

## 큰느타리(새송이)버섯 “애린이5” 품종육성

박보경<sup>1</sup>·김민근<sup>1</sup>·김희대<sup>1</sup>·정완규<sup>1</sup>·하재영<sup>1</sup>·최용조<sup>1</sup>·이상대<sup>1</sup>·신평균<sup>2</sup>·류재산<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>경상남도농업기술원

<sup>2</sup>농촌진흥청 원예특작과학원 버섯과

## Breeding of *Pleurotus eryngii*, “Aeryni 5”

Bokyung Park, Min-Keun Kim, Hee Dae Kim, Wan-Kyu Joung, Jae Young Heo, Yong Jo Choi, Sang Dae Lee, Pyng-Gyun Shin, and Jae-San Ryu\*

<sup>1</sup>Environment-friendly Division, Gyeongsangnam-do Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-360, Korea

<sup>2</sup>Mushroom science division, NIHHS, RDA, Eumseong, 369-873, Korea

**ABSTRACT:** To breed a new Korean *Pleurotus eryngii* cultivar with high quality and yield, single crosses between 24×46 and KNR2539 were performed, and a new cultivar, 6×13, was selected based on the days to harvest (14.6 days), quality (7.2), and yield (85.9 g/850 cc bottle). The strain was named Aeryni 5 and cultivated on a large scale at the mushroom farms to compare with Keuneutari 2ho. The yield of Aeryni 5 (82.2 g) was 122.7% of Keuneutari 2ho, and the quality of the new cultivar was 7.7 while reference cultivar was 6.3. The yield and quality of the two cultivars were statistically different. The lightness of the pileus of Aeryni 5 (61.7) was greater than that of Keuneutari 2ho by 3.4 points; thus, the pileus of Aeryni 5 looked brighter. PCR with URP2 was used to discriminate between Aeryni 5 and Keuneutari 2ho.

**KEYWORDS:** King oyster mushroom, *Pleurotus eryngii*, Breeding, Aeryni 5, single cross

### 서 론

큰느타리버섯(*P. eryngii*)은 맛과 향이 뛰어나고 대가 단단하여 저장기간이 긴 특징을 가지고 있다(Ryu *et al.*, 2015). 또한, 에르고스테롤(Jang *et al.*, 2011)이나 간암세포를 억제하는 활성을 지닌 다당류(Kawai *et al.*, 2014), 항산화활성, 항염증효과(Lin *et al.*, 2014), Angiotensin converting enzyme 저해활성(Kang *et al.*, 2003), 그리고 프로바이오틱 활성(Synytsya *et al.*, 2009) 등의 기능성 물

질이 함유되어 건강식품으로써 주목받아 왔다. 국내생산량은 47,814(2014)톤으로 2005년 이래로 안정세를 보이고 있다(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2014특용작물생산실적, 2015). 전체 농산버섯 생산량 182,561톤의 26.2%를 차지하고, 수출량도 4,755톤, 15,588천불(2015)에 달하는 우리나라 대표 버섯품목중의 하나이다(Korea Agricultural Trade Information, <http://www.kati.net/>).

한편, 일본에서는 39,644톤이 생산되어 일본내 버섯품목 중 5위(Forestry agency Japan, <http://www.maff.go.jp/e/>)를 기록 하였고, 중국의 경우 1,075,000톤(2014)이 생산되어 세계 최대의 생산국이다(KATI, <http://www.kati.net/>). 큰느타리버섯의 소비가 늘어감에 따라 소비자나 생산자에 맞는 다양한 품종개발이 요구되고 있다. 그동안 몇몇 품종이 육종되어 보고되었는데, 조생성이 강화된 새송이1호(Im *et al.*, 2012a), 갓모양이 우수한 애린이(Im *et al.*, 2012b), 환경내성이 강하고 다수확 품종인 애린이3(Im *et al.*, 2013), 저발이 특성을 가져서 숙음 작업을 경감시켜주는 단비(Kim *et al.*, 2012), 고온적응성이 우수한 태양송이(Im *et al.*, 2014), 저장성이 우수한 단비5호(Lee *et al.*, 2016), 그리고 송아(Shin *et al.*, 2011), 곤지3호(Ha *et al.*, 2011), 곤지8호(Ha *et al.*, 2013), 새곤지(Ha *et al.*,

