

계통간 교잡에 의한 느타리 품종 '청'의 육성 및 그 특성

유영복* · 이상철 · 정원순 · 장갑열 · 공원식 · 정종천 · 오세종 · 전창성

농촌진흥청 농업과학기술원 응용미생물과

Characterization of a new variety 'Chung' by intra-specific hyphal anastomosis in *Pleurotus ostreatus*

Young Bok Yoo, Sang Cheol Lee, Won Soon Jung, Kab Yeul Jang, Won Sik Kong,
Jong Chun Cheong, Se Jong Oh and Chang Sung Jhune

Applied Microbiology Division, National Institute of Agricultural Science and Technology, Rural Development Administration
441-707, Korea

ABSTRACT : The Oyster mushroom is saprophytic fungus. The pileus is stemmed at the side and later depressed. It grows to 5-15 cm, and is of grey, grey-lilac, blackish-grey, steel grey, grey-brown, and blue-blackish. Various kinds of Oyster mushrooms such as golden, pink, brown, grey, white, and blue make marketing an interesting challenge depending upon the market niche.

A new commercial strain " Chung " of oyster mushroom was developed by hyphal anastomosis. It was improved with hybridization between monokaryotic strain derived from *Pleurotus ostreatus* ASI 2194 and ASI 2487. The pileus of parental strain ASI 2194 and ASI 2487 was grey and light blue-grey, respectively. Most of intra-specific hybrids between strain ASI 2194 and ASI 2487 were showed similar pileus color of parents. By the way, the pileus color of variety 'Chung' was blue to bluish grey. The optimum temperatures of mycelial growth and fruiting body development was 25~30°C and 12~16°C, respectively.

KEYWORDS : Commercial strain, Oyster mushroom, Variety Chung, Intra-specific hyphal anastomosis, Blue to Bluish grey fruiting body, *Pleurotus ostreatus*

느타리버섯류는 전 세계 대부분 지역에서 자생하는 버섯으로 양송이, 표고 다음으로 많이 재배되고 있다. 우리나라에서는 느타리버섯류가 가장 많이 재배되고 있는데 2003년에 느타리버섯류가 44.2%를 차지하였으며(유 등, 2005), 2005년에는 큰느타리(새송이) 재배면적의 급증으로 거의 50%에 이른다.

세계적으로 재배되고 있는 느타리버섯류에는 느타리, 사철느타리, 여름느타리, 큰느타리, 노랑느타리, 분홍느타리, 전복느타리 등이 있으며(Zadrazil, 1978; Stamet, 1993), 우리나라 뿐만 아니라 모든 대륙에 자생하는 것으로 알려져 있다. 유사종으로는 *P. columbinus*, *P. salignus*, *P. spodoleucus* 가 있으며, *P. ostreatus*와 *P. columbinus*는 서로 중간 화합성이다(Zervakis and Balis, 1996).

하지만, 느타리버섯류의 종 분류체계는 아직도 명확하지 않은데(Hilber, 1989; Buchanan, 1993), 이러한 가장 큰 이유는 자실체 형태를 기준으로 하는 전통적인 분류방법과 유전자 분석을 통한 분자생물학적인 방법에 다소 차이가 있고, 자실체의 형태가 채집시기와 장소에 따라 색깔과

형태가 다양하게 변화되며, 또한 중간 근사접합으로 교잡에 의한 화합성 여부도 영향을 주기 때문이다.

