

큰느타리버섯 신품종 ‘애린이6’의 생육특성

이송희¹ · 김민근² · 류재산^{1,*}

¹한국농수산대학 버섯학과

²경상남도농업기술원 친환경연구과

Characteristics of a new *Pleurotus eryngii* cultivar, Aeryni 6

Song Hee Lee¹, Min-Keun Kim², and Jae-San Ryu^{1,*}

¹Department of mushroom Science, Korea National College of Agriculture and Fisheries, Jeonju 54874, Korea

²Environment-friendly Division, Gyeongsangnam-do Agricultural Research and Extension Services

ABSTRACT: In order to breed a new *Pleurotus eryngii* cultivar exhibiting intermediate size and rapid growth, single crosses between 24×46 and KNR2539 were performed. The resulting new cultivar, 17×15, was chosen based on the required days to harvest (15.4 days), quality (7.5), and yield (81.5 g/850 cc bottle) obtained in a preliminary test. The strain was named Aeryni 6 and cultivated at mushroom farms on a large scale for comparison with the reference cultivar Kenneutari No. 2. The yield of Aeryni 6 (76.0 g) was 113.0% compared with the reference cultivar, Kenneutari No. 2, and its quality was 6.8, while that of the reference strain was 5.7. An independent t-test revealed significant differences between the days for harvest, yield, and quality of the two cultivars. The new and reference cultivars were discriminated by PCR amplification of *URP2* and *URP11* and a confrontation cultivation.

KEYWORDS: Aeryni 6, Breeding, King oyster mushroom, *Pleurotus eryngii*, Single cross

서 론

새송이(큰느타리, *P. eryngii*)버섯은 1990년대 중반에 국내에 도입된 이래 꾸준히 생산과 소비가 유지되고 있다. 유럽의 지중해 연안부터 독일 북부까지 초원지대에 자생하는 대표적인 균류로서 단단하고 향이 있으며 요리학적 가치가 우수하다고 알려져 있어 경제적으로 매우 중요한 버섯이다(Im et al., 2014). 그리고 대가 단단하여 저장기간이 긴 특징을 가지고 있다(Ryu et al., 2015). 또한, 에르고스테롤(Jang et al., 2011)이나 간암세포를 억제하

는 활성을 지닌 다당류(Kawai et al., 2014). 항산화활성, 항염증효과(Lin et al., 2014), Angiotensin converting enzyme 저해활성(Kang et al., 2003) 등의 기능성 물질이 함유되어 건강식품으로써 주목받아 왔다. 국내생산량은 48,588(2016)톤으로 전년에 비해 4% 증가하였으나 추세적으로는 2005년 이래로 45,000 톤에서 50,000 톤 사이에서 안정세를 보이고 있다(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2016특용작물생산실적, 2017). 전체 농산버섯 생산량 162,292톤의 30%를 차지하고, 수출량도 5,597톤, 19,246천불(2017)에 달하여 전년보다 10%와 12% 증가하여 우리나라 대표 버섯품목중의 하나이다(Korea Agricultural Trade Information, <http://www.kati.net/>).

한편, 일본에서는 39,692톤(2015년)이 생산되어 일본내 버섯품목 중 5위(Forestry agency Japan, <http://www.maff.go.jp/e/>)를 기록하였고, 중국의 경우 1,360,000톤(2015)이 생산되어 세계 최대 생산국이다(KATI, <http://www.kati.net/>). 국내에 도입되었던 초기에는 일본이나 대만에서 유래한 균주를 사용했으나 이후 생산과 소비가 늘어 국내 고유의 품종이 개발되었다(Im et al., 2012a; Im et al., 2012b; Im et al., 2013; Kim et al., 2012; Im et al., 2014; Lee et al., 2016; Shin et al., 2011; Ha et al., 2011; Ha et al., 2013; Ha et al., 2014; Shin et al.,

J. Mushrooms 2018 March, 16(1):16-21
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2018.16.1.16>
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
 © The Korean Society of Mushroom Science

*Corresponding author

E-mail : coolmush88@gmail.com

Tel : +82-63-238-9132, Fax : +82-63-238-9139

Received March 7, 2018

Revised March 22, 2018

Accepted March 26, 2018

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.

2013). 그러나 국내에 재배되고 있는 품종은 다양성이 부족하고 고유성이 결여된 것이 많아 외국 버섯육종회사의 로열티 지불 요구를 받을 수 있는 위험성에 노출되어 있는 실정이다 (Im *et al.*, 2012).

