均以 LS-11 最高，分別為 14.00 mg g⁻¹ 乾重和 0.563 mg g⁻¹ 乾重。本研究所開發之花臉香蘑量產技術已達商業化水準，且所生產之花臉香蘑具有良好的生理機能成分，未來可進一步將花臉香蘑子實體開發作為保健產品之用。

關鍵詞：花臉香蘑、堆肥、馴化。

前言

花臉香蘑 [*Lepista sordida* (Fr.) Singer] 又名紫晶香蘑、紫晶口蘑、紫花臉蘑、丁香蘑等，隸屬於真菌界 (Fungi)、擔子菌門 (Basidiomycota)、層菌綱 (Hymenomycetes)、傘菌目 (Agaricales)、口蘑科 (Tricholomataceae)、香蘑屬 (*Lepista*) (Hu *et al.* 2006)。花臉香蘑屬於中型菇，白紫至紫色，隨環境或菌齡其紫色可呈現藕紫色或深紫羅蘭色，因其菇傘表面幾乎都有水浸狀紋路，故稱花臉。一般野生者菇傘約 2–10 cm 寬，成熟時菇傘平展，邊緣呈現波浪狀或花瓣狀，中間稍凹；菌褶自菇柄延生，密有小褶，呈淡藍色至淺紅紫色；菇柄長度 2–9

cm、寬度 0.2–1.0 cm，菇柄中生且多呈中空。野生花臉香蘑分布於亞洲、歐洲、澳洲和巴西等地區 (Graf *et al.* 2008)，中國大陸的貴州、黑龍江、遼寧、河北、河南、甘肅、青海、四川、新疆、山西、內蒙古和福建等地亦是主要分布區 (Hu *et al.* 2006)。台灣於晚春至初秋期間在低、中海拔的地區可以發現其蹤跡，包括竹林、草地、灌木叢或富含有機質的田野或庭園間，在日本的高爾夫球場還可見如仙女環般環狀出現 (Terashima & Fujiie 2007)。目前已知全世界香蘑屬菇類超過 150 種，除了花臉香蘑之外，紫丁香蘑 (*Clitocybe nuda* = *Lepista nuda*) 已在歐洲和台灣商業化栽培，其他尚有肉色香蘑 (*Lepista irina*)、灰紫香蘑 (*Lepista*

投稿日期：2014 年 3 月 8 日；接受日期：2014 年 7 月 7 日。

* 通訊作者：mc423@tari.gov.tw

¹ 農委會農業試驗所植物病理組助理研究員。台灣 台中市。

² 農委會農業試驗所農業化學組助理研究員。台灣 台中市。

³ 農委會農業試驗所農業化學組副研究員。台灣 台中市。

glaucicana)、白香蘑 (*Lepista caespitosa*)、粉紫香蘑 (*Lepista personata*) 和濃香蘑 (*Lepista graveolens*) 等均為味道鮮美的食用菌 (Hu & Xie 2008; Li *et al.* 2011)。

花臉香蘑的菇傘肉質柔軟，菇柄有嚼勁，菇體帶有一特殊香氣，近似於薄荷香，味道鮮美。根據 Lu *et al.* (1993) 之分析，野生乾燥的花臉香蘑含有 43% 粗蛋白質、29.37% 碳水化合物、7.58% 粗纖維、2% 粗脂肪，微量元素豐富，菇體生長時可有效富集硒 (Se)、鎢 (Ge)、鋅 (Zn)、鐵 (Fe) 等微量元素，富集硒的能力更是他種菇類作物的幾倍至幾十倍，達 $0.93 \mu\text{g g}^{-1}$ ，而鋅的含量可達 $84.4 \mu\text{g g}^{-1}$ (Luo *et al.* 2003)。除富含麩氨酸 (Glutamic acid) 和天門冬氨酸 (Aspartic acid) 外，更含有 8 種人體必需氨基酸；而菇體所含鎘 (Cd)、汞 (Hg)、鉛 (Pb) 等重金屬含量都低於 1 mg L^{-1} (Hu *et al.* 2006; Zhu *et al.* 2011)，符合台灣和美國食品藥物管理局 (FDA) 的規範，惟菇體重金屬所含量除個別菇種吸附能力差異外，尚可隨菇種棲息地或人工栽培基質不同而異，栽培時仍應管控原料所含重金屬量。中國大陸自 1990 年代起，各地即陸續開始對花臉香蘑進行人工栽培研究，但至今仍未能進行量產 (Guo *et al.* 2007; Chen *et al.* 2011b; Liu *et al.* 2012)，原因除菌株特性外，可能還包含栽培本菇之基質與出菇條件尚未能完全掌握，以致此菇在乾菇網拍賣價格為每公斤 200–300 元人民幣不等，屬於極珍貴食藥用菇種。

