

느타리버섯과 사철느타리버섯의 菌株間 및 種間 交配

高昇柱·車東烈·朴容煥

農村振興廳, 農業技術研究所

Intra- and Intermatings among Strains of *Pleurotus ostreatus* and *P. florida*

Seung Joo Go, Dong Yeul Cha and Young Hwan Park

Institute of Agricultural Sciences, Office of Rural Development, Suweon 170, Korea

Abstract: This study was performed to investigate the high yielding potential of *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Quel derived from intermating and intramating of three strains: Local strain, Nonggi 201, and *Pleurotus florida* Eger. All the strains tested were tetrapola mating systems, and hybridable. Intermating system resulted in more fresh sporophores than those from intramating. The highest yield of fresh sporophores of *P. ostreatus* was obtained from Nonggi 201 crossed with *P. florida*, when cultivated on the rice straw substrates.

緒 論

느타리버섯(*Pleurotus ostreatus*)은 潤葉樹枯死木에 自生하는 木材腐朽菌의 一種으로서 우리나라를 비롯하여 全世界에 널리 分布되어 있다. (Chang, 1978) 이 버섯은 맛과 香氣가 좋아 옛부터 食用으로 '利用되어 왔으며, 各種 amino酸이 豊富하고(Kalberer, 1974), 抗癌 및 抗菌力의 效果가 있는 糖類를 含有하고 있어(金 1980) 保健食品으로 認識이 차츰 높아지고 있다.

느타리버섯은 潤葉樹原木을 利用하여 栽培되어 왔으나(李 1960) 栽培期間이 길고 原木의 不足 등으로 近年에는 材料가 豊富한 톱밥(Block, 1959; Hashimoto, 1974), 밀짚(Kalberer, 1974; Zadrazil, 1974), 벚짚(朴 1975, 1977) 등의 農産廢棄物을 利用한 栽培法이 開發되어 느타리버섯 栽培에 새로운 轉機를 마련하였다.

한편 느타리버섯의 遺傳的 特性에 對하여 Vandendries(1933)는 느타리버섯이 四極性 交配形態임을 報告하였고, 그후 Terakawa (1960), Raper (1966)에 의하여 再確認되었다. Eugenio (1968), Anderson(1973)은 느타리버섯이 多數의 因子를 가진 A, B 두개의 四極性임을 밝히고 菌株內交配보다 菌株間 交配에서 子實體生産力이 높았다고 報告하였다. 또한 Eger(1976)

는 美國産의 白色 사철느타리버섯(*Pleurotus florida*)과 獨逸産의 灰色 느타리버섯(*P. ostreatus*)을 交配하여 그 特性을 調査하였으며, 人體에 엘러지를 誘發하는 胞子를 形成하지 않는 無胞子 菌株를 育成하여 느타리버섯 育種에 큰 貢獻을 한 바 있다.

本 實驗은 느타리버섯의 菌絲生長이 빠르고 子實體의 生産性이 높은 菌株를 育成하기 위한 一連의 實驗으로서 지금까지 얻어진 몇가지 結果를 報告하고자 한다.

材料 및 方法

本 實驗에 使用된 母菌株는 農業技術研究所에서 多收性 菌株로 選拔된 農技 201號와 지금까지 우리나라 農家에서 栽培되어 온 既存普及品種, 1976年 獨逸의 Zadrazil (1974)로 부터 導入한 白色 사철느타리버섯(*P. florida*)으로, 먼저 母菌株의 子實體로부터 擔胞子를 採取하였다. 그리고 單胞子는 擔胞子를 殺菌水에 稀釋하여 平板培養地上에 接種한 後 發芽된 것을 顯微鏡下에서 分離하였다. 單一擔胞子 間의 交配 可能與否는 試驗管內에서 1.5cm 間隔으로 對峙培養하여 clamp 形成 有無를 調査하였다.

