

갓이 백색인 느타리 신품종 ‘세나’의 육성 및 특성

오민지 · 김만식 · 임지훈 · 오연이*

국립원예특작과학원 버섯과

Breeding and characterization of a new white cultivar of *Pleurotus ostreatus*, ‘Sena’

Minji Oh, Min-Sik Kim, Ji-Hoon Im, and Youn-Lee Oh*

Mushroom Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA Chungcheongbuk do, Eumseong gun, 27709, Korea

ABSTRACT: The development of automated bottle cultivation systems has facilitated the large-scale production of *Pleurotus ostreatus*, a commonly cultivated oyster mushroom species in South Korea. However, as the consumption of this product is decreasing and production quantities are exceeding demand, farmers are seeking various other mushroom types and cultivars. In response to this, we have developed a new oyster mushroom cultivar named 'Sena'. This high-yielding cultivar has a white pileus and excellent quality. The white oyster mushroom cultivars 'Goni' and 'Miso' were selected as parental strains from the genetic resources of the National Institute of Horticultural and Herbal Science's Mushroom Division. By crossing their monokaryons, hybrids were developed and subjected to cultivation trials and characteristic evaluations to select the superior cultivar. The optimal temperature for 'Sena' mycelial growth is 25–30°C, with inhibition occurring at temperatures above 30°C, whereas the temperature for mushroom growth is 14–18°C. The mushrooms grow in clusters, with the white pileus having a shallow funnel shape. Optimal mycelial growth occurs in malt extract agar medium. When cultivated in 1,100 cc bottles, the 'Sena' cultivar had 35 available individuals, surpassing the number 16 available from the control cultivar 'Goni'. The yield per bottle also increased by approximately 157 g, a 24% increase over the control cultivar amount. When 300 g samples of harvested mushrooms were packed and stored at 4°C in a cold storage facility for 28 days, the weight loss rate of 'Sena' was approximately 4.22%, lower than that of 'Goni'. Moreover, the changes in pileus and stipe whiteness (measuring 6.99 and 8.33, respectively) were also lower than those of the control cultivar. Since the appearance of a white cap is crucial for quality assessment, the 'Sena' cultivar is superior to the 'Goni' cultivar in terms of both weight and quality after undergoing low-temperature storage.

KEYWORDS: Breeding, New cultivar 'Sena', White oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*

서 론

국내 버섯 생산량은 2021년 기준 약 16만 톤으로, 그 중에서 느타리가 가장 많이 재배되고 있으며, 4.7만 톤으로 약 28%를 차지한다(Special crop Production, 2022). 느타리(*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm)는 분류학적으로 담자균문(Basidiomycotina), 주름버섯목(Agaricales), 느타리과(Pleurotaceae), 느타리속(*Pleurotus*)에 속하는 백색부후균의 일종이다. 세계적으로 분포하고 있으며, 느타리류에는 여름느타리, 사철느타리, 큰느타리, 노랑느타리, 분홍느타리, 전복느타리 등 다양한 종들이 포함되어 있다(Zadrazil, 1978; Stamet, 1993).

느타리(*P. ostreatus*)는 4극성 자용이주성 담자균류로 단핵균주 간 교잡을 통한 전통교배육종으로 많은 품종들이

J. Mushrooms 2023 September, 21(3):179-184
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2023.21.3.179>
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
 © The Korean Society of Mushroom Science

Min Ji Oh(An agricultural Researcher), Minseek Kim (Postdoctor),
 Ji-Hoon Im (An agricultural Researcher), Youn-Lee Oh (An agricultural
 Researcher)

*Corresponding author

E-mail : minji1228@korea.kr

Tel : +82-43-873-5711, Fax : +82-43-873-5702

Received September 1, 2023

Revised September 15, 2023

Accepted September 20, 2023

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.

