

金針菇優良栽培品系之選拔¹

廖英明²

摘要 利用單胞雜交法，進行四種來源不同的金針菇品種間的雜交。首先由70種雜交組合中得到18種可在洋菜培養基上生長良好且可出菇的雜交體。這些雜交體在每 100ml 培養液中可產生0.3518到 0.8281g 的菌絲體，其間差異極大。將其培養在木屑培養基時，若接種源為液體培養菌種則其生長速快於洋菜培養菌種。由其中選取12種生長勢較優之雜交體進行栽培試驗，發現其中之 F8015×F8045 及 F2004×9039 生長勢強且可產生良好品質具經濟效益之子實體，可作為栽培品種或進一步育種之材料。在進行所有12種雜交體之栽培試驗後，顯示金針菇之子實體含水量為37~91%，而在 800ml 鋸屑之瓶中可產生603~1,039枚子實體，但其中可發育成型的佔33~47%；而若比較切腳與不切腳之產量時，發現切腳後損失率為15~24%，因此每瓶之經濟產量為 122~169g。而從接種到出菇採收所需時間為53~60天。由本試驗結果顯示，金針菇可經由雜交育種方法選拔出具有優良品質及高產量之雜交體，供作大量栽培之用。

金針菇 (winter mushroom) 學名 *Flammulina velutipes* 是本省重要之食用菇類之一，在全世界金針菇之栽培上佔有相當重要的地位，不但栽培規模大，而且設備也精良，因此除了內銷外，也部份銷往國外。

金針菇屬於四極性蕈類，需靠異核菌絲來雜交⁽³⁰⁾，過去品種均由日本引入，然其不耐貯存及含水量太多是業者極思改善的缺點，有鑑於此，本研究即利用雜交育種法將選拔出各品系之特性而予以組合，以達到改良品種的目的。品種雖是決定生產的重要因素，而除了品種外，過去學者對金針菇的生化方面研究也很多，如酵素，醣類及核酸變化等^(12,13,14,15,16,18)，而在子實體形成機制及影響因子亦有許多報告^(19,20,21,22,23,24,25,31)。由於冷氣設備的改良，使得金針菇由過去的僅能在冬天栽培變為全年可栽培⁽²⁾，當然在品種的需求方面必須為生長快，子實體發育佳，而色澤白者^(1,3)。因此在育種時，其交配來源可選擇子實體產量多，出菇早的品種作為材料⁽⁹⁾，當然如果能利用單核可以產生子實體的野生種來與栽培種之單核作雜交，則可以節省許多雜交上的繁雜工作⁽⁸⁾，但是此類野生種不易獲得，因此仍以單核雜交育種法為多。在取得單胞或單核菌絲後，經雜交配對所得之雙核菌絲與單核菌絲之區別，可採用檢查扣子體或由生長速度之不同來識別。金針菇之二核菌絲比一核菌絲之生長快⁽²⁹⁾，且其維生素 B₁ (Thiamine) 之含量及脂肪酸成份也不同^(17,22)。單核菌絲之取得，除由單胞而來，亦可由雙核菌絲經一核化獲得⁽²⁷⁾。在菌絲生長方面，衣川⁽⁶⁾發現產生菌絲量多者其產生子實體的能力較高，此點亦可作為選拔時的一種指標。雜交育種後，栽培試驗極為重要，本試驗即利用栽培法，選取子實體之柄同傘大小相似，不畸型彎曲，柄為硬質，含水量在86~87%，全體白色，柄強韌，易貯存運送⁽⁴⁾等特性，而獲得消費者所希望之金針菇品種。

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 1465 號。本研究承臺中縣霧峰鄉戴養菌園協助栽培試驗，謹此致謝。

2. 本所植物病理系助理研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

材料與方法

一、供試品系來源：本試驗所使用之金針菇品系包括試驗品系九種及對照品系一種，其來源特性如表一所示。

[表1. 本試驗所使用之品系特性

Table 1. Characteristics and source of 10 strains of *Flammulina velutipes* in this study

品系 Strain	形態特性 Shape	菌傘色澤 Color	來源 Source
F1	菇型大，菌柄長	淡褐色、中央褐點	分離自本省栽培之子實體
F2	菇型大，菌柄長	淡黃色	分離自本省栽培之子實體
F3	菌柄細	淡褐色	分離自本省栽培之子實體
F4	菌傘小，易產生畸型	淡褐色	分離自本省栽培之子實體
F5	菇型中等	淡黃色	分離自本省栽培之子實體
F6	菇型中等，菌柄長	淡黃色	分離自本省栽培之子實體
F7	菇型大，產量高	乳白色	分離自本省栽培之子實體
F8	菇型好，菌柄細	乳白色	日本引入
F9	菇型中等，菌柄細	乳白色	日本引入
Fv	菇型中等，菌柄細	淡黃色	日本引入，本省栽培品系

二、單胞分離：由以上九種品系經栽培而得之子實體，將其置於 5°C 作低溫處理，以促進其孢子落下。以載玻片收集孢子，並在 Czapeck 培養液中培養二天，後倒入 1% MYP 培養基中 (Malt extract 1g, soytone 1g, yeast extract 0.5g, agar 10g, Dist water 1000ml) 經稀釋平板法，切取已經發芽之單核菌絲，分別加以培養，並依序編號後保存於低溫石蠟油中，作供雜交育種試驗用。

