

계통간 교잡에 의한 분홍느타리 품종 “노을”의 육성 및 그 특성

유영복* · 공원식 · 장갑열 · 김인엽 · 오세종 · 전창성
농촌진흥청 농업과학기술원 응용미생물과

Characterization of a new commercial strain “Noeul” by intra-specific hyphal anastomosis in *Pleurotus salmoneostramineus*

Young-Bok Yoo*, Won-Sik Kong, Kab-Yeul Jang, In-Yeup Kim, Se-Jong Oh and Chang-Sung Jhune

Applied Microbiology Division, National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA 441-707, Korea

ABSTRACT : All intra-specific hybrids among ASI 2172 x 2104, 2172 x 2307, 2186 x 2172 and 2186 x 2307 in *P. salmoneostramineus* produced pink fruiting bodies as like wild parental types. However, three hybrids of them between ASI 2186 and 2104 were white fruiting bodies.

A new commercial strain "Noeul" of Pink Oyster mushroom was developed by intra-specific hyphal anastomosis. It was improved with hybridization between monokaryotic strain derived from ASI 2172 and ASI 2104. The optimum temperature of mycelial growth and fruiting body development were 25~30°C and 19~24°C, respectively. The pileus was bright reddish pink. Commercial strain "Noeul" was as prolific as the more commonly cultivated *Pleurotus ostreatus* in the conversion of substrate mass to mushrooms using bottle cultivation. Mushroom cultivator can save money for mushroom growing on summer in Korea. Mushrooms should be picked when moderately young, and handled carefully so as to not bruise the brilliantly colored gills. This pink color makes marketing an interesting challenge depending upon the market niche.

KEYWORDS : Commercial strain, Pink Oyster mushroom, Noeul, Intra-specific hybridization, White fruiting body, *Pleurotus salmoneostramineus*

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 여러 가지 종이 있다. 여기에는 느타리, 사철느타리, 여름느타리, 큰느타리, 노랑느타리, 분홍느타리, 전복느타리 등이다(Zadrazil, 1978; Stamet, 1993).

느타리버섯류의 종 분류체계는 아직도 명확하지 않는 경우가 있다(Hilber, 1989; Buchanan, 1993). 이러한 가장 큰 이유는 전통적인 분류방법인 자실체 형태를 기준으로 하는 것과 분자생물학적인 방법으로 하는 것들이 다소 차이가 있기 때문이며, 또한 중간 균사접합으로 교잡에 의한 화합성 여부도 영향을 주기 때문이다.

분홍느타리는 느타리버섯속에 속하고 대표종이 *Pleurotus djamor*이며 유사한 종으로는 *P. flabellatus*, *P. ostreatoroseus*, *P. salmoneostramineus*, *P. euosmus* 가 있다. *P. djamor*, *P. salmoneostramineus*, *P.*

*ostreatoroseus*는 서로 중간 화합성이다(Neda et al., 1988; Arias, et al., 1991; Peterson & Hughes, 1993). 우리나라에서는 자생하지 않으며 유럽을 제외한 모든 대륙의 열대 및 아열대지역에서 자생하는 버섯이다(Zervakis and Balis, 1996).

분홍느타리는 자실체의 갓 및 대 모두가 분홍색을 띠는 마치 활짝 핀 꽃을 보듯 아름다운 버섯이다. 우리나라에서는 아직 품종이 보급되지 않아 거의 재배가 되지 않고 있으며, 자실체의 색깔이 분홍색으로 기존 느타리 버섯과는 뚜렷한 차이가 있으며 최근의 웰빙붐과 식품의 시각적 즐거움을 고려해 상품 관측이나 식품 개발이 이루어진다면 각광받을 품종으로 기대된다. 본 논문에서는 국내최초의 분홍느타리 품종인 “노을”의 육성 과정과 주요 특성을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

균주 및 배양

품종 “노을” 육성 실험에 사용된 균주는 분홍느타리 *P. salmoneostramineus* 2균주로 ASI 2172와 ASI 2104이다. 이외에 분홍느타리 2307, 2186이 사용되었고 대조구

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

로는 *P. sajor-caju* ASI 2070을 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, K₂HPO₄ 1.0g, Yeast extract 2g, Peptone 2g, Agar 20g, 증류수 1000ml이다. 공시균주는 버섯완전배지에 접종하여 25℃ 항온기에서 배양하였다.