개발되어져 왔다. 국내에서는 연구기관뿐만 아니라 민간 육종가를 통해서도 품종이 개발되고 있고, 약 80여 개의 품종이 국립종자원에 보호출원 되어져 있다. 국내에서 많이 재배되는 품종은 ‘수한’, ‘춘추느타리2호’, ‘흑타리’ 등이며, ‘수한’과 ‘춘추느타리 2호’는 20년 이상 꾸준히 재배되어 왔고, ‘흑타리’는 2014년도에 경기도농업기술원에서 개발된 색이 진한 중고온성 품종으로(Choi *et al.*, 2015), 병재배 능가 위주로 보급되었다. 국내 버섯 시장에서는 갓이 흑회색인 느타리가 대부분을 차지하고 있는데, 병재배 위주로 생산체계가 바뀌어 가면서 생산량이 과잉되고 있어 시장가격이 점차적으로 하락하고 있어 경영에 많은 어려움을 겪는 농가들이 다양한 품목과 품종의 버섯을 요구하고 있다(Choi *et al.*, 2019). 버섯의 백색변이체는 재배 중에 자연적으로 극히 낮은 비율로 발생되는데, 재배중에 환경적인 스트레스로 인하여 멜라닌 색소의 합성 및 발현이 이루어지지 못하여 발생하는 것으로 추정된다(Yoo *et al.*, 2009). 느타리 재배 중 발생한 갓이 백색인 자연돌연변이종을 이용하여 포자 간 교잡을 통해 ‘미소’와 ‘고니’ 품종이 각각 2005년, 2008년에 개발되었고(Lee *et al.*, 2009; Yoo *et al.*, 2009), ‘미소’ 품종의 4극성 불화합 시스템에 관한 연구와 병재배를 위한 배지도 개발되었다(Lee *et al.*, 2009; Lee *et al.*, 2010). 그러나 이 품종들을 병재배 현장에서 재배했을 때, 발이와 생육이 불안정하고 수량이 낮은 특성을 나타내어 보급이 활발히 되지 못했다. 이에 농촌진흥청에서는 수량이 높고 재배가 까다롭지 않은 갓이 백색인 품종을 개발하고자 연구를 수행하였고, 기존의 ‘고니’, ‘미소’ 품종을 교잡하여 갓이 백색이고, 다발 형성이 우수하여 수량이 높은 병재배용 신품종 ‘세나’를 개발하였다. 이 신품종에 대한 육성 경위와 주요 특성을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

균주 및 배양

‘세나’ 품종 육성 실험에 사용된 균주는 KMCC2094(Goni, 고니)와 KMCC0421(Miso, 미소)로 단포자 교잡에 활용하였으며, 대조구로는 이 중 수량성이 좀 더 우수하고 유효경수가 많은 ‘고니’ 품종을 대조품종으로 사용하였다. 두 모균주 모두 국립원예특작과학원 버섯과에 보존 중인 균주를 이용하였다. 균주 배양 및 단포자 분리, 발아, 온도별 가변특성에 감자한천배지(PDA, Potato Dextrose Agar, BD Difco)를 사용하였으며, 배지별 가변특성을 조사하기 위해서 감자한천배지(PDA)와 버섯완전배지(MCM, Mushroom Complete Medium), 맥아한천배지(MEA, Malt Extract Agar)를 사용하였다. 증류수 1000 mL 기준, 감자한천배지의 구성 성분은 Potato Dextrose Agar(BD Difco) 39 g이고, 버섯완전배지는 Dextrose (Sigma Aldrich) 20 g, Yeast extract(BD Difco) 2 g, Peptone(Sigma

Aldrich) 2 g, MgSO₄(Sigma Aldrich) 0.5 g, KH₂PO₄ (Sigma Aldrich) 0.46 g, K₂HPO₄(Sigma Aldrich) 1 g, Agar(BD Difco) 20 g이며, 맥아한천배지는 Malt extract (BD Difco) 20 g, Peptone(Sigma Aldrich) 5 g, Agar(BD Difco) 20 g이다. 잘 섞이 배지를 고압멸균기에서 121°C, 20분 간 멸균해주고 식혀준 뒤 90 × 60 cm 페트리디쉬(SPL)에 약 20 mL씩 분주해주고 굳혔다. 균주 배양, 단포자 분리, 배지별 가변특성 조사를 위해서는 두 모균주를 25°C의 항온기에서 배양하였고, 온도별 가변특성 조사를 위해서는 20, 22, 25, 27, 30, 35°C의 항온기에서 각각 배양하였다.