單胞子 分離用 培地는 water agar를, 菌株의 培養

및 保存은 감자 寒天培地(potatoes 20g, sugar 20g, agar 20g)에서, 種菌 製造는 톱밥培地(潤葉樹톱밥 7:米糠 3V/V:水分70%)를 使用하였으며 交配菌株의 菌絲生長은 벗질을 分碎하여 水分을 70%로 調節한 다음 直徑이 2.5cm되는 試驗管에 넣어 殺菌한 培地에 接種하여 25°C에서 16日間 培養하였고, 子實體의 生産力 檢定은 벗질을 培地로한 本 研究所의 標準栽培方法(朴 1975)으로 栽培하여 調査하였다.

結果 및 考察

母菌株의 子實體로 부터 22~27個의 單一擔孢子를 分離한 다음 菌絲形態가 均一하고 生長이 迅速한 7~14 個의 菌叢을 選擇하였다. 各 單孢자의 極性을 調査하기 위하여 菌株內 交配로 單孢子 間에 組合을 形成하여 對峙接種한 다음 接合部의 菌絲體를 顯微鏡下로 옮겨 clamp를 調査하였다. 이때 clamp가 形成된 것은 +로 없는것은 -로 表記하였으며 그 結果는 Table I, II 및 III과 같다.

Table I은 農技 201號의 單一擔孢子 間 交配結果로서 孢子 番號 1~5(I)과 6~9(II)間에 clamp를 形成하였으며, 孢子 番號 9~11(III)은 12~14(IV) 孢자와 clamp를 形成하여 農技 201號는 典型的인 四極性交配 形態를 갖추고 있었다. 따라서 1~5, 6~9 孢자의 極性을

A₁B₁, A₂B₂로 9~11과 12~14 孢자의 極性을 A₁B₂, A₂B₁으로 定하였다. 다만 單孢子 4, 5番은 9, 10, 11番과 6, 7, 8番 單孢자는 14番 單孢자와 接合이 되어 A 因子를 共有하는 結合 形態를 보여주었다.

Table II는 既存 普及品種의 單一擔孢子 間交配結果이며, Table III은 사철느타리 버섯의 交配 結果로서 모두 農技 201號의 交配形態와 同一한 樣相이었다.

菌叢類에 있어서 二核化된 菌絲體는 clamp를 形成하며 느타리버섯 및 사철느타리버섯이 四極性 交配形態를 갖추고 있음은 이미 몇몇 學者(Vandendries 1933, Terakawa 1960, Eger 1976)에 依하여 이미 報告된 바, 本實驗에서도 느타리버섯 農技 201號, 既存普及品種 및 사철느타리버섯 모두 典型的인 四極性 交配 形態를 갖추고 있었다. 다만 農技 201號의 單一擔孢子 4, 5番과 9, 10, 11番等의 境遇와 같이 極性이 다름에도 接合이 되었던 것은 A 및 B 因子 中 1個의 因子를 兩側의 1核菌絲가 共有하여 結合한 것으로 보여진다. 이러한 共有結合은 Raper (1966)에 依하여 菌叢類에서 最初로 觀察되었으며, Eugenio(1968), Anderson(1973)은 느타리버섯에서 共有結合을 發見한 바 있다. 農技 201號, 既存普及品種 및 사철느타리버섯의 境遇 A, B 共有結合 中에서 모두 A 共有結合으로서 兩菌絲體의 接合部에 凹面現狀은 觀察할 수 없었다.

Table IV는 農技 201號, 既存普及 品種 및 사철느타

Table I. The pairings of 14 mono basidial sporous cultures of *P. ostreatus*, Nonggi 201.

Spore number	I					II			III			IV		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I	1	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	+	+	+	(+)	(+)	(+)	-	-	-
	5	-	-	-	-	+	+	+	(+)	(+)	(+)	-	-	-
II	6	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	(+)
	7	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	(+)
	8	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	(+)
III	9	-	-	-	(+)	(+)	-	-	-	-	-	+	+	+
	10	-	-	-	(+)	(+)	-	-	-	-	-	+	+	+
	11	-	-	-	(+)	(+)	-	-	-	-	-	+	+	+
IV	12	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-
	13	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-
	14	-	-	-	-	-	(+)	(+)	(+)	+	+	+	-	-

+ : clamp formation (+) : common A pairings - : no clamps

Table II. The pairings of 14 mono basidial sporous cultures of *P. ostreatus*, a local strain.