根據大陸學者報導指出，花臉香蘑具養血、益神、補肝、補五臟等功效 (Hu & Xie 2008; Chen *et al.* 2011a)，此外，花臉香蘑子實體為具保健潛力的抗癌佐劑 (Luo *et al.* 2012)，其水溶性多醣體可經由粒線體路徑 (mitochondrial pathway) 誘發人類咽喉癌細胞 (Hep-2) 產生凋亡 (apoptosis) (Miao *et al.* 2013a; 2013b)；而其菌絲體發酵液被分離出具抗癌能力的 *lepistal* 和 *lepistol* 兩種二萜類化合物，其中 *lepistal* 還能誘導人類白血病細胞分化，並且具有很強的抗細菌和抗真菌能力 (Mazur *et al.* 1996)。花臉香蘑菌絲體發酵液

之乙酸乙酯萃取物對於微生物 (包括細菌和真菌) 具良好抑制作用，尤其對於黃瓜萎凋病菌 (*Fusarium oxysporum*) 和辣椒炭疽病菌 (*Colletotrichum capsicibutl*) 之分生孢子抑制效果明顯 (Zhang *et al.* 2010)，對於水稻白葉枯病菌 (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*) 亦有顯著的抑制效果 (Liu *et al.* 2012)。

花臉香蘑屬於高價值保健型菇種，除大陸地區已積極進行研發外，日本北海道立綜合研究機構林產試驗場亦開始研究其栽培方法與生理活性 (Personal communication)。本研究利用菇類研究室自台灣各地所蒐集的花臉香蘑菌株，以洋菇稻草堆肥種植，並針對採收後之子實體進行總花青素、總多醣體和總多酚等功能性成分含量分析，期能將之商業化栽培，並進一步作為保健產品開發之材料。

材料與方法

試驗菌株之蒐集與保存

自台灣中部地區蒐集的花臉香蘑代號 LS-2 (台中市霧峰區)、LS-5 (南投縣鹿谷鄉)、LS-7 (台中市霧峰區) 和 LS-11 (台中市霧峰區) 4 個菌株。其中，LS-5 和 LS-7 菌株由彭金騰博士採集，保存於液態氮中，自液態氮中取出後，分別培養於馬鈴薯葡萄糖瓊脂 (potato dextrose agar, PDA; Difco, Maryland USA) 試管斜面上；LS-2 和 LS-11 菌株則自採集野生花臉香蘑子實體進行組織分離，亦以 PDA 培養基培養。4 個花臉香蘑菌株均於菌絲長滿斜面後保存於 4°C 冰箱，定期做繼代培養。

不同溫度對花臉香蘑菌絲生長影響之比較

將上述菌株培養在 PDA 平板培養基上，置於室溫培養 6 d 後，以消毒過的打孔器截取菌落邊緣的菌絲塊 (直徑 8 mm)，之後以消毒過的移植針將其分別移植到 PDA 平板培養基中間 (培養皿直徑 9 cm)，每一處理 5 個培養皿，然後分別放置於 4、8、12、16、20、24、28 及 32°C 定溫箱中避光培養 1 wk 後，量測菌落直徑，比較不同菌株之菌絲於不同溫度的生長速度。

不同培養基對於花臉香蘑菌絲生長影響之比較

將上述 4 個花臉香蘑菌株培養在 PDA 平板上，以消毒過的打孔器截取邊緣菌絲塊 (直徑 8 mm)，分別移植至堆肥抽出物培養基 (Compost extract agar, CEA, 配方為乾堆肥 25 g、碎玉米 100 g、洋菜 20 g、水 1 L)、PDA、麥芽酵母粉抽出物瓊脂 [Malt and yeast extract agar (MYA) 配方為麥芽抽出物 20 g、酵母抽出物 2.5 g、洋菜 20 g、水 1 L]、麥芽抽出物葡萄糖瓊脂 [Malt extract and glucose agar (MGA) 配方為麥芽抽出物 20 g、葡萄糖 20 g、洋菜 20 g、水 1 L] 和麥芽酵母粉抽出物葡萄糖瓊脂 [Malt extract, yeast extract, and glucose agar (MYGA) 配方為麥芽抽出物 20 g、酵母抽出物 2.5 g、葡萄糖 20 g、洋菜 20 g、水 1 L] 等培養基上，每一處理 6 個培養皿，於 25°C 定溫箱中培養 1 wk 後，量取菌落直徑。

菌種製作

將麥粒加水煮熟，瀝乾後混合 1% (w/w) 之碳酸鈣，分別秤取 100 g 裝入四角玻璃瓶中，經高溫高壓 (121°C, 1.2 kg cm⁻²) 滅菌後備用。將前述長滿 PDA 培養基斜面之菌絲塊以移植針移入滅菌過之麥粒中，於 24°C 定溫、避光培養至菌絲長滿瓶內基質為止。