느타리는 자실체의 색이 회색이 대부분이며 옅은 회색, 짙은회색, 흑회색 등이 일반적이며 간혹 청회색도 있다. 기존 느타리의 색보다는 아름다운 청색 또는 짙은 청회색 느타리를 개발하였다. 이러한 청색은 노랑, 분홍, 백색 등과 시각적으로 아름다운 버섯으로 상품 판촉이나 식품 개발이 이루어진다면 각광받을 품종으로 기대된다. 본 논문에서는 국내최초의 청색을 나타내는 느타리 품종인 '청'의 육성 과정과 주요 특성을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

균주 및 배양

품종 '청' 육성 실험에 사용된 균주는 느타리 *P. ostreatus* 2균주 ASI 2487과 ASI 2194이다. 이외에 대조균주는 *P. ostreatus* ASI 2477을 사용하였다. 균주 배양, 담자포자 발아 등에 사용된 배지는 버섯완전배지 (MCM mushroom complete medium; Raper et al., 1972)로 그 구성 성분은 Dextrose 20g, MgSO₄ · 7H₂O 0.5g, KH₂PO₄ 0.46g,

*Corresponding author: <ybyoo@rda.go.kr>

K2HPO4 1.0g, Yeast extract 2g, Peptone 2g, Agar 20g, 증류수 1000 mL(ml)이다. 공시균주는 버섯완전배지에 접종하여 25℃ 항온기에서 배양하였다.

단포자 분리 및 교배형 검정

단포자 발아 분리는 유 등(2006)의 방법에 따라 사용하였다. 공시된 균주의 자실체로부터 멸균 샐레에 담자포자를 채취하였다. 멸균수를 이용하여 수집된 담자포자를 여러 농도로 희석하고, 버섯완전배지에 스프레더(spreader)를 이용하여 도말하였다. 독립적으로 발아한 포자를 살균된 백금으로 떼어내어 새로운 배지에 옮겨 배양하였고, 배양된 균사를 현미경하에서 꺾쇠연결체(clamp connection) 유무를 확인 한 후 꺾쇠연결체가 없는 단핵균주만 선발하였다. 선발된 단핵체를 사용하여 임의교배를 실시하고 교배형을 정하였다.

계통간 교잡 및 교잡체 (hybrid) 특성 검정

버섯완전배지에 두 단핵체를 1-2cm 간격으로 대치배양하여 2 균주가 접합된 부위에 꺾쇠연결체 형성 유무를 현미경으로 관찰하여 꺾쇠연결체가 형성된 것을 교잡체로 선발하였다. 자실체 특성 검정은 단핵체 자실체 유도에서 사용한 것과 동일하게 850ml PEP병에 톱밥배지(포플라 톱밥 80% + 미강 20%, v/v)를 충전한 후 121℃에서 90분간 멸균하여 균사체를 접종한 후 25℃ 정온실에서 배양하였다. 배양이 완료된 후 균굽기를 실시하였고 마개를 제거한 상태로 생육실에 이동하여 자실체를 유도하였다. 19~24℃에서 빛을 조사하면서 자실체를 생육시켜 성숙되었을 때 자실체 특성을 조사하였다(유 등, 2006).

결과 및 고찰

육성경위

2002년부터 2004년까지 농업과학기술원 응용미생물과에 보존중인 균주에 대하여 균총 및 자실체 특성검정을 하였다. 2005년에 2487과 2194 교잡주를 56개를 얻어 특성을 검정하였다.

이들 중 갓에 청색을 나타내는 우수한 계통 Po 2005-4121을 선발하고, 2007년에 확대재배를 실시하여 농작물 직무육성 신품종 선정심의회에서 '청'으로 명명되었다(Fig. 1).

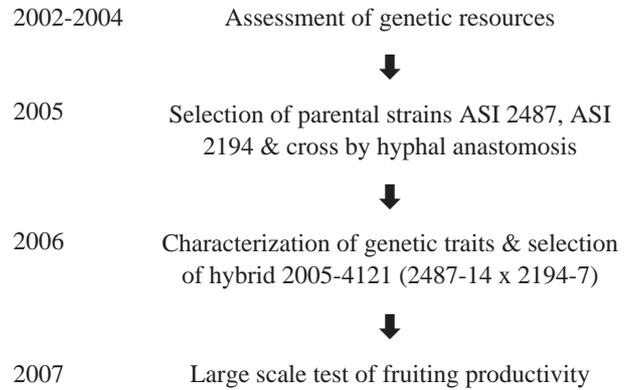


Fig. 1. The pedigree of new commercial strain 'Chung' in *P. ostreatus*.