본 보고서에서는 농업인과 소비자가 선택할 수 있는 품종의 선택폭을 넓이기 위하여 단핵균사의 교배를 통하여 중형버섯으로 재배기간이 단축된 새로운 품종을 육성하고자 하였다.

재료 및 방법

시험균주 및 배양

본 실험에 사용한 큰느타리버섯 균주는 경상남도농업기술원에서 수집하거나 교배하여 선발한 중간 모본을 사용하였고, ‘큰느타리2호’를 대조품종으로 사용하였다. 육종재료로는 생육이 빠른 ‘새송이1호’와 베타글루칸 함량이 높은 KNR2510을 교배하여 얻은 중간 모본 24×46과 소형 길이와 조생성을 지닌 KNR2539를 사용하였다(Fig 1). 실험에 사용한 단핵균사, 이핵균사는 MCM (mushroom complete media)배지를 사용하여 25°C에서 계대배양하며 유지하였고, 필요시 4°C에 저장하였다. 장기보존을 위하여 균사가 만연한 MCM배지를 1×1 cm로 잘라서 살균된 미세탈알일에 넣어 4°C에 보관하였다.

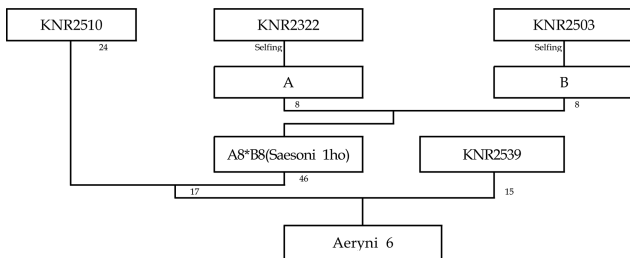


Fig. 1. Breeding pedigree of Aeryni 6. Numbers beside strains are monokaryon's identifier.

단포자 채취 및 교배

부모친에서의 단포자의 채취는 Lim *et al.*, (2012b)에 근거하여 수행하였고, 육종모본인 24×46와 KNR2539로부터 단포자를 채취하고 발아시켜 광학현미경(×400)으로 관찰하여 클램프가 없는 단핵균사를 50개씩 분리하여 그중 20개를 교배에 사용하였다. 각 계통의 단핵균사가 만연된 MCM배지를 메스를 이용하여 1×1 cm 크기로 잘라서 페트리디쉬의 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 페트리디쉬바닥으로 자란 균사를 광학현미경(×400)으로 관찰하여 꺾쇠연결(clamp connection)가 형성된 균주만 MCM 배지로 옮겨서 25°C에 배양하였다.

배양 및 생육 조사

교배체의 배양 및 생육은 Ryu *et al.*, (2007)의 방법에 따라 시행하였다. 배지(포플러:미강:밀기울=75.0:12.5:12.5, 부피비)를 수분 65%로 맞추고 121°C, 100 분간 스팀 고압살균하고 냉각시킨 뒤 균사가 만연된 MCM 배지조각 5개로 접종하였다. 온도 20°C, 상대습도 65%, CO₂ 1,500 ppm이하의 배양실에서 35일간 배양시킨 후, 발이유도를 위하여 종균과 기존배지를 깊이 1 cm가량 제거한 후(균굽기) 배양병 입구방향이 생육실의 바닥으로 향하도록 엎어 두었다. 습도는 초음파가습기로 발이기까지 90%, 슈기까지(자실체크기 2.5-3 cm정도) 85%, 슈기 후 수확기까지 80%로 유지하였고, 온도는 균굽기부터 수확시까지 15°C로 맞추었다. CO₂는 버섯이 발이 될 때까지 1,000 ppm이하, 발이가 완료되면 최대 1,500-2,000 ppm이하로 맞추었다.

발이된 자실체의 크기가 1.5-2.0 cm에 이르면 가장 우수한 것 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(Ryu *et al.*, 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 16 반복(병) 실시하고 이후 2-3계통을 3농가에 실증시험 하였다. 두 그룹간의 비교를 위한 독립적인 t test는 R 통계 패키지(Team, 2005)를 사용하였고, 주요 품질구성요소인 품질, 무게, 생육소요일에 대해 유의수준 P < 0.05에서 분석하였다.