단포자 분리 및 교배형 검정

단포자 발아 분리는 유 등 (2006)의 방법에 따라 사용하였다. 자실체로부터 멸균 샐리에 담자포자를 채취하여 곧바로 사용하였다. 담자포자를 멸균수에 현탁하여 버섯완전배지에서 발아하였다. 발아된 단포자분리주를 1개씩 샐리에 옮겨 현미경으로 격쇠연결체 (clamp connection) 유무를 확인하여 없는 것만 선발하여 사용하였다. 선발된 단핵체로 임의교배하여 교배형 4종류를 정하였다.

계통간 교잡 및 교잡체 (hybrid) 특성 검정

버섯완전배지에 두 단핵체를 1-2cm 간격으로 접종 후 배양하여 2 균주가 접합된 부위를 현미경으로 격쇠연결체 형성 유무를 확인하였으며 격쇠연결체가 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℃서 90분간 멸균하여 균사체를 접종한 후 25℃ 정온실에서 배양하였다. 배양이 완료된 후 균굽기를 실시하였으며 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 2172 x 2104, 2172 x 2307, 2186 x 2104, 2186 x 2172, 2186 x 2307 교잡주를 각 조합 당 25개씩 얻어 특성을 검정하였다. 이들 중 ASI 2172와

ASI 2104 교잡주에서 가장 우수한 Pss 2006-420을 선발하고 2006년에 확대재배를 실시하여 농작물 직무육성 신품종 선정심의회에서 “노을”로 명명되었다(Fig. 1).

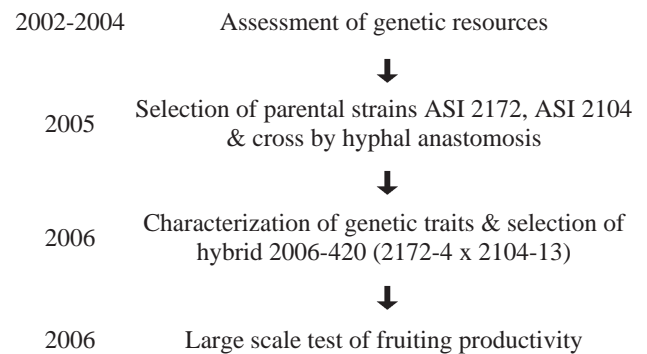


Fig. 1. The pedigree of new commercial strain “Noeul” in *P. salmoneostramineus*.

계통간 교잡 및 자실체 특성

모균주 ASI 2072 등 4개 균주로 5개 교잡 조합 125개 교잡주를 만들어 그 특성을 조사하였다 (Table 1). 가장 특이한 것은 ASI 2186과 2104의 교잡주 25개 중에서 3개 교잡주가 분홍색이 아닌 옅은 백색 자실체를 발생하였다. 자실체 형태는 다른 교잡주와 동일하였으며 자실체 수량에도 큰 차이가 없었다. 이러한 백색 자실체는 이미 팽이에서도 선발되어 품종으로 전 세계에 재배되고 있다 (Kitamoto 등, 1993). 뿐만 아니라 느타리에서도 간혹 백색 변이체가 발생되어 유전연구에 이용되기도 하였다 (Arita, 1974).

자실체 생산력은 수차례 검정하였는데 초기 수량 검정에서 모균주에 비하여 교잡주의 자실체 수량이 다소 높았다. 125개의 교잡체를 조사하였는데 양친의 2균주가 수량에 다소 차이가 있다. 따라서 교잡주도 그 변이가 다소 심한 편이었으며 수량도 높으면서 자실체 색깔을 중시하여 선발하였다. 분홍색이 맑은 동일한 색으로 이루어진 균주를 선발하였다. 어떤 균주는 분홍색에 옅은 암갈색이 다소 나타나는 특성을 가지고 있었고 온도나 재배 환경에 따라 흑갈색이 많아지기도 하였다. 수량은 모균주 ASI 2171가 병당 111.3, 2104가 78.7, 2307이 112.5, 2186이 87.2g인