不同花臉香蘑菌株之出菇試驗

洋菇稻草堆肥購自雲林縣周昭陽先生，配方為乾稻草 1,200 kg、青玉米 300 kg、雞糞 100 kg、石膏 60 kg、過磷酸鈣 36 kg、硫酸銨 24 kg 以及碳酸鈣 60 kg，經過室內堆肥發酵方法製成。每框秤取堆肥 15 kg 後，混合 1 瓶上述不同花臉香蘑菌株之麥粒菌種，每一菌株接種 6 框，將接種後的菌框完成編號後以隨機方式放置於環控庫間內，控制室內溫度 24°C、相對溼度 75–80%、無光照和早晚通風 1 次以讓菌絲生長，待 4 wk 後每一框分別覆上約 3 cm 左右厚度的泥炭土 (Mikskaar As, No. Mks1, Estonia)。覆土後室內溫度調整為 18–22°C，二氧化碳濃度降至 1,000 mg L⁻¹，空氣相對濕度設定為 90%，定期補充覆土層表面水份，直到

菇體長出至菇傘邊緣反捲前採收秤重。

不同花臉香蘑菌株子實體總多醣體、總多酚和總花青素含量之測定

將上述 4 個花臉香蘑菌株子實體以烘箱烘乾後，以均質機磨成粉末後進行以下之測定，總碳水化合物測定：利用苯酚—濃硫酸法測定 (Dubois *et al.* 1956)，取 0.1 g 乾燥樣品粉末加 5 mL HCl (0.75 N) 於沸水中迴流加熱 2 h，離心取上層液之後，其殘留物再以同樣的方法萃取 1 次，結合 2 次的萃出液，然後以玻璃棉濾紙過濾之後，加水稀釋至 50 mL。然後取萃出液 0.5 mL 加 0.5 mL 苯酚溶液再加 2.5 mL 濃硫酸，作用 30 min 後，測 488 nm 下的吸光值。游離糖含量則以 80% 酒精萃取 2 次，其他同總碳水化合物測定方法，多醣體含量 = (總碳水化合物含量 - 游離糖含量) × 0.9。總多酚化合物測定：取 0.1 g 的乾燥菇體粉末之氫氧化鈉萃取液，加 2.5 mL 水及 0.25 mL Folin-Ciocalteu reagent (2 N)，最後加入 0.25 mL Na₂CO₃ (20%) 作用 2 h 後，以波長 750 nm 測定吸光值，並以不同濃度之沒食子酸 (gallic acid) 作為對照。總花青素測定則秤取 0.5 g 樣品，加入 10 mL 萃取溶液 (100% 甲醇 + 1% HCl)，混合均勻後於震盪培養箱中以 140×g，萃取 30 min 後離心 (4°C, 15 min, 1,600 g)，取上清液，於 530 nm 測其吸光值 (Huang *et al.* 2006)。

統計分析

以 SAS 統計分析軟體 (SAS[®] Enterprise Guide 4.1, SAS Institute Inc.) 進行變方分析 (analysis of variance; ANOVA) 後，以最小顯著差異性測驗 (least significant difference test; LSD test) 探討每一試驗各處理間平均值之差異性。

結果

不同溫度對花臉香蘑菌絲生長影響之比較

將花臉香蘑 4 個菌株分別培養在 4–32°C，結果顯示供試菌株之菌絲在 4–32°C 下皆可生

長，而最適生長溫度隨菌株而有所差異。菌株 LS-2 以 24°C 菌絲生長最快，LS-5 則以 28°C 為最適合生長溫度，菌株 LS-7 和 LS-11 在 24 和 28°C 下菌絲生長最佳 (圖 1)。

不同培養基對於花臉香蘑菌絲生長影響之比較

比較 5 種不同的培養基對於花臉香蘑菌株

菌絲生長之影響，結果發現供試之 4 個菌株都以培養在堆肥抽出物培養基 (CEA) 上生長最快 (表 1)，其次是 MYA 和 PDA 培養基。但如果以菌落呈現紫色的程度而言，培養在 PDA 和 MYA 的菌落顏色最深 (圖 2)，而培養在 CEA 和 MGA 之菌落顏色最淡。以同樣培養在 PDA 培養基上，LS-11 的菌落顏色最深，其次是 LS-2 和 LS-7，LS-5 的顏色最淺。