Spore number	I					II					III		IV		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
I	1	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	(+)	(+)
	4	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	(+)	(+)
II	5	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
III	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	
IV	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	
	13	-	-	(+)	(+)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	
	14	-	-	(+)	(+)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	

+ : clamp formation (+) : common A pairings - : no clamps

Table III. The pairings of 7 mono basidial sporous cultures of *P. florida*.

Spore number	I			II		III	IV	
	1	2	3	4	5	6	7	
I	1	-	-	+	+	+	-	-
	2	-	-	+	+	+	-	-
II	3	+	+	-	-	-	-	-
	4	+	+	-	-	-	-	(+)
	5	+	+	-	-	-	-	(+)
III	6	-	-	-	-	-	-	+
IV	7	-	-	-	(+)	(+)	+	-

+ : clamp formation (+) : common A pairings - : no clamps

리버섯 間의 菌株間 交配形態를 調査하기 위하여 各菌株마다 4極을 代表하는 單一擔孢子 菌絲를 選定한 後 12個의 單一擔孢子를 交配하여 clamp 有無를 調査한 結果이다. Table IV에서 보는 바와 같이 各 菌株間에는 모두 clamp를 形成하였다.

느타리버섯은 自然狀態에서 적어도 63個의 A因子와 190個의 B因子가 存在하여 (Eugnio 1968) A 및 B의 結合이 $63 \times 190 = 11,970$ 의 交配形態를 가질 수 있다. 이와 같은 因子는 버섯 發生의 環境과 거리 等에 依하여 發生되며 環境이 다르고 거리가 멀수록 因子가 다른 것이 形成될 可能性이 높다. (Anderson 1973) 本實

驗에서 菌株 間 交配가 可能한 것은 各 菌株가 서로 다른 A, B 因子를 가지고 있다고 볼 수 있으며 이들 菌株는 發生環境과 發生地域이 判異하다고 追跡할 수 있다. 다만 지금까지 分類學的으로 定着하지 못한 사철느타리버섯 (*P. florida*)이 느타리버섯 (*P. ostreatus*) 農技 201號 및 既存普及品種과 交配가 된 것은 形態에 따라 區分하기 困難한 兩種을 同定하는데 主要한 要因이 되며, Eger (1979)의 見解와 같이 사철느타리버섯을 느타리버섯과 同一種으로 보는 것이 妥當하다고 하겠다.

以上の 結果를 基礎로 하여 菌絲生長과 子實體 生産力이 높은 交配形態 및 交配菌株를 選拔하고자 各 母

Table IV. Results of interstock pairings of mono basidial sporous cultures derived from three isolates of *Pleurotus ostreatus* Nonggi 201, the local strain and *P. florida*.

		Local strain				<i>P. florida</i>			
		A ₃ B ₃	A ₄ B ₄	A ₃ B ₄	A ₄ B ₃	A ₅ B ₅	A ₆ B ₆	A ₅ B ₅	A ₆ B ₆
Nonggi 201	A ₁ B ₁	+	+	+	+	+	+	+	+
	A ₂ B ₂	+	+	+	+	+	+	+	+
	A ₁ B ₂	+	+	+	+	+	+	+	+
	A ₂ B ₁	+	+	+	+	+	+	+	+
Local strain					A ₃ B ₃	+	+	+	+
					A ₄ B ₄	+	+	+	+
					A ₃ B ₄	+	+	+	+
					A ₄ B ₃	+	+	+	+

+: clamp formation

Table V. Mycelial growth of intra-and inter-stocks dikaryons derived from three isolates of *P. ostreatus* in column test with rice straw substrates.