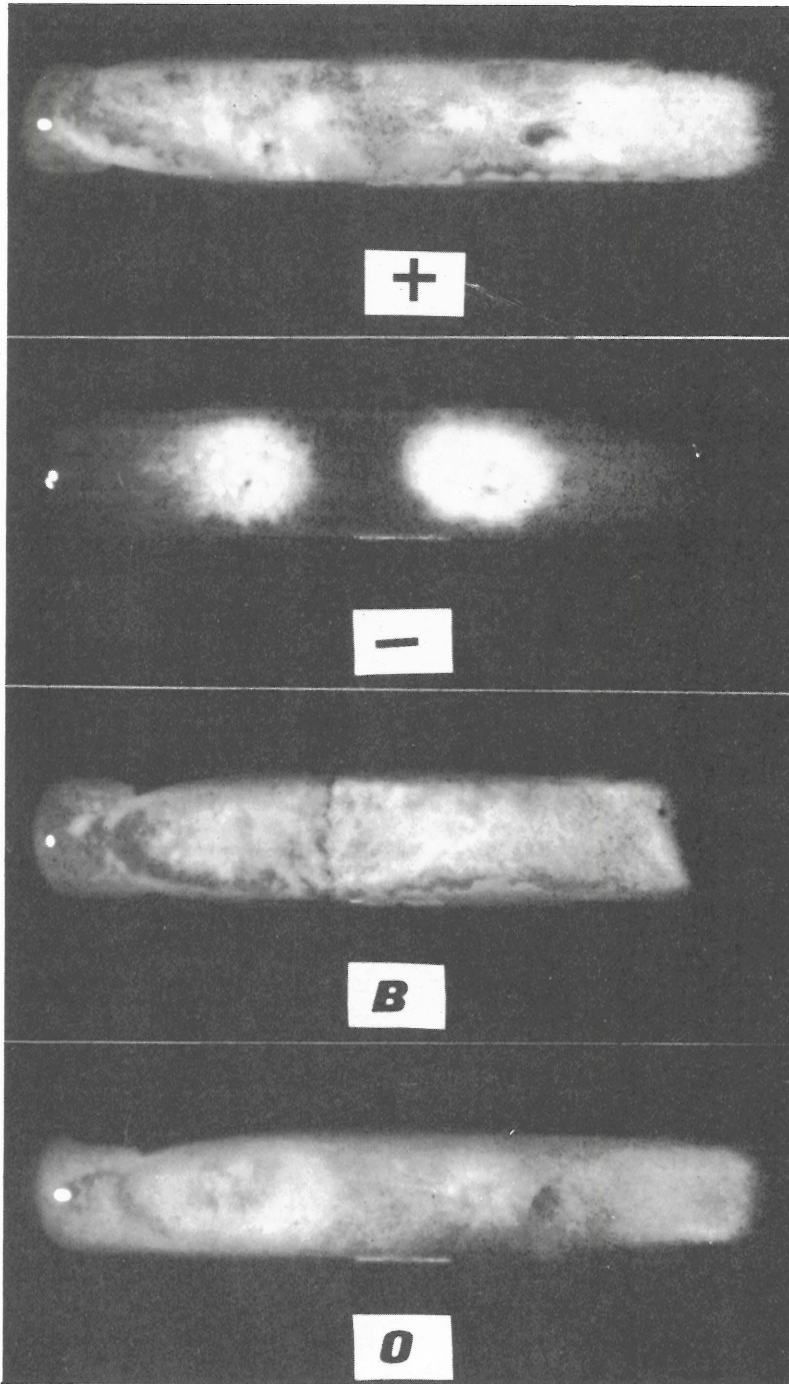
三、單核菌絲間之雜交：由於金針菇為四極性遺傳之蕈類，因此將每品系作其自身單胞之雜交，而得其交配型，其交配後之反應如圖一所示。在每一交配型中選取四個菌株作為不同菌系間雜交之材料。雜交時係將二個不同品系來源之單核菌絲置於 MYP 培養基上，其間間隔約 3 公分，置於 24°C 培養，在 10~14 天間檢查其扣子體產生情形，檢查時由兩菌落交接處及菌落邊緣檢查，共計三處。

四、雜交雙核體之培養特性試驗：經扣子體之檢查，若在三處均可產生時，則選取交界處之菌絲，分別加以挑取培養，並供作下列試驗之用。

(一) 菌絲生長勢測定：將同一大小 (直徑 0.5cm) 之菌絲塊培養於 PDA 平板 (直徑 8cm) 中央，置於 24°C 培養，於 10 天後量取菌落直徑。每雜交體接種四培養皿，求其平均值，並於不同時間作三次試驗。

(二) 液體培養試驗：由上項方法中選出生長較為優良之雜交菌株，共計有 18 個。將其菌絲塊 (直徑 0.5cm) 分別接種於 ASA 液體培養基中 (Asparagine 1g, sucrose 35g, K₂HPO₄ 5g, MgSO₄·7H₂O 2.5g, ferric citrate 5mg, MnSO₄·4H₂O 20mg, ZnSO₄·7H₂O 20mg, NaCl 100mg, CaCl₂ 100mg, thiamine 50ug, D. W. 1000ml)，每 300ml 之三角瓶內裝 100ml 培養液，置於 24°C 培養。經 14 天後，將菌絲塊過濾，並在 60°C 烘乾 24 小時，稱其菌絲乾重量，求三重複之平均值。

(三) 試管出菇試驗：將菌絲塊接種於 18×180mm 之 PDA 試管中，於 15°C 培養，以促進



圖一、金針菇之單核菌絲雜交反應(+)親和型 ($A \times B \times$) ; (-)扁平型 ($A = B \times$) ; (B) 阻隔型 ($A \times B =$) 及 (O) 不親和型 ($A = B =$)

Fig. 1. Monosporous mycelial interaction in *F. velutipes* (+) compatible type ($A \times B \times$) ; (-) flat type ($A = B \times$) ; (B) barrage type ($A \times B =$) ; and (O) incompatible type ($A = B =$).