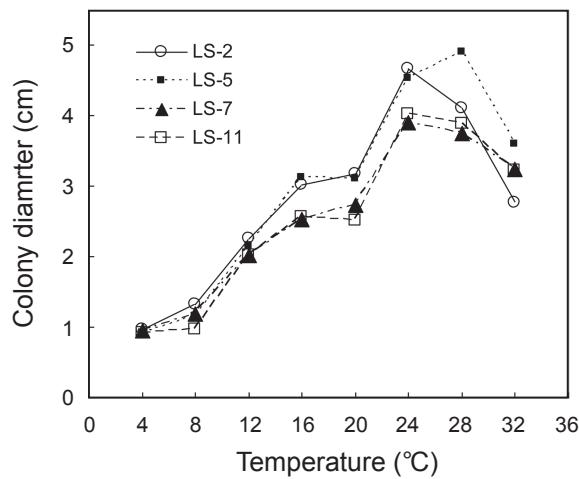


圖 1. 不同溫度對花臉香蘑不同菌株菌絲體生長之影響。

Fig. 1. Effect of temperature on mycelial growth of four strains of *Lepista sordida* grown on PDA after 7 days.

表 1. 不同培養基對不同花臉香蘑不同菌株菌絲生長之影響與花臉香蘑菌絲體在不同培養基生長之紫色程度。

Table 1. Effect of different media on mycelial growth and purple color of colony of four strains of *Lepista sordida* after 7 days incubated at 25°C.

Medium ^z	LS-2		LS-5		LS-7		LS-11	
	Colony diameter (cm)	Color degree ^x	Colony diameter (cm)	Color degree	Colony diameter (cm)	Color degree	Colony diameter (cm)	Color degree
CEA	5.75 ± 0.38 a ^y	-	5.62 ± 0.83 a	-	5.30 ± 0.33 a	-	5.13 ± 0.36 a	-
PDA	4.07 ± 0.10 c	+++	4.42 ± 0.17 bc	++	3.47 ± 0.12 c	+++	3.35 ± 0.10 b	++++
MGA	3.65 ± 0.19 d	-	3.50 ± 0.15 d	-	2.85 ± 0.08 d	-	2.35 ± 0.16 d	-
MYA	4.83 ± 0.23 b	++++	4.78 ± 0.17 b	++	4.48 ± 0.15 b	++	3.50 ± 0.32 b	+++
MYGA	4.08 ± 0.13 c	++	4.13 ± 0.05 c	+	3.47 ± 0.08 c	+	2.95 ± 0.10 c	++

^z CEA = compost extract agar; PDA = potato dextrose agar; MGA = malt extract and glucose agar; MYA = malt and yeast agar; MYGA = malt extract, yeast extract, and glucose agar.

^y Values are mean ± standard error of mean, n = 6. Means with the same letters of a column are not significantly different at 5% level by least significant difference (LSD) test.

^x The symbol “-” means no purple color. The symbols “+”, “++”, “+++”, and “++++” mean the density of purple color (light to dense).

不同花臉香蘑菌株之出菇試驗

在花臉香蘑之栽培試驗中，供試之 4 個菌株在菌絲走菌的時間上差異不大，但出菇所需時間和產量則因菌株而有所不同。其中，LS-5 菌株最早出菇（圖 3），從覆土到第一次採收所需時間為 22.5 d（表 2），其次是 LS-7 菌株

25.3 d 和 LS-2 菌株 28.3 d，而以 LS-11 菌株出菇最慢，需要 73 d。統計出菇情形，LS-2 菌株產量最高，平均每框（15 kg 堆肥）可達 2.6 kg（表 2），生物效率可達 43.5%，LS-11 菌株產量最差，平均每框產量只有 206 g，生物效率只有 3.4%。

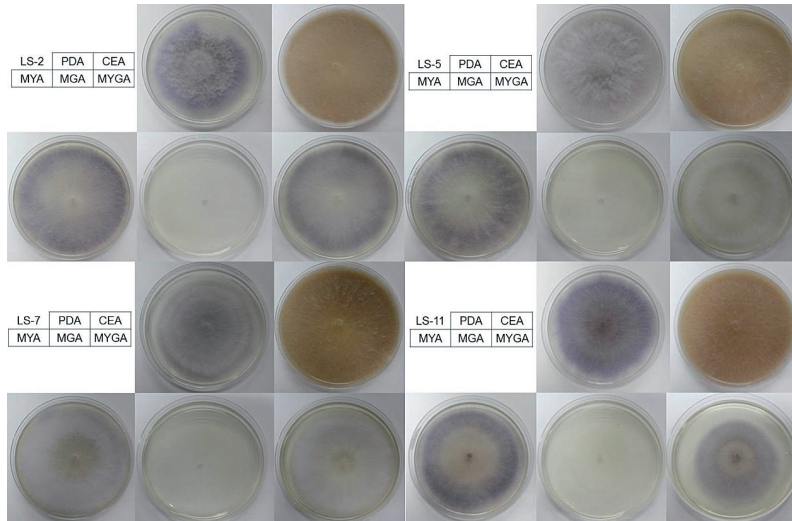


圖 2. 不同花臉香蘑菌株之菌絲體培養於不同培養基之形態。

Fig. 2. The mycelia of four *Lepista sordida* strains cultured on different media at 25°C after 7 days.