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

Cross combination	No. hybrid	Characteristics of hybrid
2172 x 2104	25	Fruiting body of all hybrids were pink
2172 x 2307	25	Fruiting body of all hybrids were pink
2186 x 2104	25	Fruiting body of 3 hybrids of them were white
2186 x 2172	25	Fruiting body of all hybrids were pink
2186 x 2307	25	Fruiting body of all hybrids were pink

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

Strain	Cross combination	Fruiting growth (day)	No. carpophore /bottle	Fruiting yield (g/bottle)	Pileus(mm)		Stipe(mm)		Weight of carpophore (g)	color of pileus
					Dimeter	Thickness	Diameter	Length		
06-420	2172 x 2104	8	47±3	102.2±8.2	43.3±2.9	2.7±0.3	11.3±0.6	33.7±6.0	3.5	Dark pink
06-105	2186 x 2104	7	34±2	95.0±5.0	46.3±5.5	3.5±0.9	11.7±1.5	34.7±7.6	4.0	Pink
06-101	2186 x 2104	7	26±6	81.8±14.1	43.7±0.6	3.5±0.9	10.7±1.2	39.3±1.2	4.2	Pink
06-122	2186 x 2104	7	31±4	96.0±14.1	41.7±2.9	1.8±0.6	7.7±1.5	38.0±2.0	3.7	White
06-102	2186 x 2104	9	48±7	112.3±6.0	47.0±1.0	2.3±0.3	8.3±0.6	27.0±5.2	3.3	Pink
06-417	2172 x 2104	7	46±10	107.6±7.6	41.7±4.7	2.3±0.3	9.3±1.2	31.3±7.6	3.2	Pink
06-108	2186 x 2104	8	41±11	97.9±5.8	42.3±1.5	2.2±0.8	9.0±1.0	29.3±5.0	3.3	Pink
06-419	2172 x 2104	7	48±5	95.6±6.8	49.0±2.6	1.5±0.5	8.3±2.3	21.0±1.7	4.2	Pink
06-414	2172 x 2104	9	49±4	95.4±7.2	45.7±2.1	2.2±0.3	11.3±1.2	39.3±1.2	3.7	Pink
06-408	2172 x 2104	8	32±6	95.2±8.0	42.7±2.5	2.7±0.3	10.7±0.6	22.3±4.0	3.5	Pink
06-110	2186 x 2104	10	33±3	94.8±4.0	44.0±4.6	2.3±0.3	10.7±1.2	32.0±8.2	4.0	Pink
06-109	2186 x 2104	9	48±3	93.3±6.5	46.7±0.6	2.7±0.6	11.0±1.0	36.7±2.9	4.5	White
06-124	2186 x 2104	8	56±7	89.5±5.7	48.7±1.2	1.5±0.5	6.7±0.6	28.3±4.7	3.2	White
06-119	2186 x 2104	10	45±2	89.2±14.3	44.3±2.9	3.5±0.5	13.3±1.2	41.0±1.0	4.5	Pink
06-425	2172 x 2104	8	45±9	87.8±10.5	46.0±1.7	2.0±0.5	13.7±0.6	32.0±7.2	3.7	Pink
06-118	2186 x 2104	10	33±3	85.9±14.0	47.3±2.1	3.0±0.0	9.7±0.6	39.7±3.2	4.7	Pink
06-104	2186 x 2104	10	44±7	85.7±9.3	41.7±2.1	1.7±0.8	10.0±1.0	35.0±5.0	3.0	Pink
06-116	2186 x 2104	8	37±9	80.5±9.6	45.0±5.6	3.0±0.0	12.3±0.6	40.0±5.0	4.7	Pink
06-313	2186 x 2307	9	34±3	73.7±5.8	49.0±1.0	2.3±0.3	7.3±0.6	29.0±5.6	0.4	Pink
2307		9	54±6	112.5±9.6	44.0±1.0	2.0±0.9	7.7±0.6	31.7±7.6	3.5	Pink
2172		8	44±3	111.3±4.7	46.3±3.2	2.5±0.5	8.3±0.6	29.3±1.2	4.0	Pink
2186		9	47±4	87.2±11.9	44.3±3.1	3.0±0.0	10.7±0.6	34.7±8.7	4.3	Pink
2104		9	29±4	78.7±10.3	44.3±3.1	2.8±0.3	8.7±0.6	25.7±1.5	3.8	Pink
2070		5	9±2	66.0±12.9	46.0±1.0	2.7±0.3	12.0±1.0	45.3±5.0	7.0	Dark brown

데 비해 교잡주는 73.7–112.3g으로 나타났다. 이들 중에서 최종 선발한 교잡주 2006–420은 수량이 높은 편이면서 자실체 색깔이 진분홍색으로 아주 맑은 색깔을 나타내었다 (Table 2).