其子實體之形成，並調查子實體數量及菌傘是否展開。

(四) 木屑培養生長勢調查：由(二)及(三)項選出菌絲體生長良好且可在試管出菇之菌絲體分別接種於木屑培養基，並比較用洋菜塊及液體培養所得之菌絲體作為接種源之優劣。木屑培養基成份為杉木屑：米糠 = 3 : 1，水份 65~67%，pH6.5。木屑培養基混合後裝入圓型瓶中，瓶高12.5公分，直徑 6 公分，內裝 250ml 培養基，培養於 24°C，18天後量取菌絲伸長長度，求三重複之平均值。

五、雜交體之試種及調查：由以上試驗結果選出12種具生長勢強、菌絲產量高、可在試管出菇及木屑培養基之利用性高等優良特性之雜交體，進行栽培試驗，並以目前使用之栽培品種 (FV) 做為對照，按一般栽培方法進行。每瓶內裝 800ml 木屑培養基，其配方如(四)所示。於臺中霧峰鄉戴義菌場進行，接種時使用液體菌種。調查其切脚及不切脚重量，菌傘大小，菌柄長度及含水量等，供作為未來栽培之參考。每雜交體接種20瓶，求其平均數，其中有效枝數表示其菌柄長度 7.5cm 以上，且菌傘直徑在 0.4cm 以上者，切脚時以切去 2cm 為準。

結 果

一、雜交體菌絲培養試驗：由於金針菇屬於四極性蕈類，其交配由二對因子 A、B 所控制，因此由同一菌株所得之單核菌絲，其經交配後，可得四種交配型，如圖一所示，即親和型 (+)，A、B 二個交配因子均不同，可全面二核化，產生正常子實體；不親和型 (O)，A、B 二個因子均相同，二種菌絲互相重疊，沒有扣子體，若由菌絲塊培養則可恢復原來二種不同菌絲型態；扁平型 (-)，即 A 因子相同而 B 因子不同，菌絲全面互相抑制，菌落外觀平貼及阻隔型 (B)，A 因子不同而 B 因子相同，其接觸部份之菌絲局部受抑制而產生溝狀，有明顯界限。經單核菌絲雜交後，選出具扣子體之雙核菌絲共70個，培養於 PDA 培養基後量取菌落直徑 (cm)，其三次試驗分別所得之平均值列於表二。而由於供試之九種菌株其子實體形狀及出菇量不同，因此由其中選出 F2, F6, F8 及 F9 等較優良之子實體供作為育種材料，其他則不採用。

表二、70種雜交體菌絲之培養試驗

Table 2. The mycelial growth rate (cm) of 70 dikaryons of *Flammulina velutipes*

代 號 Isolate	菌 落 大 小 (長×寬) Size of colony (Length (cm) × Width (cm))			
	第 一 次 試 驗 1st test	第 二 次 試 驗 2nd test	第 三 次 試 驗 3rd test	平 均 average
F1	6.0×6.3	6.0×5.8	5.4×5.2	5.8×5.8
F2	6.4×6.3	5.7×5.3	6.4×6.4	6.2×6.0
F3	5.6×5.3	5.5×5.4	5.4×5.4	5.5×5.4
F4	5.4×5.3	6.0×5.6	6.0×5.2	5.8×5.4
F5	5.8×5.3	6.0×4.4	6.0×5.8	5.9×5.2
F6	6.0×5.7	5.6×5.3	6.0×5.8	5.9×5.6
F7	5.7×5.3	5.8×5.7	6.0×4.7	5.8×5.2
F8	6.5×6.3	6.3×6.2	5.8×5.5	6.2×6.0
F9	6.2×5.9	6.0×5.8	6.2×6.2	6.2×6.0
FV	6.9×6.5	6.1×6.0	6.0×5.7	6.3×6.1
F2001×6006	6.4×6.2	6.2×6.0	6.4×6.4	6.3×6.2
F2001×6007	5.0×5.0	5.4×4.4	5.5×5.5	5.3×5.0
F2001×6009	6.4×6.2	6.8×6.6	6.4×6.3	6.5×6.3
F2001×6010	5.4×5.2	5.0×4.6	5.4×5.0	5.3×5.0
F2001×6015	6.5×6.0	6.8×6.6	6.5×6.3	6.6×6.3
F2001×6016	6.2×6.0	6.3×6.0	6.4×6.2	6.3×6.1
F2001×6035	6.2×6.2	6.4×6.2	6.0×6.0	6.2×6.1
F2001×6036	6.2×6.0	6.0×6.0	6.2×6.0	6.1×6.0

Table 2. (續)