고유성 검사

육성된 계통의 체세포 불화합성을 검사하기 위하여 ‘에린이6’와 ‘큰느타리2호’를 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. 핵산수준의 고유성검사를 위하여 신품종과 ‘큰느타리2호’의 gDNA를 DNeasy plant mini kit(Qiagen, 미국)을 이용하여 추출하였고, 15 ng의 주형 DNA, 10 mM Tris-HCl, 50 mM KCl, 1.5 mM MgCl₂, 200 μM dNTP, 50 ng URP primers, 0.5 unit Taq polymerase (Solgent, Korea)이 포함된 25 μl PCR mixture를 이용하여 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 분 URP primers간의 증폭과정을 35회 반복한 뒤 마지막 증폭을 72°C에서 5분간 실시하였다. 증폭산물은 Safeview

Table 1. Morphological and fruiting characteristics of the crossed hybrids between monokaryon of 24×46^a and KNR2539 at 15°C

Hybrid name ^a	Period for harvest ^b	Length of fruit body (mm)	Dia. of stipe (mm)	Dia. of pileus (mm)	Yield (g/bottle)	Quality ^c	Pileus color (L)	Note
14 × 13	18.0	87.8	29.0	55.8	58.0	5.4	62.0	Short pileus
2 × 19	16.0	86.1	27.5	55.1	52.9	5.1	63.1	Bright cap color
17 × 15	15.4	92.3	34.1	56.9	78.5	7.5	56.4	Dark cap color, short pileus
Keuneutari No. 2	17.0	98.8	29.1	49.9	60.2	5.4	59.7	

^a. [KNR25102-24×Saesongi1ho-46] × [KNR2539]. Crossing combination underlined is 24×46.

^b. Days for harvest from removing old media.

^c. 9-point rating scale (Ryu *et al.*, 2006).

Table 2. Comparison of the fruiting and morphological characteristics between Aeryni 6 and Keunneutari No. 2

Strain	Rate of pin-heading	Length (mm)	Dia. of stipe (mm)	Dia. of pileus (mm)	Yield (g/bottle)**	Quality*** ^a	Pileus color(L)	Period for harvest*** ^b
Aeryni 6	3.9±0.2	86.9±7.7	33.4±3.3	57.4±5.9	76.0±7.1	6.8±0.9	49.9±2.0	15.0±0.6
Keuneutari No. 2	3.8±0.5	90.3±7.3	28.4±4.3	55.3±4.8	67.4±8.1	5.7±0.7	58.0±1.2	17.0±0.7

* means that there was a significant difference by independent t-test. (*, P < 0.5, **, P < 0.01, ***, P < 0.001).

^a 9-point rating scale (Ryu *et al.*, 2006).

^b Days for harvest from removing old media.

(abm, Canada)가 첨가된 1.2% 아가로스 에 로딩하고 UV 에서 DNA의 다형성을 관찰하였다.

결과 및 고찰

단교배계통의 생육특성

생육속도가 빠르고 갓색이 어두운 특징을 지닌 24×46 과 중소형 자실체의 특징을 보인 KNR2539간의 교배를 통해 길이가 중형이면서 생육기간이 빠른 계통을 선발하였다(Fig. 1). 이들 계통은 길이가 86.1–92.3 mm로 대조품종의 98.8 mm보다 짧았고 무게는 가볍거나 비슷한 수준이었다(Table 1). 도매시장에서 특품의 길이가 이전에 비해 많이 짧아져서(Ryu *et al.*, 2006) 길이가 100 mm내 외가 가장 고가에 팔리고 있고(personal communication), 국립농산물품질관리원 (<http://www.naqs.go.kr/>)에서 고시하는 농산물표준규격에서도 특품의 기준이 90g 이상을 90%이상 포함하는 것이기 때문에 최근의 소비자 선호도에 맞는 것으로 사료된다. 계통도(Fig. 1)에 나타난 대로 선발된 계통들이 ‘새송이1호’(Lim *et al.*, 2013)와 근연종이라 균급기일부터 수확일까지의 일수인 생육소요일이 대조품종에 비해 짧은 것이 대부분이었다. 생육소요일은 대조품종인 ‘큰느타리2호’의 경우 17.0일 이었고 선발된 교잡균주의 평균은 15.0일로 2.0일 단축되었다(data not shown). 짧은 기간내에 수확이 완료되면 버섯재배사의 활용도가 높아지고 병충해에 대한 피해가 예방되어 농가에서는 조생성을 선호하는 편이다. 버섯의 전체적인 균형을

알 수 있는 대와 갓의 비율은 선발계통의 평균은 1.7 이상으로 대조품종의 1.7 보다는 높아서 균형이 맞지 않았지만, 17×15는 대조품종과 비슷한 결과를 보였다(Table 1). 생육소요일과 품질, 수확량을 기준으로 하여 17×15를 선발하여 ‘애린이6’로 명명하고 추가적인 생육특성을 조사하였다.