J. Mushrooms 2016 September, 14(3):94-99  
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2016.14.3.94>  
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853  
 © The Korean Society of Mushroom Science

\*Corresponding author  
 E-mail : coolmush@korea.kr  
 Tel : +82-55-254-1353, Fax : +

Received September 12, 2016  
 Revised September 28, 2016  
 Accepted September 30, 2016

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Table 1.** Morphological and fruiting characteristics of the crossed hybrids between monokaryon of 24×46 and KNR2539 at 20°C

Hybrid name	Rate of pinheading <sup>a</sup>	Length (mm) of fruit body	Dia. of stipe (mm)	Dia. of pileus (mm)	Yield (g/bottle)	Quality <sup>b</sup>	Pileus color (L)	Period for harvest <sup>c</sup>	
1	17	1.3	124.2	28.1	47.1	75.4	6.2	76.1	18.3
2	3	2.4	103.6	29.6	57.1	73.6	6.2	61.4	14.6
2	6	1.4	84.1	27.8	58.6	52.5	4.5	65.0	14.9
2	12	1.5	92.3	34.0	63.9	73.4	6.0	56.2	15.5
2	13	2.0	92.8	27.8	59.0	61.3	5.3	60.7	13.2
2	14	1.8	107.2	32.6	53.7	70.6	6.2	64.5	15.4
2	20	2.3	104.1	28.9	58.1	73.4	6.4	54.3	14.6
3	20	1.4	100.3	26.6	49.9	59.2	4.9	63.9	15.6
6	13	1.7	120.3	31.2	54.1	85.9	7.2	59.8	14.6
8	15	2.3	88.9	33.3	47.8	64.5	5.5	60.1	16.9
9	5	1.0	116.2	27.8	49.6	78.8	6.4	69.3	15.9
9	8	1.2	106.4	31.3	57.3	78.1	6.8	65.1	15.3
9	18	1.1	85.7	39.2	41.8	72.3	5.2	69.7	17.3
10	16	2.4	93.0	28.4	51.2	61.4	5.3	62.7	16.6
11	15	0.8	98.9	33.4	41.8	63.1	5.3	57.1	16.7
14	6	0.9	103.0	29.6	52.8	63.9	5.9	68.7	16.6
17	2	1.5	88.9	39.8	63.1	86.3	6.2	55.8	15.2
17	20	1.3	91.8	38.9	40.9	82.5	5.5	69.6	17.5
17	16	1.7	101.6	36.8	45.6	85.6	6.5	63.2	17.5
24 <sup>d</sup>	46	1.3	108.3	27.9	48.7	67.2	5.7	55.4	16.6
KNR2539	3.4	99.3	28.7	59.3	69.3	6.4	57.8	16.1	
Keuneutari No. 2	1.9	109.6	29.4	56.3	77.4	6.8	66.4	17.4	

<sup>a</sup> Pinheading number, 1(few)-4(many).<sup>b</sup> 9-point rating scale (Ryu *et al.*, 2006).<sup>c</sup> Days for harvest from removing old media.<sup>d</sup> KNR2510 × 새송이1호 -24 × 46

2014), 설송(Shin *et al.*, 2013)등이 품종보호 혹은 특허등록 되었다. 하지만, 아직도 국내에 재배되는 큰느타리버섯 품종의 대부분은 큰느타리2호인 것으로 조사되었는데 (Shin *et al.*, 2011), 이 품종의 우수함에도 기형갓, 공발생의 문제가 발생되었고, 갓끝이 얇아 유통 중 갓이 손상되는 일이 잦아 소비자와 농업인의 불만이 제기되어 왔다 (Im *et al.*, 2012b).