代 Isolate 號	菌落大小(長×寬) Size of colony (Length (cm) × Width (cm))			
	第一次試驗 1st test	第二次試驗 2nd test	第三次試驗 3rd test	平均
F2004×6001	4.8×4.8	4.8×4.6	4.9×4.7	4.8×4.7
F2004×6006	6.0×5.8	5.4×5.4	6.0×5.6	5.8×5.6
F2004×6010	4.8×4.7	4.4×4.4	4.3×4.1	4.5×4.4
F2004×6013	6.4×6.3	6.3×6.2	6.0×6.0	6.2×6.2
F2004×6019	6.0×6.0	5.4×4.5	5.5×5.5	5.6×5.3
F2004×6035	6.0×5.8	5.9×5.8	5.8×5.7	5.9×5.8
F2004×6036	5.7×5.6	5.7×5.5	5.7×5.6	5.7×5.5
F2004×6110	6.5×6.5	6.5×6.0	6.8×6.7	6.6×6.4
F2004×9039	7.2×6.8	7.0×7.0	7.0×6.8	7.1×6.9
F2004×9040	6.5×6.3	6.5×6.0	6.5×6.3	6.5×6.2
F2008×8098	5.3×5.0	6.5×6.0	5.7×5.3	5.8×5.4
F2008×8011	6.0×5.7	5.6×5.3	5.5×4.8	5.7×5.3
F2008×8014	5.5×4.5	6.4×5.0	5.5×5.4	5.8×5.0
F2008×8017	3.8×3.6	3.5×3.4	3.7×3.4	3.7×3.5
F2077×6006	6.3×6.3	6.5×6.5	6.0×6.0	6.3×6.3
F2077×6013	4.6×4.5	5.3×5.3	4.6×4.4	4.8×4.8
F2077×6025	6.0×5.9	5.7×5.4	5.4×4.8	5.6×5.5
F2077×6027	4.0×4.0	3.5×3.5	4.6×4.4	4.0×4.0
F2049×8013	6.1×6.0	6.0×5.0	5.6×5.5	5.9×5.5
F2049×8046	5.8×5.5	6.0×5.7	5.9×5.8	5.9×5.7
F2049×8047	6.2×6.4	6.8×6.2	6.2×6.2	6.4×6.3
F2049×8048	6.5×6.0	6.6×6.4	6.6×6.6	6.6×6.3
F2014×6006	6.0×5.8	5.3×5.3	5.7×5.4	5.7×5.5
F2014×6007	4.9×4.9	5.3×5.0	4.8×4.6	5.0×4.8
F2014×6009	4.5×4.4	5.8×5.8	5.9×5.9	5.4×5.4
F2014×6021	6.7×6.7	6.7×6.7	6.4×6.4	6.6×6.6
F2014×6022	5.6×5.9	5.7×5.5	5.5×5.5	5.6×5.6
F2014×6035	4.8×4.5	5.8×5.8	5.7×5.3	5.4×5.2
F2014×9001	4.1×4.1	4.3×4.2	5.1×5.0	4.6×4.4
F2014×9005	4.9×4.7	4.9×4.9	4.8×4.7	4.9×4.8
F2014×9022	5.2×5.0	5.8×5.4	5.7×5.2	5.6×5.2
F2014×9024	5.8×5.6	5.8×5.7	5.5×5.5	5.7×5.6
F2014×9025	4.6×4.2	5.5×5.4	5.8×5.8	5.3×5.1
F8002×6009	5.4×5.0	5.8×5.0	5.5×5.5	5.6×5.2
F8002×6010	5.2×5.2	5.3×5.3	5.7×5.7	5.4×5.4
F8002×6020	4.8×4.7	4.7×4.6	4.2×4.0	4.6×4.4
F8002×6035	5.5×5.0	5.4×5.3	5.2×4.9	5.4×5.1
F8002×6036	3.7×3.5	3.8×3.8	3.8×3.8	3.8×3.7
F8043×9001	5.7×5.5	5.0×5.0	5.0×5.0	5.2×5.2
F8044×9003	5.4×4.4	5.3×5.0	5.7×5.3	5.5×5.0
F8044×9022	4.3×4.8	4.8×4.4	4.0×3.0	4.4×3.7
F8044×9028	5.5×5.3	5.7×5.5	5.8×5.7	5.6×5.5
F8045×8015	6.2×6.0	6.4×6.2	6.0×6.0	6.2×6.1
F8045×9022	4.0×3.7	4.3×3.8	5.3×6.0	4.4×4.5
F8045×9040	6.2×6.0	5.8×5.7	5.5×5.5	5.8×5.7

Table 2. (續)