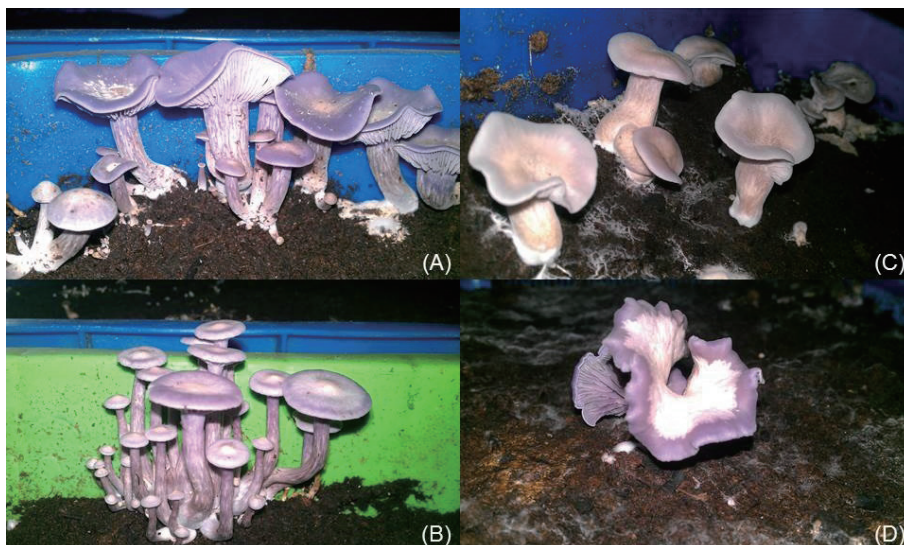


圖 3. 四個花臉香蘑菌株栽培於堆肥之子實體形態。

Fig. 3. Fruiting bodies of four *Lepista sordida* strains, LS-2 (A), LS-5 (B), LS-7 (C), and LS-11 (D), grown on indoor composts.

表 2. 不同菌株之花臉香蘑之產量及生物效率比較。

Table 2. Comparisons of effects of compost on yield and biological efficiency of different strains of *Lepista sordida*^z.

Strain	Yields of each flush (g) pot ⁻¹				Total yield (g) pot ⁻¹	Biological efficiency (%) ^y	Days from casing to 1 st harvest
	1 st flush	2 nd flush	3 rd flush	4 th flush			
LS-2	822.3	906.5	817.3	61.8	2607.9 ± 287.7 a ^x	43.5 ± 4.8 a	28.3 b
LS-5	399.0	48.5	296.3	0	743.8 ± 551.9 b	12.4 ± 9.2 b	22.5 c
LS-7	580.1	0	548.8	11.8	1140.7 ± 259.3 b	19.0 ± 4.3 b	25.3 b
LS-11	0	101.0	105.3	0	206.3 ± 162.7 c	3.4 ± 2.7 c	73.0 a

^z The compost was composed of 1,200 kg of dry straw, 300 kg of green corn, 100 kg of chicken manure, 60 kg of calcium carbonate, 60 kg of gypsum, 24 kg of ammonium sulfate, and 36 kg of calcium superphosphate before composting. Each pot contained 15 kg compost of which water content and pH were 73% and 6.8, respectively. There were 6 replicates for each strain.

^y Biological efficiency (%) = (the weight of fresh mushroom harvested/dry matter content of substrate before inoculation) × 100.

^x Values are mean ± standard error of mean, n = 6. Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by least significant difference (LSD) test.

不同菌株子實體總多醣體、總多酚和總花青素含量測定

比較 4 個花臉香蘑菌株子實體的花青素含量，結果以 LS-11 的花青素含量最高，平均為 0.563 mg g⁻¹ (乾重)，其次是 LS-2 (表 3)，LS-5 和 LS-7 的花青素含量最低。總多醣的含量部份，以 LS-11 含量最低，平均為 8.76% (乾重)，而 LS-7 含量最高，其次依序為 LS-5 和 LS-2，但三者無顯著差異。總多酚的含量測定則以 LS-11 的 14.00 mg g⁻¹ (乾重) 最高，其次依序為 LS-7、LS-5 及 LS-2。

討論

Terashima & Fujiie (2007) 研究指出日本花臉香蘑菌株的生長溫度範圍為 10–30°C，最適生長溫度為 25°C，Hu & Xie (2008) 也發現大陸花臉香蘑菌株 *Le.s0529-1* 菌絲生長溫度為 8–32°C，最適生長溫度為 22–25°C，低於 5°C