		Mycelial growth (mm)					
Parental monokaryons		Intra-mating stocks			Inter-mating stocks		
		N	L	F	N×L	N×F	L×F
1		49	48	48	49	50	58
2		45	46	46	41	46	43
3		36	12	12	50	48	40
4		37	49	49	51	41	42
5		31	18	18	48	51	42
Average growth		40	39	35	48	47	42

N: *P. ostreatus*, Nonggi 201 L: *P. ostreatus*, a local strain F: *P. florida*

菌株로부터 分離選拔된 單狀核의 菌絲를 菌株內 및 菌株間 交配로 區分하여 交配菌株를 育成하였으며, 이들 交配菌株의 菌絲生長 및 子實體 生産力을 比較한 結果는 Table V, VI과 같다.

Table V는 各 交配菌株의 菌絲生長 結果에서 菌株內 交配菌株의 菌絲生長은 農技 201號(N), 既存普及品種(L), 사철느타리버섯(F) 順이었으며 菌株間 交配에서는 農技 201號와 既存普及品種(N×L)을 交配할 때 48mm/16日로 가장 빨랐으며, 다음이 農技 201號와 사철느타리버섯을 交配 (N×F)한 것이고, 既存品種과 사철느타리버섯을 交配(L×F)할 때 가장 늦었다. 交配形態別로는 菌株間 交配가 菌株內 交配보다 優秀하였으며, 菌株內 交配가 母菌株의 菌絲生長보다 多小 늦은 反面 菌株間 交配는 多小 빨랐다. 菌絲生長이 菌株內 交配보다 菌株間 交配에서 빨랐던 것은 交雜에 依한

서로 다른 環境에서 發生된 遺傳因子가 結合되므로 環境에 對한 適應力이 擴大되는 等の 利點이 있기 때문 이라고 생각된다.

Table VI은 子實體의 生産力을 나타낸 것으로 菌株內 交配에서 各 交配菌株의 子實體 收量을 比較하면 사철느타리버섯이 1,781g/0.25m²으로 가장 높았고 다음이 農技 201號였으며 既存普及品種이 가장 低調하였다. 菌株間交配에서는 農技 201號와 사철느타리버섯을 交配할 때 子實體收량이 가장 높았으며, 다음이 既存普及品種과 사철느타리버섯을 交配한 것이고, 農技201號와 既存普及品種間에 交配한 것이 가장 낮았다. 交配形態別로는 菌株內 交配보다 菌株間 交配에서 收량이 높았으며 特히 農技 201號와 사철느타리버섯을 交配할 境遇 母菌株인 農技 201號보다 높은 生産力을 가진 菌株를 얻을 수 있었다. 그러므로 多收性菌株의 育

Table VI. Yield of fresh sporophores of intra-and inter-stocks dikaryons derived from three isolates of *P. ostreatus* in a tray with rice straw substrates.

Parental monokaryons	Fresh weight (g/0.25m ²)					
	Intra-mating stocks			Inter-mating stocks		
	N	L	F	N×L	N×F	L×F
1	577	1097	1070	1137	1550	1465
2	1783	450	1943	1543	2617	1897
3	1533	580	1670	1470	2840	1807
4	213	—	440	2107	2303	2160
Average yields	1027	709	1781	1564	2327	1832

N: *P. ostreatus*, Nonggi 201 L: *P. ostreatus*, a local strain F: *P. florida*

成은 多收性 母係로부터 얻은 單胞子를 交配 하므로 可能하다고 생각한다. 交配 菌株에 있어서 菌絲生長과 子實體收量間에 一定한 相關이 없었던 것은 이들을 支配하는 遺傳因子는 다를 것이라고 한 Wang (1972)의 見解를 뒷받침한 結果라고 볼 수 있다.

以上の 結果를 綜合하면 느타리버섯 農技 201號 및 既存普及品種, 사철느타리버섯은 四極性交配形式을 가지고 있으며 이들 菌株間에는 交配가 可能하였고 交配形式에 있어서 菌株間交配는 菌株 內交配보다 菌絲生長이 빠르고 子實體收量도 높았다. 特히 多收性菌株들인 農技 201號와 사철느타리버섯의 胞子를 交配한 菌株에서 子實體收量이 그들 母菌株보다 높은 菌株를 얻을 수 있었다.