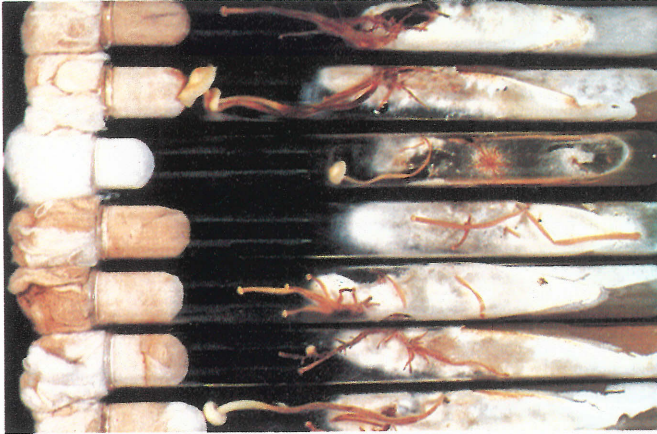
代 號 Isolate	菌 落 大 小 (長×寬) Size of colony (Length (cm) × Width (cm))			
	第 一 次 試 驗 1st test	第 二 次 試 驗 2nd test	第 三 次 試 驗 3rd test	平 均 average
F 8046×9037 F 8046×9040	5.2×4.8 6.0×6.0	5.5×5.4 6.0×5.3	5.4×5.0 5.7×5.3	5.4×5.1 5.9×5.5
F 9001×8001 F 9001×8016 F 9001×8044	5.0×4.6 4.0×3.8 5.7×5.1	4.1×3.8 4.3×3.6 5.2×5.0	4.8×4.7 4.1×3.1 6.0×5.2	4.6×4.4 4.1×3.5 5.6×5.1
F 9001×8051 F 9001×8067	6.2×6.0 3.8×3.7	6.0×6.0 4.2×3.7	6.2×6.1 3.9×3.6	6.1×6.0 4.0×3.7
F 2045×8002 F 2045×8008 F 2045×8013 F 2045×8015	6.6×6.4 6.2×6.0 5.0×4.8 6.2×5.9	7.5×7.0 6.2×6.2 5.5×5.0 5.7×5.1	7.0×6.5 6.6×6.2 5.0×4.8 5.5×5.4	7.0×6.6 6.3×6.1 5.2×4.9 5.8×5.5
F 2045×8021 F 2045×8027 F 2045×8029	6.7×6.5 5.7×5.5 7.3×7.3	6.0×6.0 5.7×5.5 6.8×6.6	6.0×6.0 5.7×5.6 6.7×6.6	6.2×6.2 5.7×5.5 7.0×6.8
F 2045×8031 F 2045×8033 F 2045×8034	4.4×4.6 5.9×5.7 3.3×3.3	4.8×4.8 5.3×4.9 3.2×2.9	4.5×4.6 5.3×5.3 3.5×3.1	4.6×4.7 5.5×5.3 3.3×3.1

二、液體培養試驗：將由前項所得之菌絲生長優良雜交體，即菌落直徑在 6.0×6.0cm 以上者，共18種，接種於 ASA 培養基，而該培養基不加入洋菜，經14天之培養後測其菌絲乾重量可知其間之差異極大，從 0.8281g 到 0.3518g，因此由其中選出 0.5g 以上者，共計12種，供作進一步試驗用。

表三·各雜交體在液體培養基之菌絲生長情形

Table 3. The dry weight (g) mycelium of dikaryons in the 100ml liquid medium

雜 交 體 dikaryon	重 複 (duplicate)			平 均 (克) average (g)
	I	II	III	
F 2001×6006	0.8111	0.8391	0.8342	0.8281
F 2001×6015	0.4814	0.4752	0.4886	0.4817
F 2001×6016	0.6704	0.6603	0.6632	0.6646
F 2001×6035	0.5286	0.5414	0.5316	0.5339
F 2001×6036	0.7003	0.7122	0.7077	0.7067
F 2004×6110	0.4007	0.4416	0.4527	0.4317
F 2004×6013	0.3591	0.3342	0.3622	0.3518
F 2004×9039	0.7734	0.7628	0.7724	0.7695
F 2004×9040	0.6536	0.6448	0.6286	0.6423
F 2014×6021	0.7902	0.7829	0.7754	0.7855
F 2045×8002	0.4952	0.4876	0.4551	0.4793
F 2045×8008	0.5190	0.5441	0.5745	0.5459
F 2045×8021	0.7824	0.7764	0.7682	0.7757
F 2045×8029	0.3783	0.3842	0.3775	0.3800
F 2049×8047	0.4226	0.4414	0.4575	0.4405
F 2049×8048	0.4585	0.4851	0.4742	0.4726
F 2077×6006	0.7124	0.7245	0.7015	0.7128
F 8015×8045	0.7190	0.7221	0.7282	0.7231
F V	0.7220	0.7310	0.7086	0.7205



F 2045 × 8021
F × 8015 × 8045
FV
F 2001 × 6035
F 2001 × 6036
F 2001 × 6006
F 2004 × 9039

圖二、不同雜交雙核體在試管之出菇情形

Fig. 2. The fruiting of some different dikaryons grown in artificial medium.



圖三、雜交雙核體 F 2004 × 9039 及 F 8015 × 8045 在木屑瓶之試種出菇情形。

Fig. 3. The fruiting bodies of dikaryons F 2004 × 9039 and × 8015 × 8045 grown in the sawdust medium

三、**試管出菇試驗**：由(-)選出之雜交體18種，接種於大型試管中，配合溫差處理之操作，觀察其在試管之出菇情形。結果顯示僅有12個雜交體及對照 (FV) 可在試管內出菇，而其中僅有 7 個雜交體之菌傘可展開(圖二及表四)，比較本項結果與(二)項結果可知在液體培養基產生大量菌絲之雜交體其產生子實體之能力亦較強。

表四、各雜交體在試管內出菇能力測定

Table 4. The ability of fruiting of dikaryons on the agar medium.