菌絲不生長；本研究測試 4 個花臉香蘑菌株，發現菌絲在 4–32°C 均可生長，最適生長溫度隨著菌株的不同而有差異，但仍以 24–28°C 為最適生長溫度，此結果與前人研究接近。然所分離出之花臉香蘑菌株可耐低溫至 4°C，由於台灣地處亞熱帶，環境溫度較中國大陸和日本多數地區為高，部分菌株於 28°C 生長良好，可能是菌株開始產生適應性的分化所致。

在測試的 5 種培養基中，供試菌株均以培養在堆肥抽出物培養基 (CEA) 上的菌絲生長最為快速，此特性與其野生發現之環境相符 (其野生多發生於腐植土之環境相符)。Tian *et al.* (2003) 比較生料和熟料對於花臉香蘑出菇之影響，認為熟料覆土袋栽法是最佳生產模式。Hu & Xie (2008) 亦發現花臉香蘑之菌絲在經發酵處理的培養基質中，其生長速度明顯優於未發酵的材料。由於花臉香蘑普遍出現在富含腐植質的田野、菜園或坡地上，顯示該菌偏好腐熟過後的營養，因此學者多建議將基質進行發酵

表 3. 花臉香蘑不同菌株子實體總多醣體、總多酚及總花青素含量之比較。

Table 3. Comparison of total polysaccharides, polyphenols, and anthocyanins in fruiting bodies of different strains of *Lepista sordida*.

Strain	Total polysaccharides ^z (%)	Total phenols (mg g ⁻¹)	Total anthocyanins (mg g ⁻¹)
LS-2	13.41 ± 1.28 a ^y	10.66 ± 0.33 d	0.487 ± 0.006 b
LS-5	13.57 ± 0.60 a	11.23 ± 0.25 c	0.453 ± 0.011 c
LS-7	13.81 ± 0.59 a	12.71 ± 0.27 b	0.453 ± 0.011 c
LS-11	8.76 ± 1.20 b	14.00 ± 0.29 a	0.563 ± 0.012 a

^z Dry weight of fruiting bodies.

^y Values are mean ± standard error of mean, n = 3. Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by least significant difference (LSD) test.

後方作為花臉香蘑栽培介質。本研究以室內發酵方式生產之稻草堆肥進行出菇試驗，結果供試菌株中以 LS-2 生物效率最高，可達 40% 以上，是 Tian *et al.* (2003) 的 2.19 倍、Hua *et al.* (2008) 的 2.18 倍；而本研究使用之栽培框的裝料面積為 0.2204 m² (58 cm × 38 cm)，將其平均產量為每框 2,607.9 g，換算後得每平方公尺產量約為 11.83 kg m⁻²，約是 Tian *et al.* (2003) 產量試驗結果的 3 倍、Guo *et al.* (2007) 產量試驗結果的 5.4 倍；整體而言，LS-2 菌株的出菇情形已達商業化生產的水準，而本研究亦顯示以目前之室內堆肥發酵技術所生產之堆肥，確實可用於生產花臉香蘑之用。

花臉香蘑和紫丁香蘑兩者均是紫色菇類，「台農一號」紫丁香蘑為行政院農業委員會農業試驗所自法國引進母種後自行育成，已獲得專利並技轉給農民種植。紫丁香蘑屬於低溫型菇類，出菇最適溫度為 13–15°C，而花臉香蘑屬於中溫型菇類，子實體最適合發育的溫度是 20–26°C，溫度高於 32°C 或低於 15°C 時，不易產生菇蕾 (Tian *et al.* 2003)。比較兩者的產量，紫丁香蘑最高產量平均每框 15 kg 堆肥可達 2.6 kg (Chen *et al.* 2003)，和本試驗中 LS-2 菌株的產量相近，顯示栽培花臉香蘑取代紫丁香蘑，將可省下部份電費成本。Tian *et al.* (2003) 建議花臉香蘑的播種量應高於培養料乾重的 15% (Tian *et al.* 2003)，本研究發現每框 15 kg 的堆肥只需約 100 g 的菌種，占栽培基質鮮重 0.6%，遠低於紫丁香蘑菌種量須達 3%。換算成栽培基質乾重比約在 2.5–3.0%，下種量和洋菇接近，顯示在投入菌種之成本上花臉香蘑也較為低廉。

近幾年菇類的機能性成分獲得高度重視，被視為開發新藥品的重要來源。紫丁香蘑熱水萃取物經動物試驗證實可以活化免疫系統 (Chen *et al.* 2013)，同時具有降血脂和血糖之功效 (Chen *et al.* 2014)。紫丁香蘑菇體的多醣體含量為 12.62%，總花青素的含量為 0.045%，總多酚化合物含量為 1.29% (Chen *et al.* 2014)。本研究分析花臉香蘑的多醣體含量為 13.81%，總多酚含量可高達 1.4%，總花青素含量為 0.056%，兩種菇類所含花青素、多