선발계통의 자실체 생육 특성

선발된 ‘애린이6’와 대조품종인 ‘큰느타리2호’를 시험재배하여 조사한 생육특성을 Table 2에 나타내었다. 발이율은 ‘애린이6’이 3.9, 대조품종이 3.8로 비슷한 수치를 보였고, 생육소요일은 ‘애린이6’가 15.0일로 ‘큰느타리2호’보다 2.0일 빨리 수확되었다. 대길이는 ‘애린이6’가 86.9 mm로 대조품종의 90.3 mm보다 짧았지만, 대의 두께는 육성계통과 대조품종이 각각 33.4 mm와 28.4 mm로 육성품종이 두꺼운 경향을 보였다. 갓의 직경은 ‘큰느타리2호’가 55.3 mm, ‘애린이6’이 57.4 mm로 대조품종이 다소 작았다. 갓직경/대두께의 비율은 육성계통이 1.7배, ‘큰느타리2호’는 1.9배를 보여 ‘애린이6’이 품질면에서 우수하다고 알려진 1.5–1.7배에 해당되었다. 대조품종은 초기 소량재배보다 높은 것으로 측정되었는데, 이는 갓의 크기가 커지는 조건인 높은 온도, 잦은 환기횟수(낮은 CO₂ 농도) 조건이거나(Ryu *et al.*, 2005) 수확기를 넘는 재배일수에 노출되었을 가능성이 있어보인다. 병당수량은 ‘애린이6’가 76.0 g으로 대조품종 67.4 g의 113% 수준이며, 통계적으로 독립적 t test 분석결과 1% 수준에서 고도의 유의성



Fig. 2. Fruiting body of Aeryni 6 and Keunneutari No. 2.

Table 3. Fruiting body morphology of Aeryni 6 cultivated in mushroom farms

Location	Cultivar	Rate of pin-heading	Length (mm)	Dia. of stipe (mm)	Dia. of pileus (mm)	Yield (g/bottle)	Quality	Period for harvest
Farm A*	Aeryni 6	4.0	87.5	28.0	60.6	124.3	6.5	14.1
	Keunneutari No. 2	3.6	99.3	23.9	61.3	125.4	6.3	15.4
Farm B*	Aeryni 6	-	81.2	34.1	69.0	152.5	7.1	-
Farm C*	Aeryni 6	-	86.8	34.2	64.7	84.0	7.6	13.1

- : do not analyzed. Farm A : 1,100 ml, 2 stipes/bottle, farm B : 1,400 ml, 2 stipes/bottle, Farm C : 1,100 ml, 1 stipe/bottle

Table 4. Effects of temperature on the mycelial growth of Aeryni 6 and Keunneutari No. 2

Cultivar	Growth rate (mm/7 days)				
	15°C	20°C	25°C	27.5°C	30°C
Aeryni 6	13.5±0.5	16.5±1.0	55.6±3.2	54.2±4.1	45.3±2.4
Keunneutari No. 2	11.8±0.8	16.0±1.5	43.8±2.0	45.2±3.5	36.7±1.2

을 보였다. 대조구에 비해서 길이가 짧아도 대의 두께가 두꺼워서 무게가 더 무거운 것으로 추측된다. 품질의 차이도 커서 ‘애린이6’는 6.8, ‘큰느타리2호’는 5.5으로 나타났다. 역시 통계적으로 1% 수준에서 유의성을 보였다. 갖의 명도에 있어서 애린이6는 49.9로 대조품종의 58.0보다 낮아서 어두운 색을 띄어서 소비자들에게 좋은 반응을 보일 것으로 사료된다. 기존에 팔리는 ‘큰느타리2호’ 보다 대가 두껍고 짧은 형태는 대부분을 좋아하는 국내 소비자들에게 인기 있을 것으로 예측된다(Fig. 2). 육성품종은 생산량이 대조품종보다 13.0% 증가하였고, 생육소요일수는 약 2일 단축되어 농가의 생산성 향상에 기여할 것으로 사료된다. 농가실증시험(진주, 음성, 함양소재 3농가)을 통하여 조사한 생육특성을 Table 3에 나타내었다. 농가A에서 ‘큰느타리2호’와 동시재배하였는데, 길이는 대조품종이 길고 대두께는 신품종이 두꺼운 결과여서 시험재배와 경향치가 비슷하였다. 시험재배보다 갖의 직경이 크고 대두께가 얇았는데, 이는 낮은 이산화탄소와 적온보다 높은 온도의 영향으로 보인다(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 시험재배에서의 수치보다 높은 것으로 사료된다.