계통간 교잡 및 자실체 특성

모균주 ASI 2487 등 5개 균주를 이용하여 3개 교잡 조합 166개 교잡주를 만들어 그 특성을 조사하였다(Table 1). 가장 특이한 것은 조합별로 각 교잡주 1개씩 3개 교잡주가 회색이 아닌 청색 자실체를 발생하였다. 자실체 형태는 다른 교잡주와 동일하였으며 자실체 수량에도 큰 차이가 없었다. 이러한 청색 자실체는 흔하게 발생하는 것이 아니고 가끔 발생하는데 여기서 선발된 것은 아주 균일하면서 짙은 청색을 나타내었다.

자실체 생산력은 수차례 검정하였는데 초기 수량 검정에서 모균주에 비하여 교잡주의 자실체 수량이 다소 높거나 비슷하였다. 하지만 여기서 청색을 나타내는 05-4121은 수량이 양친에 비해 다소 낮게 나타났다. 수량은 모균주 ASI 2487이 병당 149g, 2194가 124g인데 비해 청색 교잡주는 111g으로 나타났다. 다른 청색 교잡주도 수량이 높은 편은 아니었다. 하지만 대의 굵기는 양친보다 다소 굵으며 개체중도 다소 높은 편이다. 생육일수는 2194에 비해 많이 소요되나 2487과 유사하였다(Table 2).

신품종 '청'의 주요 특성

고유특성

균사 생장 적온은 25~30℃이며 버섯 원기형성 및 발생 온도는 12~16℃이었다. 갓 색깔은 청색으로 다발성이 강하다. 이 버섯은 자연 상태에서 여름철을 제외한 봄부터 가을까지 재배가 알맞은 특성을 가지고 있다. 하지만 여름철 고온기의 인위적인 생육환경 제어가 없는 자연의존형 재

Table 1. Intra-specific hybridization among some strains by hyphal anastomosis in *P. ostreatus*

Cross combination	No. hybrid	Characteristics of hybrid
ASI 2487 × 2194	56	Fruiting body of 1 hybrid of them were blue to blue-grey
ASI 2194 × 2344	39	Fruiting body of 1 hybrid of them were blue-grey
ASI 2183 × 2344	71	Fruiting body of 1 hybrid of them were blue-grey

Table 2. Characteristics of intra-specific hybrids and parents in *P. ostreatus*

Strain	Cross combination	Fruiting growth (day)	No. carpophore/bottle	Fruiting yield (g/bottle)	Pileus(mm)			Stipe(mm)		Weight of carpophore (g)	Color of pileus
					Width	Length	Thickness	Diameter	Length		
05-4121	2487 x 2194	37	29 ± 5	111 ± 15	50 ± 1	46 ± 3	13 ± 1	11 ± 2	34 ± 9	10.2	Blue-grey
05-824	2194 x 2344	36	35 ± 6	123 ± 13	46 ± 6	41 ± 6	12 ± 0	9 ± 2	32 ± 6	7.0	Blue-grey
04-236	2183 x 2344	36	25 ± 5	123 ± 14	47 ± 2	40 ± 2	12 ± 1	10 ± 1	41 ± 11	10.7	Blue-grey
ASI 2183		35	31 ± 7	145 ± 9	48 ± 1	43 ± 3	12 ± 0	11 ± 2	39 ± 9	13.0	Grey
ASI 2194		34	37 ± 7	124 ± 11	50 ± 2	43 ± 1	12 ± 1	9 ± 1	32 ± 9	7.7	Blackish-grey
ASI 2344		36	25 ± 4	135 ± 21	49 ± 3	41 ± 2	11 ± 1	10 ± 2	41 ± 4	9.2	Blackish-grey
ASI 2477		34	29 ± 7	110 ± 13	50 ± 2	43 ± 2	12 ± 1	11 ± 0	39 ± 9	8.7	Grey-brown
ASI 2487		37	25 ± 6	149 ± 20	48 ± 6	38 ± 4	12 ± 1	9 ± 1	37 ± 4	9.3	Blackish-grey