단포자 분리

KMCC2094와 KMCC0421의 자실체 중 지름이 약 3~4 cm인 갓 부분만 메스로 잘라내어 플라스틱 고깔에 멸균된 철사를 이용하여 고정시킨 뒤 멸균된 페트리디쉬에 1~2일 정도 거치하여 담자포자를 채취하였다. 멸균수를 이용하여 수집된 담자포자를 다양한 농도로 희석하고, 각 희석액 100 μL씩 감자한천배지에 분주하고도 말하여 빛이 차단된 25°C 항온기에서 배양하였다(Oh *et al.*, 2017). 독립적으로 발아한 포자를 멸균된 이쑤시개를 이용하여 새로운 감자한천배지에 옮긴 뒤 다시 25°C 항온기에서 배양하였다. 배양된 균사체의 꺾쇠연결체(clamp connection) 유무를 현미경(NIKON E800)으로 관찰하여 꺾쇠연결체가 없는 단핵균주만 선발하여 교잡에 사용하였다.

교잡 및 교잡계통 자실체 특성검정

교잡은 KMCC2094의 단핵균주와 KMCC0421의 단핵균주의 균사체를 cork borer를 이용하여 일정한 크기로 편칭한 뒤 감자한천배지에 2 cm 간격으로 대치 배양하여 빛이 차단된 25°C 항온기에서 7일 간 배양하였다(Oh *et al.*, 2016). 두 균주가 접합된 부위를 전자현미경(NIKON E800)을 이용하여 꺾쇠연결체 유무를 관찰하였고, 꺾쇠연결체가 형성된 균주를 교잡계통을 선발하여 재배시험 및 특성 검정에 사용하였다.

교잡계통의 수량 및 자실체 특성 검정을 위한 배지로는 포플러툽밥:비트펠프:면실박=5:3:2(% v/v) 수준으로 혼합하고 수분함량은 약 65%로 맞추었다(Choi *et al.*, 2019). 혼합된 배지를 1,100 mL PP 병에 입병한 뒤 고압멸균기에 넣고 121°C에서 90분 간 멸균해주었다. 멸균이 끝난 배지는 UV가 켜진 냉각실에서 12시간 정도 냉각 후 클린 벤치 내에서 톱밥 접종원을 이용해 접종해주었다. 배양온도 23°C, 습도 약 65%에서 약 25±5일 간 배양 후, 균굽기를 통해 자실체 발생을 유도하였다. 초기 발이를 위한 생육조건은 온도 19±1°C, 습도 95±5% 였고, 자실체 발생 후 후기 생육조건은 온도 16±1°C, 습도 85±5%로 일반 느타리 재배조건과 동일하게 유지하였다. 자실체 특성평

가는 느타리 작물별 특성조사요령(Korea Seed and Variety Service, 2000)에 맞춰 조사하였다. 자실체 색깔은 색차계(CR-400, Konica Minolta)로, 갓과 대의 특성은 Vernier calipers로 측정하였다.

저장성 평가

저장성 실험은 수확한 버섯을 플라스틱 포장 용기에 약 300 g씩 담고 랩을 이용해 포장한 뒤 4°C 저온저장고에서 28일 간 저장한 후 중량감모율, 신선도(Minamide 법, Choi *et al.*, 2013), 색도 변화를 조사하였다(Choi *et al.*, 2019).