신품종 “노을”의 주요 특성

고유특성

균사 생장 적온은 25~30℃이며 버섯 원기형성 및 발생 온도는 19~24℃이었다. 갓 색깔은 분홍으로 다발성이 강하다. 이 버섯은 자연 상태에서 늦봄부터 이른 가을까지 재배가 알맞은 특성을 가지고 있다. 하지만 여름철 고온기의 인위적인 생육환경 제어가 없는 자연의존형 재배에서는 자실체의 품질이 떨어지는 경향을 보였다. 자실체 갓이 질겨지는 특성이 있으므로 정해진 배지에서 재배하여야 하며 다른 버섯에 비하여 다소 어릴 때 수확하여야 한다 (Table 3, Fig. 2).

가변특성

감자배지와 버섯완전배지에서 균사를 배양 한 결과 버섯 완전배지에서 생장이 빠르고 20–25℃보다 30℃에서 양호하였다. 이러한 현상은 대조구인 여름느타리에서도 동일한 경향이었다 (Table 4). 2종류 primer를 이용하여 새로운 품종 '노을'과 모균주에 대한 DNA profile을 분석한 결과 대조구인 여름느타리와는 뚜렷하게 구분되었고, 양친주의 밴드를 모두 가지는 것으로 나타났다 (Fig. 3).

자실체 수량성

최종 선발한 2006–420의 확대재배 시험을 5차례 실시하였다. 수량은 86.0–113.9g로 나타나 평균 102.3g이었다. 대조구 여름느타리가 69.5g으로 나타나 분홍 교잡주가 여름느타리보다 47% 수량이 높게 나타났다. 다른 유전형질인 균배양 기간, 생육일수는 대조구와 거의 차이가 없었다 (Table 5). 여기서 2균주의 수량이 낮게 나타난 것은

Table 3. Inherent characteristics of commercial strain “Noeul” in *P. salmoneostramineus*

Strain	Optimum temperature of mycelial growth(°C)	Temp. primordia formation & development (°C)	Color of pileus	Shape of pileus	Stature type
Pss 2006-420	25 ~ 30	19 ~ 24	bright reddish pink	uplifted	lateral attached
<i>P. sajor-caju</i> 2070	25 ~ 30	20 ~ 25	beige to grey-brown	uplifted	lateral attached

**Fig. 2.** Morphology of fruiting body of commercial new strain “Noeul”. upper : hybrid 2006-420, lower : from left parental *P. salmoneostramineus* ASI 2172 and 2104**Table 4.** Mycelial colony growth of commercial strain “Noeul” on the different media and temperature

Strain	Mycelial colony growth(mm/7days)					
	PDA			MCM		
	20°C	25°C	30°C	20°C	25°C	30°C
Pss 2006-420	17.8 ± 1.0	41.3 ± 3.8	42.2 ± 4.5	19.7 ± 1.2	49.7 ± 4.8	37.2 ± 3.4
<i>P. sajor-caju</i> 2070	20.5 ± 2.0	41.0 ± 0.9	49.7 ± 3.1	20.2 ± 1.3	42.7 ± 1.2	49.2 ± 5.0

Table 5. Fruiting body yield of commercial strain “Noeul”

Strain	Spawn run (day)	Growth of fruiting (day)	Fruiting yield (g/850ml)	Yield index
Pss 2006-420	32 ± 5	8	102.3 ± 10.3	147
<i>P. sajor-caju</i> 2070	32 ± 5	9	69.5 ± 7.4	100