배에서는 자실체의 발생이 어렵고 품질이 떨어지는 경향을 나타내므로 온도 등 환경조절에 의한 재배가 필수적이다. 재배온도가 너무 낮으면 자실체의 고유색인 청색이 나타나지 않는 경향이 있으며, 어릴 때 질은 청색이다가 성숙할수록 색깔이 얼어지는 경향이다. 따라서 다른 버섯에 비하여 다소 어릴 때 수확하여야 한다(Table 3, Fig. 2).

가변특성

감자배지와 버섯완전배지에서 균사를 배양 한 결과 감자배지에서 생장이 빠르고 20-25℃보다 30℃에서 양호하였다. 이러한 현상은 대조구인 흑진주와는 다른 경향이었다(Table 4). 일반적으로 느타리는 버섯완전배지에서 감자배지보다 생육이 더 양호하다. 이러한 현상은 모균주 2487과 유사한 경향이었다. 2종류 primer URP2, URP3를 이용하여 새로운 품종 '청'과 모균주에 대한 DNA profile을 분석한 결과 대조구인 흑진주와는 다소 구분되었고, 양친주의 밴드 중 2487과 유사한 것으로 나타났다(Fig. 3).

자실체 수량성

최종 선발한 2005-4121의 확대재배 시험을 3회 실시하였다. 수량은 95~111g 으로 나타나 평균 102.7±12g이었다. 대조구 흑진주가 92.7g 으로 나타나 교잡주가 흑진주보다 10% 수량이 높게 나타났다. 다른 유전형질인 균배양 일수와 생육일수는 대조구에 비해 더 소요되었다(Table 5).

농업과학기술원에서 1989년에 원형느타리 품종을 개발 보급하여 아직도 농가에서 재배되고 있다. 이 품종 육성 시 원형질체 융합으로 얻은 체세포잡종에 대한 자실체 생산량을 검정하여 양친균주를 100으로 볼 때 체세포 잡종이 40.5~152.7로 나타나 수량성이 아주 높은 품종을 개발하여 보고하였다(유 등, 1993). 또한 임성 단핵체를 이용하여 계통간 교잡시 모균주 집단의 자실체 수량지수를 100으로 하였을 때 임성체간 교잡체 집단은 105, 비임성간 교잡체 집단은 86으로 나타났다. 몇 개 조합에서는 아주 높게 생산량이 증가하였는데 ASI2194 × 2344 조합은 59.95%, ASI2194 × 2730 조합은 27.39%, P1982 ASI2504 조합은 22.43% 양친균주보다 자실체 수량이 증수되는 것으로 나타났다(유 등, 2006). 노랑느타리의 계통간 교잡주의 경우는 모균주보다 자실체 수량이 크게 증가되지 않는 경향이었는데 가장 높은 2006-3015계통이 13.4% 높은 것으로 나타났다(유 등, 2006). 분홍느타리의 교잡주 수량은 두 모균주의 수량과 유사한 것으로 조사되어 잡종강세 현상은 크게 나타나지 않았다. 여기서도 양친에 비하여 수량은 양친과 유사하거나 다소 낮았다. 이러한 경향은 수량을 고려하지 않고 청색에 중점을 두어 선발한 결과로 사료된다. 청색이 아닌 회색 교잡주는 양친에 비해 수량이 증가하는 경향이었다.

재배상 유의점

느타리 품종 '청'은 자실체 갖의 색깔이 청색~청회색이다.