본 보고서에서는 농업인과 소비자가 선택할 수 있는 품종의 선택폭을 넓이기 위하여 단핵균사의 교배를 통하여 수확량이 많고 고품질인 새로운 품종을 육성하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 시험균주 및 배양

본 실험에 사용한 육종 모본으로 경상남도농업기술원 버섯연구실에서 수집하거나 육성한 계통을 사용하였고 (Table 1), 대조품종으로는 큰느타리2호를 사용하였다. 육종모본으로 갓색이 짙고 길이가 긴 육종 중간모본 24×46 과 중소형 길이와 조생성을 지닌 KNR2539를 사용하였다. MCM(mushroom complete media)배지를 사용하여 25°C에서 계대배양하며 사용하였고, 필요시 4°C에 저장하였다. 장기보존을 위하여 균사가 만연한 MCM배지를 1×1 cm로 잘라서 살균된 미네랄오일에 넣어 4°C에 보관하였다.

### 단포자 채취 및 교배

단포자의 채취는 이전에 보고된 방법(Lim *et al.*, 2012b)에 근거하여 수행하였고, 육종모본인 KNR2539와 24×46 각 계통별로 단포자를 채취하여 발아시킨 후 100개씩 단

핵균사를 분리하여 그중 20개를 무작위로 선택하여 교배에 사용하였다. 각 계통의 단핵균사가 만연된 MCM배지를 메스를 이용하여 1×1 cm 크기로 잘라서 페트디쉬의 중앙부분에 서로 맞닿도록 치상한 후 25°C에 배양하여 두 균주의 균사가 충분히 섞인 후에 대치부분에서 1~2 cm 떨어진 곳의 배지를 반달모양으로 잘라내고, 다시 2~3일 배양한 후 페트디쉬바닥으로 자란 균사를 광학현미경(400×)으로 관찰하여 꺾쇠연결(clamp connection)이 형성된 균주만 MCM 배지로 옮겨서 25°C에 배양하였다.

**배양 및 생육 조사**

배양 및 생육조건은 기존의 방법(Ryu *et al.*, 2007)의 방법에 준하여 실시하였으며, 톱밥종균 대신 균사가 만연된 MCM 배지조각 5개를 고압살균한 배지(포플러:미강:밀기울=75.0:12.5:12.5, 부피비)에 접종하고, 온도 20°C, 상대습도 65%, CO<sub>2</sub> 1,500 ppm 이하의 배양실에서 35일간 배양시켰다. 배양 후 발이를 유도하기 위하여 균꺾기를 실시하여 종균과 기존배지를 깊이 1 cm가량 제거한 후 배양병 입구방향이 생육실의 바닥으로 향하도록 엎어 두었다. 습도는 초음파가습기(Duru Co., Korea)로 발이까지 90%, 숙기까지(자실체크기 2.5~3 cm 정도) 85%, 숙기 후 수확기까지 80%로 유지하였다. 온도는 균꺾기부터 수확시까지 20°C를 유지하였다. CO<sub>2</sub>조건은 버섯이 발이 될 때까지 1,000 ppm 이하, 발이가 완료되면 최대 1,500 ppm이하로 맞추어 생육환경을 조성하였다.

자실체의 크기가 1.5~2.0 cm 정도 생육하였을 때 가장 건실한 자실체 1개만 남기고 나머지는 살균된 칼로 제거하였다. 자실체의 갓이 충분히 개산되기 직전에 수확하여 기저부의 균괴를 제거한 후 길이, 갓색도, 갓직경, 대직경, 무게, 수확소요일수를 측정하였다(Ryu *et al.*, 2006). 품질은 본 연구실의 숙련된 평가원이 9점 측정법을 사용하여 9(좋음)~1(나쁨)의 순서로 평가하였다(류 등, 2006). 색도는 색차계(Minolta, Japan)를 사용하여 갓 윗부분을 3번 측정하여 L(명도)값으로 표시하였다. 각 교배조합 당 4반복(병)하여 접종하여 생육실험을 하고, 이들 중 수확소요일, 무게, 품질, 색상, 외형을 기준으로 우수계통을 선발하여 16반복(병) 실시하고 이후 2-3계통을 농가실증시험 하였다. 분산분석(ANOVA)은 R 통계패키지(Team, 2005)를 사용하였고, 주요 품질구성요소인 품질, 무게, 생육소요일에 대해 유의수준 0.001%수준에서 분석하였다.