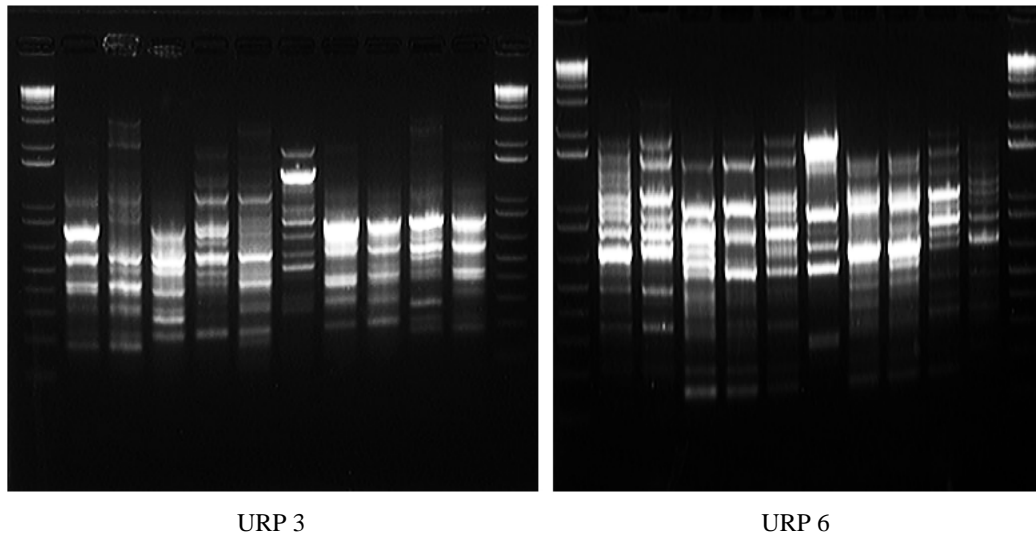


Fig. 3. PCR fingerprinting of new commercial strain “Noeul” using Primer URP3 and URP6. From left marker (1kb plus DNA ladder), *P. salmoneostramineus* 2172, 2172-4, 2104, 2104-13, Pss 06-420, *P.sajor-caju* 2070, Pss 06-101, Pss 06-105, Pss 06-122, 2186

재배 배지를 수량정보보다 자실체가 질겨지지 않는 배지에 초점을 맞추어 재배한 때문이다. 앞으로 자실체가 부드러우면서 수량성이 증가할 수 있는 배지개발이 필요하다고 생각된다.

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 높은 생산량이 증가하였는데 ASI2194 x 2344 조합은 59.95%, ASI2194 x 2730 조합은 27.39%, P1982 x ASI2504 조합은 22.43% 양친균주보다 자실체 수량이 증수되는 것으로 나타났었다 (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). 여기서 분홍느타리의 교잡주 수량은 두 모균주의 수량과 유사한 것으로 조사되어 잡종강세 현상은 크게 나타나지 않았다. 이러한 경향은 두 모균주의 유전적 유사성이 높은 데에 기인하는 것으로 사료된다.

재배상 유의점

분홍느타리는 자실체의 육질이 현재 품종으로 시판되고 있는 다른 버섯에 비해 질긴 편이다. 시장의 수요를 높이고 소비자의 이질감을 줄이기 위해서는 이러한 질긴 성질을

줄여 부드러운 상태로 재배하는 것이 요구된다. 배지의 종류나 성분에 따라 자실체의 질긴 정도가 달라졌는데 반드시 미루나무 톱밥 80%와 미강 20%를 혼합한 톱밥배지에서 재배하여야 하며 다소 어릴때 수확하는 것이 좋다. 고온에 재배가 가능하지만 고품질을 유지하기 위해서는 19–20℃ 정도로 낮은 온도에서 재배 하는 것이 유리하다. 특히 담자포자가 많이 비산되는 성질이 있으므로 자실체가 완전히 성숙되어 포자가 비산되기 전에 수확하는 것이 재배자의 포자 알레르기를 줄이는 방법이다. 자실체가 성숙되어 분홍색으로 되고 더 진행될수록 노화되면서 자실체는 열은 살색으로 변화된다.