摘 要

1. 느타리버섯 農技 201號, 既存普及品種, 사철느타리버섯은 四極性 交配形式을 가지고 있으며 各 菌株間에는 交配가 可能하였다.
2. 菌株間 交配菌株는 菌株內 交配菌株보다 菌絲生長이 빠르고 子實體 收量도 높았다.
3. 多收性인 느타리버섯 農技 201號 및 사철느타리버섯의 1核 菌絲體를 交配할 때 子實體 收量이 가장 높았다.

References

Anderson, N.A., S.S. Wang and J.W. Schwandt. (1973): The *Pleurotus ostreatus-sapidus* species complex. *Mycologia* 95:28~35.
 Block, S.S., G. Tsao and C. Han. (1959): Experi-

ments in the cultivation of *Pleurotus ostreatus*. *Mushroom Science* 4:309~329.
 Chang, S.T., and W.A. Hayes (1978): *The biology and cultivation of edible mushrooms*. Academic press (N.Y.)
 Eger, G., Eden, G. and E. Wissig. (1976): *Pleurotus ostreatus* breeding potential of a new cultivation mushroom. *Theoretical and Applied Genetics* 47: 155~163.
 Eger, G., Li, S.F. and H.L. Lara (1979): Contribution to the discussion on the species concept in the *Pleurotus ostreatus*. *Mycologia* 71:577~588.
 Eugenio, C.P., and N. Anderson (1968): The genetics and cultivation of *Pleurotus ostreatus*. *Mycologia* 60:627~634.
 Hashimoto, K. and Z. Takahushi (1974): Studies on the growth of *Pleurotus ostreatus*. *Mushroom Science* 9:585~593.
 Kalberer, P.P. (1974): The cultivation of *Pleurotus ostreatus* experiments to elucidate the influences of different culture condition on the crop yield. *Mushroom Science* 9:653~661.
 Kalberer, P.P. and U. Kunsch (1974): Amino acid composition of the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Lebensm-wiss, U. Technol.* 7:242~244.
 Raper, J.R. (1966): *Genetics of sexuality in higher fungi*, Ronald Press.
 Terakawa, H. (1960): The incompatibility factors in *Pleurotus ostreatus*. *Sci. Pap. Coll. Gen. Edu. Univ. Tokyo.* 10:65~71.
 Vandendries, R. (1933): De la valeur du barrage

- sexuel comme criterium dans l'analyse spore tetrapolaire de Basidiomycete: *Pleurotus ostreatus*. *Genetica* 15:202~212.
- Wang, S.S. and N.A. Anderson (1972): A genetic analysis of sporocarp production in *Pleurotus sapideus*. *Mycologia* 64:521~528.
- 金炳珪(1980): 高等菌類의 藥効成分 韓, 日, 菌學심포지움(2).
- 朴容煥, 高昇柱, 金東秀(1975): 벗짚을 利用한 느타리버섯 栽培에 關한 研究. 第1報 培地材料에 關한 試驗, 農事試驗研究報告 17輯: 103~107.
- 朴容煥, 高昇柱, 張鶴吉(1977): 벗짚을 利用한 느타리버섯 栽培에 關한 研究 第2報. 培地 熱處理에 關한 試驗, 農事試驗研究報告 19輯 93~97.
- 朴容煥, 張鶴吉, 高昇柱(1977): 느타리버섯(*Pleurotus ostreatus*) 栽培에 있어서 培地量 및 種菌培植量이 子實體 收量에 미치는 影響, 韓國菌學會誌 5卷 1~5.
- 李泰秀(1960): 미루나무버섯의 人工栽培와 菌絲發育에 對한 實驗的 考察. 忠北大學校 論文集 1卷 10~16.

<Received February 28, 1981>