**고유성 검사**

육성된 품종의 고유성검사를 위하여 신품종과 큰느타리 2호의 gDNA를 DNeasy plant mini kit(Qiagen, 미국)을 이용하여 추출하였고, 30 ng의 주형 DNA, 10 mM Tris-HCl, 50 mM KCl, 1.5 mM MgCl<sub>2</sub>, 200 μM dNTP, 50 ng URP primers (Seoulin, Korea), 0.5 unit Taq polymerase (Solgent, Korea)이 포함된 25 μl PCR mixture를 이용하

여 다음과 같은 조건으로 수행하였다. 초기 melting을 위하여 95°C에서 4 분간 두고 95°C에서 20 초간 melting, 55°C에서 40 초간 annealing, 72°C에서 2 분간의 증폭과정을 35회 반복한 뒤 마지막 증폭을 72°C에서 5 분간 실시하였다. 증폭산물은 Safeview(abm, Canada)가 첨가된 1.2% Agarose에 로딩하고 UV에서 DNA의 다형성을 관찰하였다. 육성된 계통의 체세포 불화합성을 검사하기 위하여 에린이5와 큰느타리2호를 가로 세로 1×1 cm 크기로 잘라서 MCM 배지위에 각각 4~5 cm 떨어진 위치에 옮겨서 25°C에 서로의 균사가 자라서 접촉면이 커질 때까지 배양하여 저해선이 생기는지 관찰하였다.

**결과 및 고찰**

**단교배계통의 생육특성**

24×46 계통은 생육속도가 빠르고 갓색이 어두운 특징을 지녔고, KNR2539은 중소형 자실체의 특징을 지녀서 (Table 1). 이들 계통에서 채취한 단핵균사끼리 단교배를 시킨 후 화합성 계통만을 선발하여 자실체를 발생시키고 주요계통의 특징을 조사하였다. 계통도는 Fig. 1에 나타내었는데, 기존에 육종된 새송이1호와 근연종이다(Lim *et al.*, 2013). 총 190 조합에서 157개의 교배계통에서 클램프 컨넥션이 관찰되어 82.6%의 교배율을 보였고 교배조합 중 조사가 가능할 정도로 자실체가 발생한 것은 156개였다. 그중 생육소요일수가 대조품종보다 짧고 품질이 6.0 이상인 계통을 선발하여 2차 생육특성(16병)을 조사한 결과, 수확량의 평균은 기존품종의 77.4 g보다 다소 많은 85.9 g이었다. 품질의 경우 선발된 교잡균주의 평균은 5.9로 대조품종의 6.8보다 낮았다. 자실체길이는 84.1-124.2 mm까지 다양하였고 평균적으로 100.6 mm으로 큰느타리2호 보다 짧은 경향이였다. 이는 모본인 KNR2539의 짧은 길이(99.3 mm)의 영향인 것으로 사료된다. 대의 직경은 선발계통 평균이 31.7 mm이고, 대조품종의 29.4 mm와 모본인 KNR2539의 28.7 mm 보다 두꺼운 경향이였다. 균꺾기일부터 수확일까지의 일수인 생육소요일은 대조품종인 큰느타리 2호의 경우 17.4일 이었고 선발된 교잡균주의 평균은 15.9일로 1.5일 단축되었다. 생육소요일이 단축될수록 버섯재배사의 효율이 향상되므로 농가에

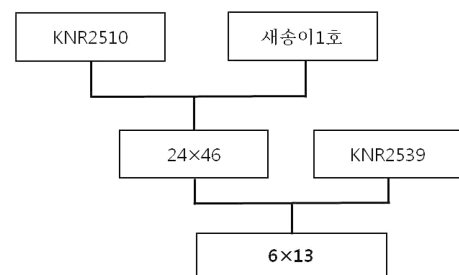


Fig. 1. Breeding pedigree of Aeryni 5.