적 요

느타리버섯류의 새로운 품목을 개발하기 위하여 고온기에 재배하기 알맞은 분홍느타리 품종을 개발하였다. 단포자를 분리하고 군사접합 방법을 이용하여 분홍느타리 4개 계통에 의한 5개 교잡조합으로 125개의 교잡주를 육성하였다. 이 중에서 2186 x 2104의 교잡주 25개중에서 3개의 백색 자실체 교잡주가 나타났다.

특성이 우수한 2172와 2104를 교잡하여 수량이 높고 색깔 등 품질이 우수한 Pss 2006–420호를 선발하여 새로운 품종 '노을'을 육성하였다. 주요 특성으로 군사배양 최적온도는 25℃~30℃, 버섯발생 온도는 19~24℃, 자실체 생육온도는 19~24℃로 원기형성을 위하여 저온처리가 필요하지 않으며 여름철을 중심으로 늦봄부터 이른 가을까지 재배하기에 알맞은 품종이다. 자실체의 갓 색깔은 분홍색이며 자실체 형태는 다발형으로 기존에 보급되지 않은 새로운 종의 품종이다. 군사체 배양기간은 30–35일이며

균굽기 후 초발이소요일수는 3~5일, 생육일수는 5~10일로 온도가 높을수록 단축된다. 자실체 형태는 깔때기형이며 유효경수는 병당 47개, 대굽기는 11.3mm로 다른 느타리 종에 비해 가늘고, 개체중은 3.5g으로 갓이 얇고 수량은 병당 (850ml) $102.2 \pm 8.2g$ 이다. 품질을 높게 하려면 재배온도를 19-22℃로 다소 낮은 생육온도에서 관리하는 것이 좋다. 재배 배지가 달라지거나 자실체가 너무 크게 생육하면 질겨지는 경향이 있고 담자포자의 비산량이 많은 편이다.

기존의 다른 느타리와는 달리 자실체 색깔이 분홍색으로 꽃과 같이 아주 아름답다. 특히 최근에 색깔이 다양한 웰빙 식품이 각광을 받음에 따라 버섯의 칼러화가 요구되고 있다. 이러한 분홍느타리는 시각적 효과가 뚜렷하여 버섯우리 개발과 관측행사 등에 유용하게 이용될 수 있을 것으로 기대되며, 궁극적으로는 새로운 버섯의 수요 창출로 농가 소득에 이바지 하게 될 것이다.

참고문헌

- 유영복, 공원식, 오세중, 정종천, 장갑열, 전창성. 2005. 버섯 과학과 버섯산업의 동향. 2005. 한국버섯학회지 3: 1-23.
- 유영복, 공원식, 장갑열, 김인엽, 오세중, 전창성. 2006. 노랑느타리 품종 '금빛'의 특성. 한국버섯학회지 4(3): 83-87.
- 유영복, 김인엽, 공원식, 장갑열, 오세중, 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.
- Arias, A., Soto-Velazco, C. and Guzman-Davalos, L. 1999. Obtencion de cepas de *Pleurotus* spp. por apareamiento dimonocarion yiscultivo en bagazo de maguey tequilero. In Memoirs, IV Congreso Nacionalie Micoogia, Tlaxcala, Mexico.
- Arita, 1974. Genetic study on white fruit-bodies of *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kummer. Rept. Tottori Mycol. Inst. (Japan) 11: 58-68.
- Hilber, O. 1982. Die Gattung *Pleurotus* (Fr.) Kummer. Bibliotheca Mycologica 87: 1-448. J. Cramer.
- Hilber, O. 1989. Valid, invalid and confusing taxa of the genus *Pleurotus*. Mushroom Science (part II) 241-248.
- Kitamoto, Y., Nakamura, M. and Masuda, P. 1993. Production of a novel white *Flammulina velutipes* by breeding. In Genetics and Breeding of Edible Mushrooms, pp. 65-86. Eds. S. T. Chang, J. A. Buswell & P. G. Miles. USA: Gordon and Breach Science Publishers.
- Neda, H., Furukawa, H. and Migayi, T. 1988. Two *Pleurotus* species from Okinawa. Proceeding of the 32nd Annual Meeting of the Mycological Society of Japan.
- Peterson, R. H. and Hughes, K. W. 1993. Intercontinental interbreeding collections of *Pleurotus pulmonarius*, with notes on other species. Sydowia 45: 139-152.
- 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.