醣和多酚含量相近。這些結果顯示，花臉香蘑具有相當良好之功效性成分，為具潛力可開發作為保健產品之菇類。至於 LS-11 菌株的總多酚和總花青素含量較高，值得進一步改良栽培技術，提高單位面積產量。

誌謝

本試驗研究承蒙行政院農業委員會研究經費補助 (計畫編號 102 農科-9.2.2-農-C9)，俾利本研究得以順利完成，特此申謝。另外，彭金騰博士提供花臉香蘑試驗菌株 2 株，在此一併致上最高的謝忱。

引用文獻

- Chen, M. H., W. S. Li, Y. S. Lue, C. L. Chu, I. H. Pan, C. H. Ko, D. Y. Chen, C. H. Lin, S. H. Lin, C. P. Chang, and C. C. Lin. 2013. *Clitocybe nuda* activates dendritic cells and acts as a DNA vaccine adjuvant. Evidence-based Complementary and Alternative Medicine 2013:Article ID 761454.
- Chen, M. H., C. H. Lin, and C. C. Shih. 2014. Antidiabetic and antihyperlipidemic effects of *Clitocybe nuda* on glucose transporter 4 and AMP-activated protein kinase phosphorylation in high-fat-fed mice. Evidence-based Complementary and Alternative Medicine 2014:Article ID 981046.
- Chen, M. H., J. T. Peng, J. T. Chen, and S. Y. Chien. 2003. Effects of some factors on the fruiting characteristics of *Lepista nuda* (Bull.:Fr.) Cooke. J. Agric. Res. China 52:99–106. (in Chinese with English abstract)
- Chen, X. L., H. B. Zeng, and T. H. Li. 2011a. The antioxidant activities of mycelial extracts of *Lepista sordida* *in vitro*. Microbiol. China 38:958–963. (in Chinese with English abstract)
- Chen, X. L., T. H. Li, and Y. H. Shen. 2011b. *In vitro* antioxidative and antitumor activities of fermentations of *Lepista sordida* (Schumacher:Fr.) Singer. J. Anhui Agric. Sci. 39:8276–8278. (in Chinese with English abstract)
- Dubois, M., K. A. Gilles, J. K. Hamilton, P. A. Rebers, and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem. 28:350–356.
- Graf, L. V., R. J. G. Schadeck, L. Donatti, and D. F. Buchi. 2008. Morphological and cytochemical characterization of spores and gills of *Lepista sordida* (Fungi: Basidiomycota). Braz. J. Microbiol. 39:599–601.

- Guo, Y., W. H. Peng, and D. H. Jia. 2007. Cultivation technology of *Lepista sordida*. *Edible Fungi* 2007:41–42. (in Chinese)
- Hu, Q. J. and F. Q. Xie. 2008. The main characteristics of *Lepista sordida* strain “Le. S0529-1” and its cultivation. *Zhejiang Shiyongjun* 16:15–17. (in Chinese)
- Hu, X. Y., X. L. Li, X. Y. Zheng, Y. M. Zhang, and X. Y. Luo. 2006. Advanced studies on *Lepista sordida* (Fr) Sing. *Edible Fungi China* 25:20–22. (in Chinese with English abstract)
- Hua, X. H., J. D. Song, C. Liu, and J. S. Lin. 2008. A study on the domestication cultivation of four wild *Lepista sordida* strains. *Zhejiang Shiyongjun* 16:13–15. (in Chinese)
- Huang, Y. C., Y. H. Chang, and Y. Y. Shao. 2006. Effects of genotype and treatment on the antioxidant activity of sweet potato in Taiwan. *Food Chem.* 98:529–538.
- Li, T., B. Song, Q. Y. Lin, Y. H. Shen, and M. Lin. 2011. Research on advances of *Lepista* epiphyte in China. *J. Anhui Agric. Sci.* 39:7579–7581. (in Chinese with English abstract)
- Liu, Y. R., X. M. Li, J. J. Li, X. J. Wu, and Y. B. Zheng. 2012. Preliminary study of the bactericidal activity of *Lepista sordida* against *Xanthomonas oryzae*. *Chinese Agric. Sci. Bull.* 28:202–205. (in Chinese with English abstract)
- Lu, C. Y., Y. J. Zhong, and L. Q. Rao. 1993. The nutrient constituents analyses on three species of wild edible mushrooms domesticated. *J. Jishou Univ. (Natural Science Edition)* 14:38–41. (in Chinese with English abstract)
- Luo, Q., Q. Sun, L. Wu., and Z. Yang. 2012. Structural characterization of an immunoregulatory polysaccharide from the fruiting bodies of *Lepista sordida*. *Carbohydr. Polym.* 88:820–824.
- Luo, X. Y., J. Hong, and Y. M. Zhang. 2003. Study of trace elements in *Lepista sordida*. *Edible Fungi China* 4:43–44. (in Chinese with English abstract)
- Mazur, X., U. Becker, T. Anke, and O. Sterner. 1996. Two new bioactive diterpenes from *Lepista sordida*. *Phytochemistry* 43:405–407.
- Miao, S., X. Mao, R. Pei, S. Miao, C. Xiang, Y. Lv, X. Yang, J. Sun, S. Jia, and Y. Liu. 2013a. *Lepista sordida* polysaccharide induces apoptosis of Hep-2 cancer cells via mitochondria pathway. *Intl. J. Biol. Macromol.* 60:97–101.
- Miao, S., X. Mao, R. Pei, S. Miao, C. Xiang, Y. Lv, X. Yang, J. Sun, S. Jia, and Y. Liu. 2013b. Antitumor activity of polysaccharides from *Lepista sordida* against laryngocarcinoma in vitro and in vivo. *Intl. J. Biol. Macromol.* 60:235–240.
- Terashima, Y. and A. Fujii. 2007. Comparison of conditions for mycelial growth of *Lepista sordida* causing fairy rings on *Zoysia matrella* turf to those on *Agrostis palustris* turf. *Mycoscience* 48:365–372.
- Tian, G. T., Q. F. Yang, and X. Z. Xu. 2003. A study on the domestication cultivation of *Lepista sordida*. *Acta Edulis Fungi* 10:52–56. (in Chinese with English abstract)
- Zhang, J. L., L. Rong, and X. L. Jiang. 2010. Identification of *Lepista sordida* LS7 and antibiotic activity analysis of its fermentation broth. *J. Food Sci. Biotech.* 29:948–951. (in Chinese with English abstract)
- Zhu, F., L. Qu, W. Fan, M. Qiao, H. Hao, and X. Wang. 2011. Assessment of heavy metals in some wild edible mushrooms collected from Yunnan Province, China. *Environ. Monit. Assess.* 179:191–199.