서는 조생성이 버섯품종 선택 시 중요한 고려사항이다. 버섯의 전체적인 균형을 알 수 있는 대와 갓의 비율은 선발계통이 1.6으로 대조품종의 1.9와 모본 KNR2539의 2.0보다 우수하였다. 대와 갓의 비율이 1.5 내외일 때 가장 우수한 품질로 평가받기 때문에(Ryu *et al.*, 2006) 우수하다고 평가할 수 있다. 보통 갓색은 짙을수록 소비자의 선호도가 올라가는데, 대조품종의 갓명도 66.4보다 선발계통의 갓명도 평균이 62.9로 더 짙어졌는데, 이는 모본 KNR2539의 갓명도(57.8)의 영향으로 사료된다.

품질과 무게를 기준으로 대조품종보다 우수한 것은 6×13계통으로 품질이 7.2였고, 무게는 85.9 g으로 대조품종의 6.8, 77.4 g보다 105.9%, 111.0% 개선되었다. 생육소요일은 6×13계통이 14.6일로 대조품종, KNR2539, 24×46의 17.4, 16.1, 16.6일보다 개선되어 모본보다 우수한 것으로 나타나 교잡에 의한 상승작용의 결과로 사료되었다. 선발한 6×13계통의 갓명도는 59.8로 대조품종의 66.4보다 어두운 색을 보였는데, 대체적으로 갓의 명도가 낮을수록 소비자 선호도가 올라가므로 이는 중요한 농가의 품종선택기준이 될 것으로 사료된다. 생육소요일과 품질, 수확량을 기준으로 하여 6×13을 선발하여 애린이5로 명명하고 추가적인 생육특성을 조사하였다.

**선발계통의 자실체 생육 특성**

선발된 애린이5와 대조품종인 큰느타리2호를 농가실증 시험(진주, 함양소재 2농가)을 통하여 생육특성을 조사하여 Table 2에 나타내었다. 배양소요일은 애린이5가 32.3일로 큰느타리2호의 34.7일보다 짧았다. 발이소요일은 두 품종이 비슷하였으나 생육소요일은 애린이5가 14.2일로 큰느타리2호보다 3.4일 빨리 수확되었다. 대길이는 애린이5가 118.9 mm로 대조품종보다 길었고, 갓의 직경은 큰

느타리2호가 65.6 mm, 애린이5가 62.4 mm로 육성계통이 다소 작았다. 대의 두께는 육성계통과 대조품종이 비슷한 수치를 보였다. 갓직경/대두께의 비율은 육성계통이 1.9배, 큰느타리2호는 2.0배를 보여 소량재배보다 높은 것으로 측정되었는데, 갓의 크기는 온도가 높거나 환기가 많고, 재배일수가 길어 질 수록 커지는 경향을 보이는데(Ryu *et al.*, 2005), 보통 농가의 버섯재배사는 부피가 커서 이산화탄소의 농도가 낮고(1,500 ppm 이하), 15°C 보다 1-2°C 높은 온도를 보이고 있어, 환경적인 영향으로 경남농업기술원 버섯재배사에서의 수치보다 높은 것으로 사료된다. 병당수량은 애린이5가 82.2 g으로 대조품종 67.0 g의 122.7% 수준이며, 통계적으로 분산분석결과 0.001% 수준에서 고도의 유의성을 보였다. 품질의 차이도 커서 애린이5는 7.7, 큰느타리2호는 6.3으로 나타났고 역시 통계적으로 0.001% 수준에서 유의성을 보였다. 갓의 명도에 있어서 애린이5는 58.3로 대조품종의 61.7보다 낮아서 어두운 색을 띄었다. 이 수치 또한 경남농업기술원에서 재배한 버섯의 갓색과 비슷하였다. 아시아소비자들이 선호하는 대의 모양에 있어서 대조품종은 기저부위 대의 직경이 크고 갓 바로 아래 직경이 작은데 반해, 애린이5는 상부나 하부의 대직경이 비슷하게 보여서 (Fig. 2), 소비자가 선호하는 형태이고 포장시 유리한 점이 될것으로 사료된