Table 3. Inherent characteristics of commercial strain 'Chung' in *P. ostreatus*

Strain	Optimum temperature of mycelial growth (°C)	Temp. primordia formation & development (°C)	Color of pileus	Shape of pileus	Stature type
Po2005-4121	25 ~ 30	12 ~ 16	blue ~ blue-grey	uplifted	lateral attached
Hukjinju(2477)	25 ~ 30	15 ~ 17	grey-brown	uplifted	lateral attached



Fig. 2. Morphology of fruiting body of commercial new strain 'Chung'. upper : hybrid 2005-4121, lower : from left parental *P. ostreatus* ASI 2487 and 2194

Table 4. Mycelial colony growth of commercial strain 'Chung' on the different media and temperature

Strain	Mycelial colony growth(mm/7days)					
	PDA			MCM		
	20℃	25℃	30℃	20℃	25℃	30℃
Po 2005-4121	28.2 ± 1.6	61.7 ± 4.0	53.5 ± 4.8	24.3 ± 2.2	57.8 ± 4.8	49.7 ± 2.7
<i>P. ostreatus</i> 2477	25.3 ± 6.3	57.2 ± 2.9	39.8 ± 4.3	30.8 ± 2.5	53.0 ± 9.3	54.5 ± 10.2
<i>P. ostreatus</i> 2487	20.8 ± 3.2	37.7 ± 4.5	35.0 ± 2.3	17.8 ± 2.6	36.7 ± 2.7	34.5 ± 2.5
<i>P. ostreatus</i> 2194	31.0 ± 1.8	61.3 ± 6.4	71.3 ± 2.0	32.0 ± 3.2	65.8 ± 4.4	75.7 ± 5.9

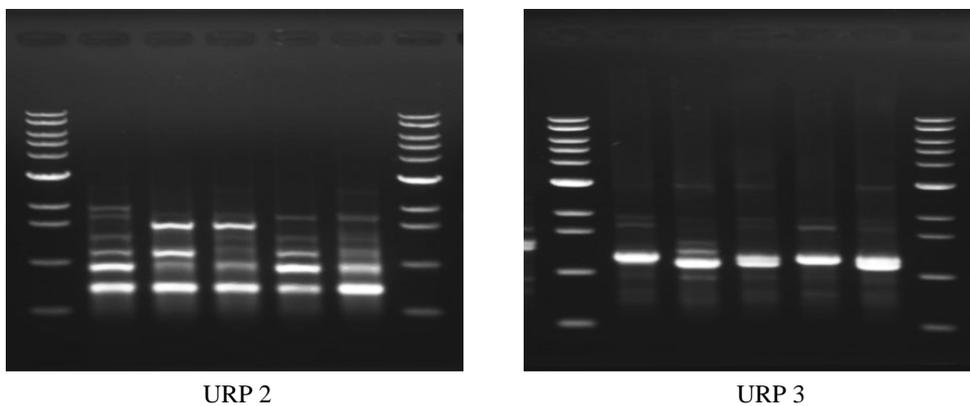


Fig. 3. PCR fingerprinting of new commercial strain 'Chung' using Primer URP2 and URP3. From left marker(1kb plus DNA ladder), *P. ostreatus* 2194, 2487, Po2005-4121. Hukjinju, 05-415.

Table 5. Fruiting body yield of commercial strain 'Chung'

Strain	Spawn run (day)	Growth of fruiting (day)	Fruiting yield (g/850ml)	Yield index
Po2005-4121	24 ± 2	36	102.7 ± 12	110.8
Hukjinju(2477)	22 ± 2	33	92.7 ± 14	100

이러한 색깔은 온도가 12~16℃일때 잘 나타나며 온도가 다소 높을수록 더욱 선명하다. 하지만 온도가 낮아질수록 청색이 균일하지 않으므로 주의를 요한다. 또한 어릴수록 청색이 선명하고 성숙될수록 색깔이 얼어진다.