雜 交 體	子 實 體 數 (支) No. of individual			平 均 Average	開 傘 能 力 Cap opened
	I	II	III		
F2001×6006	10	11	10	10.3	不
F2001×6015	9	11	11	10.3	不
F2001×6016	8	8	9	8.3	可
F2001×6035	—	—	—	—	—
F2001×6036	4	4	5	4.3	可
F2004×6110	8	7	8	7.7	不
F2004×6013	—	—	—	—	—
F2004×9039	8	8	9	8.3	可
F2004×9040	4	5	5	4.7	可
F2004×6021	12	11	11	11.3	不
F2045×8002	8	8	7	7.7	不
F2045×8008	—	—	—	—	—
F2045×8021	4	4	3	3.7	可
F2045×8029	—	—	—	—	—
F2049×8047	—	—	—	—	—
F2049×8048	—	—	—	—	—
F2077×6006	8	8	10	8.7	可
F8015×8045	12	12	11	11.7	可

四、**各雜交體在木屑培養基之生長情形**：由於各雜交體最後必須製作成菌種來作為栽培之用，因此其對木屑之腐朽能力極為重要。由前項選拔出菌絲生長量多及可在試管出菇之雜交體共計12個，將之接種於木屑培養基中，結果顯示其間差異不大，僅 F2001×6036 及 F2045×8021 生長勢較弱外，其餘生長勢均強。若用液體培養之菌絲塊作為接種源則其生長速度均較用洋菜塊為強(表五)。

表五、各雜交體在木屑培養基培養18天之生長情形¹

Table 5. The growth rate (cm) of mycelium of 12 dikaryons incubated on sawdust medium for 18 days

雜交體 dikaryon	重 複 duplicate			平 均 average	顯 著 性 ² significant at 1%
	I	II	III		
F 2001×6006	7.8(6.7)	7.6(6.8)	7.8(6.8)	7.7(7.8)	b (b)
F 2001×6015	7.2(6.4)	7.3(6.4)	7.3(6.5)	7.3(6.4)	b (b)
F 2001×6016	8.2(7.3)	8.2(7.2)	8.3(7.4)	8.2(7.3)	a (a)
F 2001×6035	7.5(7.0)	7.5(7.1)	7.6(7.0)	7.5(7.0)	b (a)
F 2001×6036	6.5(5.8)	6.4(5.9)	6.8(5.8)	6.6(5.8)	c (c)
F 2004×9039	7.8(7.0)	7.8(7.1)	7.6(7.0)	7.7(7.0)	b (a)
F 2004×9040	7.6(6.7)	7.6(6.6)	7.8(6.8)	7.7(6.7)	b (b)
F 2014×6021	7.5(6.7)	7.4(6.6)	7.4(6.8)	7.4(6.7)	b (b)
F 2045×8008	7.5(6.8)	7.5(7.2)	7.6(6.6)	7.5(6.7)	b (b)
F 2045×8021	6.0(5.5)	6.2(7.1)	6.1(5.5)	6.1(5.4)	c (c)
F 2077×6006	8.1(7.0)	8.3(6.8)	8.2(7.0)	8.2(6.9)	a (b)
F 8015×8045	8.1(7.3)	8.0(7.2)	8.0(7.0)	8.0(7.2)	a (a)

1. 表中數字為用液體培養菌絲塊接種之生長速度，() 內為用洋菜菌絲塊接種者。

Growth rate (cm) were based on the inoculation of liquid mycelium. () was indicated the inoculation of agar block of mycelium.

2. 小寫部份英文相同者為依鄧肯氏多變域測驗法在 LSD 1% 下不顯著者。

Within columns, mean followed by the same letters are not significantly different ($P=0.01$) according Duncan's multiple range test.

五、木屑培養基之栽培試驗：將12種雜交體與對照 (FV) 製作成菌種，按一般管理方式進行試種。結果發現 F2004×9039 及 F8015×8045 在產量方面優於對照組 (FV)，且其含水量較低，較耐貯存 (圖三)。而每一內裝650公克木屑培養基之塑膠瓶可產生608—1039枝子實體，但其中僅有38—47%可產生正常子實體，其中 F2045×8008 無法正常生長，產量僅有 75g/瓶，是較為特殊的組合。含水量方面，則介於87與91%，當子實體切脚後產量損失為15~24%，因此每瓶之經濟產量為122—169g，其他特性列於表六。