**Table 2.** Effect of temperature on the mycelial growth of Aeryni 5 and Keunneutari No. 2

Strain	Growth rate(mm/7 days)				
	15°C	20°C	25°C	27.5°C	30°C
Aeryni 5	21	43	64	64	47
Keunneutari No. 2	20	40	62	58	42

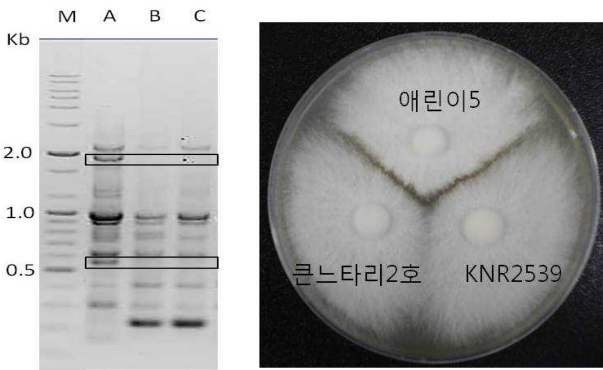


**Fig. 2.** Fruiting body of Aeryni 5 and Keunneutari No. 2.

**Table 3.** Comparison of the fruiting and morphological properties between Aeryni 5 and Keunneutari No. 2.

Strain	Rate of pin-heading	Length (mm)	Dia. of stipe (mm)	Dia. of pileus (mm)	Yield (g/bottle)*	Quality*	Pileus color(L)	Period for		
								spawn running	pin-heading	harvest*
Aeryni 5	2.6±0.6	118.9±10.9	32.8±2.2	62.4±5.9	82.2±10.4	7.7±1.1	58.3±0.1	32.3±2.1	7.5±1.5	14.2±0.4
Keunneutari No. 2	3.8±0.4	103±10.9	32.7±4.6	65.6±4.5	67±7.1	6.3±0.9	61.7±2.3	34.7±0.6	7.8±1.2	17.6±1.1

\* means that there was a significant difference (p= 0.001)



**Fig. 3.** Polymorphism of PCR by URP2 primer (right) and somatic incompatibility (left) between Aeryni 5 (A), Keunneutari No. 2 (B), and KNR2539 (C). M: size marker(Bioneer 100bp+).

다. 육성품종은 생산량이 대조품종보다 22.7% 증가하였고, 생육소요일수는 약 3일 단축되어 농가의 생산성 향상에 기여할 것으로 사료된다.

#### 육성계통의 고유성

선발된 애린이5를 대조품종인 큰느타리2호의 온도별 생육특성을 조사하여 그 결과를 Table 3에 나타내었다. 대조품종은 25°C가 적온인데 반해 애린이의 균사생장은 이보다 약간 높은 25-25.7°C가 적온이었다. 각 온도에서의 균사생장 길이는 애린이5가 빨랐으나 차이는 적었다. 애린이5와 대조품종인 큰느타리2호, 부모친 KNR2539와의 차별성과 계통의 고유성을 측정하기 위하여 다형성마커와 대치배양을 통한 체세포불화합성을 측정하였다. gDNA 수준에서의 다형성은 URP 프라이머(Seolin, Korea)에 의한 PCR 방법을 사용하여 확인하였다. URP1 - 13을 이용하여 PCR 증폭한 결과 URP2가 애린이5, 큰느타리2호, KNR2539에서 600bp와 1,900bp에서 다형성이 있는 밴드를 증폭하였다(Fig. 3). 대치배양을 통한 체세포 불화합성 결과는 육성계통인 애린이5가 큰느타리2호 사이에 선명한 대치선이 관찰되어 간편하게 고유성을 확인하는 방법으로는 적합함을 알 수 있었다. 흥미롭게도 큰느타리2호와 KNR2539사이에서는 거의 대치선이 생성되지 않아 유연관계가 높을 것으로 예측되었다 (Fig. 3).