Domestication of Native *Lepista sordida* (Fr.) Singer in Taiwan

Wei-Sung Li¹, Yun-Sheng Lue¹, Tsung-Yen Wu², Shwu-Jene Tsai³, and Mei-Hsing Chen^{1*}

Abstract

Li, W. S., Y. S. Lue, T. Y. Wu, S. J. Tsai, and M. H. Chen. 2014. Domestication of native *Lepista sordida* (Fr.) Singer in Taiwan. *J. Taiwan Agric. Res.* 63(3):216–224.

Lepista sordida (Fr.) Singer is an important edible and medicinal mushroom. Due to its difficulty of cultivation, it has not been produced commercially. Four strains of *L. sordida* collected from central Taiwan were evaluated for their optimum mycelial growth temperature, and growth media, yield, biological efficiency and bioactive compounds of fruiting bodies. In relation to the growth temperature, results showed that 24–28°C was the most suitable temperature range for mycelial growth of these four strains of *L. sordida*. Among the five media tested, mycelia of all the four strains grew fastest on compost extract medium, but the purple color of colony was darker on potato dextrose agar (PDA) and malt and yeast agar (MYA). Furthermore, these four strains were spawned in indoor compost and produced fruiting bodies successfully. Strain LS-5 fruited earliest, taking 22.5 d from casing to the 1st harvest, followed by LS-7 and LS-11 strains, taking 25.3 d and 73.0 d, respectively. Strain LS-2 was the most productive one with the highest yield of 2.6 kg pot⁻¹ (with 15 kg compost) and a biological efficiency of 43%, while the yield of the strain LS-11 was the lowest with a biological efficiency of only 3.4%. In order to compare the bioactive compounds existed in the fruiting bodies of the four strains, the total contents of polysaccharides, phenols and anthocyanins were analyzed. Results showed that the contents of total polysaccharides in the strain LS-2, LS-5 and LS-7 were significantly higher than that of the strain LS-11. However, the total content of both phenols and anthocyanins in the strain LS-11 were higher than those of the other three strains (14.00 mg g⁻¹ dry weight and 0.56 mg g⁻¹ dry weight, respectively). Because the yield of the strain LS-2 has reached the level of commercial production and it contains a relative amount of bioactive compounds in its fruiting bodies, this mushroom strain would have the potential to be cultivated on a commercial scale and used as the source for the exploitation of functional supplements in the near future.

Key words: *Lepista sordida*, Compost, Domestication.

Received: March 8, 2014; Accepted: July 7, 2014.

* Corresponding author, e-mail: mc423@tra.gov.tw

¹ Assistant Research Fellows, Plant Pathology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.

² Contract Assistant Research Fellow, Agricultural Chemistry Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.

³ Associate Research Fellow, Agricultural Chemistry Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.