表六、各雜交體之實體特性表

Table 6. Comparison on the characteristics of fruiting bodies of dikaryons

雜交體 dikaryon	產量(克/瓶)* yield (g/bottle)				菌柄** Stalk			展開菌傘** Cap opened		枝數 individual			含水量 (%)	色澤
	不切脚	***切脚	顯著性 1%	損失 比 (%)	長度 (cm)	直徑 (mm)	重量 (g)	直徑 (cm)	重量 (g)	總數	有效	比率 (%)	water cotent	Color
F2001×6006	163	130	c	20	13.2	3.5	0.4549	1.05	0.1621	836	337	40	88.0	白
F2001×6016	160	128	c	20	14.5	3.5	0.6337	0.80	0.1117	608	224	40	88.6	淡黃
F2001×6035	160	133	c	17	12.6	3.5	0.4411	1.15	0.1223	850	340	40	87.6	乳白
F2001×6036	155	122	c	21	13.2	4.0	0.6410	0.80	0.2410	841	344	41	88.5	白
F2004×9039	204	168	a	18	15.5	4.0	0.4340	0.80	0.1215	811	322	40	87.0	白
F2004×9040	155	132	c	15	12.3	3.5	0.3266	1.05	0.2231	855	357	42	88.0	淡黃
F2014×6021	180	152	b	16	12.6	4.0	0.3422	0.90	0.1527	856	334	39	86.0	淡黃
F2045×8008	75	33	d	56	7.1	3.0	0.3517	0.40	0.0595	422	194	46	91.0	褐黃
F2045×8021	165	138	c	16	14.0	3.0	0.5584	0.80	0.1364	642	299	47	87.5	淡黃
F2001×6015	168	138	c	18	14.2	3.5	0.5374	0.86	0.1512	842	370	44	88.4	乳白
F8015×8045	205	169	a	18	16.7	4.0	0.4881	1.10	0.1360	839	355	42	88.0	白
F2077×6006	163	123	c	24	15.0	4.5	0.5518	0.85	0.1315	1039	396	38	89.4	乳白
FV	196	160	b	18	14.2	3.5	0.4998	0.90	0.1751	875	358	41	90.0	乳白

* 產量為20瓶之平均，數顯著性之小寫部份相同者為依郎肯氏多變域法在 LSD1% 下不顯著者。

Data were based on the average of 20 bottles, and within columns, mean followed by the same letters are not significantly different (P=0.01) according Duncan's multiple range test.

** 數字為100個子實體之平均數。

Means of one hundred of fruiting bodies.

*** 切脚時為由基部切去2公分長。

Two centimeter of the stalk from basal position is cutting.

討 論

由不同來源的金針菇品系間之雜交育種，可選別到符合吾人希望之品系，如 F2004×F9039 及 F8015×8045 等。然而一個品系是否可表現出其特性，與栽培技術及菌種製作技術有關。例如環境因子中之光線，金針菇對其感受性高，用 20—30lux 之黃色光即可改善著色問題⁽³⁾，但在完全無光時也不會產生正常子實體^(5,10,11,26,28)。而金針菇對二氧化碳之忍受程度比其他菇類為高，但在濃度達到 5% 時則菌傘不生長而只有柄伸長⁽²⁶⁾。由本試驗得知液體菌種之生長勢強於洋菜菌種，因此未來似可考慮以液體菌種為接種源。金針菇之木屑培養基質仍以杉木及米糠為主，目前業者所使用之配方(杉木屑：米糠 = 3 : 1) 已可符合經濟栽培的目的，然而在生物效率方面，應以突破 250g/瓶為目標。當然出菇所需日數及是否整齊也是經濟栽培時重要的考慮因素，由本試驗可知，各雜交體之出菇採收日數在 58—60 天，與對照無差異，但與永野氏⁽⁸⁾ 等所謂之 45 天左右產量最好有所不同，需進一步試驗。而在整齊度方面，則 F2004×9039 及 F8015×8045 均優於對照組。切脚與不切脚時產量損失約在 15—24%，而並非所有枝體均可成型，其成型之比例為 38—47%，雖然每瓶可產生 608—1039 支的個體。含水量與貯存運送有很大的關係，各雜交體含水量在 86—91%，其中部份低於對照組。金針菇的事業推展，不外品種，栽培技術及市場，而品種佔有極重要的地位，國人喜由日本引入品種的觀

念在短期內不易改正，然必須由本國自行選種育種，才能不受制於人。而市場的需求往往可決定育種或選種的方向，如市場對色白，耐運品系之要求，但未來不知市場所需方向將如何？因此育種選種工作必須不斷進行，以符合需求。在試驗過程中，亦發現一些金針菇病蟲害，如細菌性斑點病及放射菌等對子實體之爲害，另外蟎類對菌種及菌絲培養期之爲害，均是未來影響金針菇生產的重要病蟲害，值得去研究克服。又金針菇之包裝貯存及乾燥保存方法之研究，更可推展金針菇之商品價值，也是日後應努力的工作。