결과 및 고찰

육성경위

2015년까지 국립원예특작과학원 버섯과에 보유중인 느타리류 유전자원을 수집하였고, 수집된 유전자원의 톱밥 병재배를 통해 수량, 갓, 대 등 자실체 특성평가를 하였다. 그 결과 갓 색이 백색이면서 기존에 개발된 품종인 KMCC2094, KMCC0421을 모균주로 선발하였다. 2016년에 선발된 모본의 자실체 갓으로부터 포자를 수집하여 희석평판법을 이용해 단포자를 분리했고, 단포자 간 교잡을 하여 현미경 관찰을 통해 2017년 약 90여 점의 교잡주를 선발하였다. 2017년부터 약 2년 간 교잡주의 톱밥병재배 시험을 통해 수량과 형태적 특성평가를 하였고, 반복 재배시험을 통해 다발 형성이 우수하고 수량이 높은 우량계통을 선발하였다. 2019년 선발 우량계통의 대량재배시험을 통해 생산력을 검증하고 수확 후 저장성을 평가하였다. 그 결과, 수량성이 높고 갓이 백색이며 저장성이 우수한 최종 우량계통 'Po-2017-gm16'을 선발하고 직무육성 신품종 심의회를 통해 '세나(Sena)'라고 명명하였다(Fig. 1).

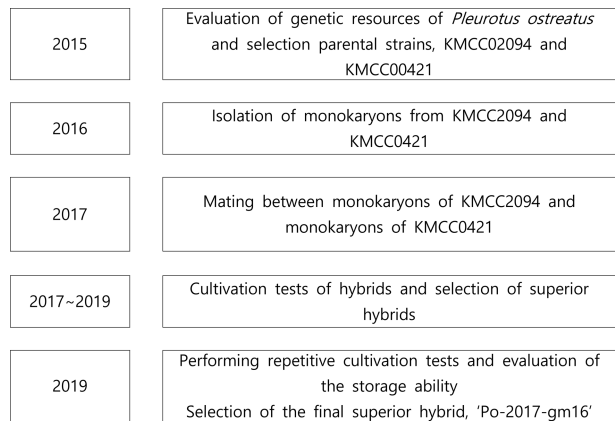


Fig. 1. The pedigree of a new commercial strain 'Sena(Po-2017-gm16)',

고유특성

균사 생장 적온은 25~30°C이고, 버섯 발생 적온은 14~18°C이다. 갓 색깔은 백색이며 자실체 형태는 다발형이다(Table 1). 갓 형태는 얇은 깔때기형이며 대는 가늘고 긴 형태로 대조 품종 '고니'와 형태적 특성에서 다소 차이를 보였다.

가변특성

감자한천배지(PDA)에서 20, 22, 25, 27, 30, 25°C의 온도로 7일 간 균사를 배양한 결과 20~25°C에서는 '세나'와 '고니'의 균사 생장이 비슷하였고, 27°C 이상에서는 '고니'의 균사 생장이 더 우수하였다. 두 품종 모두 고온인 35°C에서는 균사가 정상적으로 성장하지 못했다. '세나'는 25°C에서 균사 생장 지름이 약 81.3 mm로 가장 우수하였고, '고니'는 27°C에서 약 82.3 mm로 우수하였다(Table 2). 감자한천배지(PDA), 맥아한천배지(MEA), 버섯완전배지(MCM)에서 25°C로 7일 간 균사를 배양한 결과 '세나', '고니' 품종 모두 맥아한천배지에서 균사 생장

Table 1. Inherent characteristics of a new commercial strain 'Sena'

Cultivar	Optimum temperature of mycelial growth(°C)	Tem. for development of fruiting body(°C)	shape of fruiting body	color of pileus	shape of pileus	shape of stipe
Sena	25~30°C	14~18°C	bunch type	white	shallow funnel	thin and long type
Goni	25~30°C	14~18°C	bunch type	white	deep funnel	thick and short type

* Bottle size : 1,100 mL

Substrate : poplar sawdust : Beet pulp : Cotton seed meal (50 : 30 : 20, v/v)

Incubation conditions : temperature 23°C±1, relative humidity 65%±5, CO₂ 3,000 ppm±500

Table 2. The diameter of mycelia on the different temperatures (Unit : mm/7days)

Cultivar	20°C	22°C	25°C	27°C	30°C	35°C
Sena	46.7±2.08	54.7±1.15	81.3±4.04	71.7±3.51	76.0±6.24	-
Goni	46.0±2.65	54.0±7.81	81.0±6.93	82.3±4.62	79.3±0.58	-

* All mycelia were grown on PDA(Potato Dextrose Agar) for 7 days.