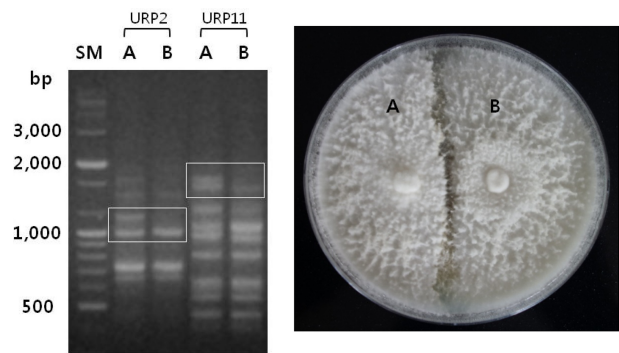


Fig. 3. Polymorphisms of PCR reaction by UR2 and UR11 primers (left) and somatic incompatibility (right) between Keunneutari No. 2 (A) and Aeryni 6 (B). SM: size marker (Bioneer 100 bp⁺).

육성계통의 고유성

‘애린이6’와 ‘큰느타리2호’의 온도별 군사생장길이를 조사하여 그 결과를 Table 4에 나타내었다. 대조품종은 27.5°C가 군사생장의 적온인데 반해 ‘애린이6’는 이보다 약간 낮은 25.0°C가 적온이었다. 각 온도에서의 군사생장 길이는 ‘애린이6’가 대체적으로 빨랐다. 신품종의 차별성과 고유성을 측정하기 위하여 ‘애린이6’와 ‘큰느타리2호’의 유전적 다형성과 체세포불화합성을 다형성마커와 대치배양을 통해 관찰하였다. 대치배양을 통한 체세포 불화합

성 결과는 육성계통인 ‘애린이6’가 ‘큰느타리2호’ 사이에 선명한 대치선이 관찰되어 간편하게 고유성이 확인되었다. gDNA 수준에서의 다형성은 URP 프라이머(NO. 1-13)에 의한 PCR 방법을 사용하여 확인하였다. PCR 증폭한 결과 URP2와 URP11에서 1,000 bp와 1,800 bp에서 ‘애린이6’과 ‘큰느타리2호’ 간의 다형성 밴드가 증폭되어 핵산수준에서의 고유성도 확인되었다(Fig. 3).

적 요

생육이 빠르고 중형인 큰느타리버섯 품종을 육종하기 위하여 육종모본 24×46과 KNR2539를 단교배하여 소규모 시험재배하여 생육소요일수(15.4일)와 수량(81.5 g/850 cc), 품질(7.5)을 기준으로 17×15계통을 선발하였다. 선발된 계통을 ‘애린이6’라고 명명하고 대량재배로 큰느타리2호와 생육특성을 비교하였다. 병당수량은 ‘애린이6’가 76.0 g으로 대조품종 61.4 g의 113% 수준이었다. 품질의 경우 ‘애린이6’는 6.8, ‘큰느타리2호’는 5.7로 나타났다. 생육소요일, 수량, 품질은, 독립 t test로 분석한 결과 통계적으로 유의성을 보였다. 갓의 명도(L)에 있어서 ‘애린이6’는 61.7로 대조품종의 58.3보다 높아서 밝은 색을 띠었다. 고유성에 있어서는 URP2와 URP11에서 대조품종과 신품종이 다형성을 보였고, 대치배양에서도 뚜렷한 대선이 관찰되었다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 Golden Seed 프로젝트 사업(원예종자사업단, 과제번호 : 213003-04-3-SBY20)에 의해 이루어진 것으로 연구비 지원에 감사드립니다. 교배와 생육조사에 도움을 준 김동성, 김유미, 김아엘, 정정민씨에게 감사드립니다.

References

Forestry Agency of Japan (<http://www.rinya.maff.go.jp/>). 2017.
 Ha TM, Choi JI, Jeon DH, Ji JH, Shin PG. 2014. Characteristics and breeding of a new variety *Pleurotus eryngii*, Saegonji. *J Mushrooms* 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 CO₂ 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.
- Synytsya A, Míčková K, Synytsya 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. *Carbohydr Polym* 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.