參考文獻

1. 江金標譯。Zadrazil, F 及 G. pump 原著，1974，金針菇之一般栽培技術，中國園藝20（1）：41—43。
2. 楊盛清，仲里正宏譯，松山幸雄原著，1974，金針菇栽培方法簡介。中國園藝20（3）：179—183。
3. 內山虎藏男，1976，白いエノキタケを作る。農耕と園藝卷6：228—230。
4. 白鳥保，1986，エノキタケの良品生産・農耕と園藝卷8：214—217。
5. 衣川堅二郎，1977，エノキタケは完全黑暗中で發芽する。Soc. Japan. 18：353—356。
6. 衣川堅二郎、中木成忠，1984，エノキタケの育種（3）菌絲體生産調節する遺傳子について。近畿大學農學部記要第17號：131—140。
7. 永野正造，大森茂俊，吉田榮一，1983，ヒラタケおよびエノキタケ菌の培養期間について。岩手大學農學部報告16（3）：163—168。
8. 李壁如，衣川堅二郎，1981，エノキタケの育種。1. 檢定系統による優良單核系統の選拔。Trans. mycol. Soc. Japan 22：89—102。
9. 李壁如，衣川堅二郎，1982，エノキタケの育種。2. 羣間交配とそれに續く羣内交配からの選拔結果。Trans. mycol. Soc. Japan 23：177—186。
10. 赤井重恭，1940，エノキタケの子實形成に及ぼす光線の影響。植物及動物8（4）：17—23。
11. 赤井重恭，1940，エノキタケの子實體形成に及ぼす光線の影響。植物及動物8（4）：687—693。
12. 佐佐木堯，1986，キノコのプロトプラスト。遺傳40（6）：15—20。
13. 脇田正二，1961，えのきたけの生化學的研究（第9報）。菌絲體碳水化合物の經時的消長。農化35（7）：690—693。
14. 脇田正二，1961，えのきたけの生化學的研究（第8報）。培養液のリボ核酸分解酵素について。農化35（6）：686—689。
15. 脇田正二，1961，えのきたけの生化學的研究（第10報）。培養液 Polysaccharide の經時的消長。農化35（8）：788—791。
16. 脇田正二，1961，えのきたけの生化學的研究（第11報）。菌絲體にMgNH₄PO₄·6H₂Oの生成する機構について。農化35（8）：792—795。
17. 榮井明，飯島隆志，1981，エノキタケのチアシンとその分解因子について。信州大學農學部記要。18（1）：93—102。
18. 廣井勝，1982，エノキタケの子實體と菌絲の脂肪酸組成について。Trans. mycol. Soc. Japan. 23：85—89。
19. Gruen, H. E. 1969. Growth and rotation of *Flammulina velutipes* fruit bodies and the dependence of stipe elongation on the cap. Mycologia 61：149—166。
20. Gruen, H. E. and S. H. Wu. 1972. Promotion of stipe elongation in isolated *Flammulina velutipes* fruit bodies by carbohydrates, natural extracts, and amino acid. Canadian Journal of Botany 50：803—818。
21. Gruen, H. E. 1976. Promotion of stipe elongation in *Flammulina velutipes* by a diffusate from excised lamellae supplied with nutrients. Can. J. Bot. 54：1306—1315。
22. Gruen, H. E. 1979. Control of rapid stipe elongation by the lamellae in fruit bodies of *Flammulina velutipes*. Can. J. Bot. 57：1131—1135。
23. Gruen, H. E. and W. M. Wong. 1982. Distribution of cellular amino acids, proteins, and total

- organic nitrogen during fruitbody development in *Flammulina velutipes*. I. Growth on sawdust medium. Can. J. Bot. 60 : 1330-1341.
24. Gruen, H. E. and W. M. Wong. 1982. Distribution of cellular amino acids, proteins, and total organic nitrogen during fruitbody development in *Flammulina velutipes* II. Growth on potato-glucose solution. Can. J. Bot. 60 : 1342-1351.
25. Gruen, H. E. 1983. Effects of competition among *Flammulina velutipes* fruitbodies on their growth. Mycologia 75(4) : 604-613.
26. Ingold, C. T. 1980. *Flammulina velutipes*. Transactions of the British Mycological Society 77 : 112-117.
27. Kimura, K. 1954. Diploidisation in the Hymenomycetes. I. Preliminary experiments. Biological Journal of Okayama University 1 : 226-233.
28. Kinugawa, 1977. *Collybia velutipes* can fruit under total darkness. Trans. mycol. Soc. Japan. 18 : 353-356.
29. Takemura, T. 1957. Genetics of *Collybia velutipes*. III. Growth rates of certain strains. Biological Journal of Okayama University 3 : 182-186.
30. Takemura, T. 1961. Genetical studies on Fungi X. The mating system in Hymenomycetes and its genetical mechanism. Biological Journal of Okayama University 7 : 133-211.
31. Wong, W. M. and H. E. Gruen. 1977. Changes in cell size and nuclear number during elongation of *Flammulina velutipes* fruitbodies. Mycologia 69 : 899-913.

Selection of Elite Lines of Winter Mushroom for Cultivation in Taiwan¹

Ying-ming Liao²

Summary

Winter mushroom (*Flammulina velutipes*) is one of the important mushroom in Taiwan. Most of the currently grown lines/strains were introduced from Japan. After a certain period of cultivation, degeneration is commonly observed. This study is aimed at obtaining elite lines/strains of winter mushroom for cultivation in Taiwan. Four groups of monokaryons from Japan and Taiwan were used for intercrossing. 18 out of the 70 dikaryons were with good mycelial growth and fruit-body formation in agar medium. The 18 dikaryons produced between 0.3518 and 0.8281g of dry mycelia in 100ml of liquid medium. In terms of mycelial growth velocity, all dikaryons were faster by using liquid spawn than using agar spawn. Among the 12 dikaryons tested, F2004×9039 and F8015×8045 were with stronger vigor than the others and produced economic yields in sawdust medium. The quality of the fruiting bodies was also quite promising. Water content of the sporophores of the 12 testers were found between 87 and 90%. In each saw-dust bottle, 608 to 1039 needle/individual heads were produced and 38—47% of the needles became normal fruiting bodies. Foot cutting of the fruiting bodies lost 15—24% of the yield. The economic yield or harvested yield per bottle was ranged between 122 and 169g. Appearance of sporophors was found between 58 and 60 days by using liquid spawn. Results of this study indicated that dikaryons F2004×9039 and F8015×8045 can be used in commercial cultivation or used as a breeding material for further improvement. Development or selection of elite hybrids can also be explored to increase the quality and quantity of winter mushroom cultivation in Taiwan.

1. Contribution No. 1465 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant plant Pathologist, Department of Plant Pathology, TARI, Wufeng Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.