#### 적 요

고품질이면서 수확량이 많은 한국고유 새송이버섯 품종을 육종하기 위하여 육종모본 24×46과 KNR2539를 단교배하여 생육소요일수(14.6일)과 수량(85.9g/850cc), 품질(7.2)을 기준으로 6×13계통을 선발하였다. 선발된 계통을 애린이5라고 명명하고 대량재배로 큰느타리2호와 생육특성을 비교하였다. 병당수량은 애린이5가 82.2g으로 대조품종 67.0 g의 122.7% 수준이었다. 품질의 경우 애린이5

는 7.7, 큰느타리2호는 6.3으로 나타났으며 수량과 품질은 통계적으로 유의성을 보였다. 갖의 명도에 있어서 애린이5는 61.7로 대조품종의 58.3보다 높아서 밝은 색을 띄었다. 유성에 있어서는 URP2프라이머에서 큰느타리2호와 부모친 KNR2539와 다형성을 보였다.

#### 감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 Golden Seed 프로젝트 사업(원예증자사업단, 과제번호 : 213003-04-3-WTI11)에 의해 이루어진 것으로 연구비 지원에 감사드립니다. 교배와 생육조사에 도움을 준 김동성, 김유미, 김야엘, 정정민씨에게 감사드립니다.

#### 참고문헌

- Forestry Agency of Japan (<http://www.rinya.maff.go.jp/>). 2016.
- Ha TM, Choi JI, Jeon DH, Ji JH, Shin PG. 2014. Characteristics and breeding of a new variety *Pleurotus eryngii*, Saegonji. *J Mushroom Sci*. 12:127-131.
- Ha TM, Choi JIn, Jeon DH, Ju YC, Shin PG. 2013. Characteristics and breeding of a new variety *Pleurotus eryngii*, Gonji No. 8. *J Mushroom Sci Prod*. 12:82-86.
- Ha TM, Ju YC, Jeon DH, Choi JI, Lee TS. 2011. Characteristics and breeding of a new variety *Pleurotus eryngii*, Gongi No.3. *J Mushroom Sci Prod*. 9:22-26.
- Im, CH, Kim, MK, Kim, KH, Cho, SJ, Lee, JJ, Joung, WK, Lee, SD, Choi, YJ. Asjad Ali and Ryu, JS. 2014. Breeding of *Pleurotus eryngii* with a high temperature tolerance trait. *J Mushrooms*. 12:187-192.
- Im CH., Kim MK., Kim KH, Cho SJ, Joung WK, Lee SD, Choi YJ, Ryu JS. 2014. Breeding of *Pleurotus eryngii* with a high temperature tolerance trait. *J Mushrooms*. 12:187-192.
- Im CH, Kim MK, Kim KH, Kim SY, Lee ST, Heo JY, Ryu JS. 2013. Breeding of King Oyster Mushroom, *Pleurotus eryngii* with a High Yield and Earliness of Harvest Trait and Its Sensory Test. *Kor J Mycol*. 41:91-96.
- Im CH, Kim MK, Je HJ, Kim, KH, Ryu JS. 2012a. Introduction of a speedy growing trait into *Pleurotus eryngii* by backcrossing. *J Mushroom Sci Prod*. 10:49-56.
- Im CH, Kim MK, Je HJ, Kim KH, Kim SY, Kim KJ, Park SJ, Ha YA, Kim MJ, Kim SH, Ryu JS. 2012b. Breeding of king oyster mushroom, *Pleurotus eryngii* carrying good traits of cap. *Kor J Mycol*. 40:145-151.
- Im CH, Kim MK, Kim KH, Kim SY, Lee ST, Heo JY, Kwon JH, Kim DS, Ryu JS. 2013. Breeding of King Oyster Mushroom, *Pleurotus eryngii* with a High Yield and Earliness of Harvest Trait and Its Sensory Test. *Kor J Mycol*. 41:91-96.
- Jang MJ, Lee YH, Kim JH, Ju YC. 2011. Effect of LED light on primordium formation, morphological properties, ergosterol content and antioxidant activity of fruit body in *Pleurotus eryngii*. *Kor J Mycol*. 39:175-179.
- Kang TS, Jeong HS, Lee ML, Park HJ, Jo TS, Ji ST, Sin MG. 2003. Mycelial growth using the natural product and angiotensin converting enzyme inhibition activity of *Pleurotus eryngii*. *Kor J Mycol*. 31:175-180.