적 요

느타리버섯류의 새로운 품목을 개발하기 위하여 느타리 계통간 교잡으로 청색 느타리를 개발하였다. 단포자를 분리하고 균사접합 방법을 이용하여 느타리 4개 계통에 의한 3개 교잡조합으로 166개의 교잡주를 육성하였다. 이 중에서 2487 × 2194, 2194 × 2344, 2183 × 2344의 교잡주 166개중에서 조합별로 각 1개의 청색 자실체 교잡주가 나타났다. 이들 중 청색 특성이 우수한 2487과 2194 교잡주 Po 2005-4121호를 선발하여 새로운 품종 '청'을 육성하였다.

주요 특성으로 균사배양 최적온도는 25 ~ 30℃, 버섯발생 및 생육온도는 12~16℃ 원기형성을 위하여 저온처리가 필요하며 여름철을 제외한 봄부터 가을까지 재배하기에 적합한 품종이다. 자실체의 갓 색깔은 청색에서 청회색이며 자실체 형태는 다발형으로 기존 느타리종의 품종과 동일하다. 균사체 배양기간을 포함한 생육일수는 37일로 2487계통과 유사하다. 자실체 형태는 깔때기형이며 유효경수는 병당 29개, 대굵기는 11mm로 다른 느타리 종에 비해 다소 굵고, 개체중은 10.2g 으로 갓이 보통이고 수량은 병당(850ml) 102.7 ± 12g 이다. 생육온도를 13-16℃로 유지하여야 자실체의 갓색을 청색으로 유지할 수 있으며, 고품질의 버섯을 생산할 수 있다. 특히 최근에 색깔이 다양한 웰빙 식품이 각광을 받음에 따라 버섯의 칼러화가 요구되고 있다. 이러한 청느타리는 시각적 효과가 뚜렷하여 버

섯요리 개발과 판촉행사 등에 유용하게 이용될 수 있을 것으로 기대되며, 궁극적으로는 새로운 버섯의 수요 창출로 농가소득에 이바지 하게 될 것이다.

인용문헌

- Buchanan, P. K. 1993. Identification, names and nomenclature of common edible mushrooms. In Mushroom Biology and Mushroom Products, pp. 21-32, ed. S.T. Chang, J. A. Buswell & S. W. Chiu. The Chinese University Press.
- Hilber, O. 1989. Valid, invalid and confusing taxa of the genus *Pleurotus*. Mushroom Science (part II) 241-248.
- Raper CA, Raper JR, and Miller RE (1972) Genetic analysis of the life cycle of *Agaricus bisporus*. Mycologia 64 : 1088-1117.
- Stamet, P. 1993. Growing gourmet and medicinal mushroom. Ten Speed Press.
- Zadrazil, F. 1978. Cultivation of *Pleurotus*. In The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms, pp. 521-558, ed. S.T. Chang, & W. A. Hayes. Academic Press.
- Zervakis, G. and Balis, C. 1996. A pluralistic approach in the study of *Pleurotus* species with emphasis on compatibility and physiology of the European morphotaxa. Mycol. Res. 100(6): 717-731.
- 유영복, 공원식, 오세종, 정종천, 장갑열, 전창성. 2005. 버섯 과학과 버섯산업의 동향. 2005. 한국버섯학회지 3: 1-23.
- 유영복, 공원식, 장갑열, 김인엽, 오세종, 전창성. 2006. 노랑느타리 품종 '금빛'의 특성. 한국버섯학회지 4(3): 83-87.
- 유영복, 김인엽, 공원식, 장갑열, 오세종, 전창성. 2006. 느타리 단핵 임성체를 이용한 균주개발. 한국버섯학회지 4(2): 48-52.
- 유영복, 유창현, 차동열. 1993. 원형질체 융합에 의한 느타리 버섯속의 품종개발. 한국균학회지. 21(3): 200-211.