- Korea Agricultural Trade Information (KATI), <http://www.kati.net/>
- Kawai J, Andoh T, Ouchi K, Inatomi S. 2014. *Pleurotus eryngii* ameliorates lipopolysaccharide-induced lung inflammation in mice. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. Article ID 532389.
- Kim MK., Ryu JS. and Yoo YB. 2011. Characterization of a new cultivar "Dan Bi" by Mono-mono hybridization in *Pleurotus eryngii*. *Kor J Mycol*. 39:39-43.
- Kim SY, Kim MK, Im CH, Kim KH, Park KK, Song WD, Ryu JS. 2012. Optimal temperature for *Pleurotus eryngii* cultivation. *J Mushroom Sci Prod*. 10: 49-56.
- Lin JT, Liu CW, Chen YC, Hu CC, Juang LD, Shiesh CC, Yang DJ. 2014. Chemical composition, antioxidant and anti-inflammatory properties for ethanolic extracts from *Pleurotus eryngii* fruiting bodies harvested at different time. *LWT-Food Sci Technol*. 55:374-382.
- Lee YH, Kim YE, Seuk SW, Jeong JM, Ryu, JS, Heo JY, Kim HD, Choe YJ, Kim MK. Mband characterization of a cultivar "DanBi 5Ho" with a long shelf life. 2016. *J Mushrooms*. 14:64-69.
- Ministry for Agriculture, Food, Rural Affairs (MAFRA). Republic of Korea. 2015. The actual putout of oil seeds and cash crops in 2014. pp. 63. Republic of Korea.
- Ryu JS, Kim MK, Im CH, Shin PG. 2015. Development of cultivation media for extending the shelf-life and improving yield of king oyster mushrooms (*Pleurotus eryngii*). *Sci Hortic*. 193:121-126.
- Ryu JS, Kim MK, Kwon JH, Cho SH, Kim NK, Rho CW, Lee CH, Rho HS Lee HS. 2007. The growth characteristics of *Pleurotus eryngii*. *Kor J Mycol*. 35:47-53.
- Ryu JS, Kim MK, Song KW, Lee SD, Lee CH, Rho CW, Lee HS. 2006. The study of quality standard of *Pleurotus eryngii*. *J Mushroom Sci Prod*. 4:129-134.
- Ryu JS, Kim MK, Cho SH, Yun YC, Seo WM, Lee HS. 2005. Optimal CO<sub>2</sub> level for cultivation of *Pleurotus eryngii*. *J Mushroom Sci Prod*. 3:95-99.
- Shin PG, Yoo YB, Kong WS, Jang KY, Oh YL, Cheong JC. 2013. Characteristics and breeding of a new cultivar *Pleurotus eryngii*, Seolsong. *J Mushrooms*. 11:77-81.
- Shin PG, Park YJ, Yoo YB, Kong WS, Jang KY, Cheong JC, Oh SJ, Lee KH. 2011. Characteristics and breeding of a new cultivar *Pleurotus eryngii*, Song-A. *J Mushroom Sci Prod*. 9:59-62.
- Synytysa A, Míčková K, Synytysa A, Jablonský I, Spěváček J, Erban V, Kovářiková E, Čopíková J. 2009. Glucans from fruit bodies of cultivated mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii*: structure and potential prebiotic activity. *Carbohydrate Polymers*. 76:548-556.
- Team RDC 2005. R: A language and environment for statistical computing. ISBN 3-900051-07-0. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2013. url: <http://www.R-project.org>.
- Zervakis G, Venturella G, Papadopoulou K. 2001. Genetic polymorphism and taxonomic infrastructure of the *Pleurotus eryngii* species-complex as determined by RAPD analysis, isozyme profiles and ecomorphological characters. *Microbiology*. 147:3183-3194.