Table 3. The diameter of mycelia on the different medium.
(Unit : mm/7days)

Cultivar	PDA ¹⁾	MEA ¹⁾	MCM ¹⁾
Sena	81.3±4.04	85.0 ²⁾	75.0±5.00
Goni	81.0±6.93	84.0±1.73	66.7±2.08

* All mycelia were grown at 25°C for 7 days.
¹⁾ PDA(Potato Dextrose Agar), MEA(Malt Extract Agar), MCM (Mushroom Complete Medium)
²⁾ When the mycelia grew fully on the petri dish, the diameter was 85.00 mm.

이 각각 85.0 mm, 84.0 mm로 가장 우수하였다. 그 다음은 감자한천배지, 버섯완전배지 순서였다(Table 3).

자실체 수량성 및 재배상 유의점

자실체 수량성은 세 차례 병재배 시험을 통해 검증하였다. 1,100 mL 크기의 병을 이용하여 재배했을 때, ‘세나’의 병 당 유효경수는 약 35개, 수량은 157 g, 개체중은 7.99 g이었고, 대조품종 ‘고니’는 각각 16개, 127 g, 13.1 g이었다. ‘고니’의 수량을 100이란 지수로 두었을 때, 육성품종 ‘세나’의 수량지수는 약 124로 대조품종에 비해 24% 증수되었고, 통계적으로도 ‘세나’ 수량이 ‘고니’보다 유의적으로 높은 것을 확인하였다(Table 4). 또한, 갓과 대의 특성을 평가하였을 때, ‘세나’의 갓 너비가 ‘고니’보다 다소 작은 31.9 mm였고, 갓 높이도 24.0 mm로 더 얇은 깔때기 형태를 나타내었지만, T-test 검증 결과 0.05 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다. 대의 굵기는 약 9.35 mm로 ‘고니’와 통계적인 유의성을 나타내지 않은 반면에, 대의 길이는 69.1 mm로 ‘고니’보다 긴 형태를 나타내었다. 갓의 백색 정도를 색차계를 이용해 L 값으로 측정했을 때, ‘세나’가 ‘고니’보다 더 높은 85.1의 값을 나타냈고 육안상으로도 좀 더 밝은 백색을 띠었지만 두 품종이 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 5, Figure 1). 재배 시 유의할 점은 갓이 백색이므로, 버섯 발생 초기단계에 과습하게 되면 갓이 누렇게 변할 위험이 있어 생육관리가 중요하다. 또한, 다발 형성이 우수하기 때문에 발이 초기단계부터 환기량을 많이 늘려

Table 4. Fruiting body yield of a new commercial strain ‘Sena’

Cultivar	The number of available individuals	Yield (g/1,100 mL bottle)	The weight of individual (g)	Yield index
Sena	35.1 ^a	157 ^a	7.99 ^a	124
Goni	16.0 ^b	127 ^b	13.1 ^a	100

* Bottle size : 1,100 mL
 Substrate : poplar sawdust : Beet pulp : Cotton seed meal (50 : 30 : 20, v/v)
 Incubation conditions : temperature 23°C±1, relative humidity 65%±5, CO₂ 3,000 ppm±500
 Growth conditions : temperature 15~21°C, relative humidity 80~100%
 ** Statistics was analyzed by T-test at 0.05 level.



Fig. 2. Characteristics of fruiting body of a new commercial strain ‘Sena’

주어야 고수량과 우수한 품질을 유지시켜 수확할 수 있다.

저장성 평가

육성품종 ‘세나’와 대조품종 ‘고니’의 자실체를 수확하여 4°C에서 28일 간 저장한 뒤 중량감모율과 갓, 대 부위의 백색도 변화를 측정하였다. ‘세나’와 ‘고니’ 품종은 28일 저장 이후 약 4.2 g, 4.4 g이 감소하였다. 또한, 육안으로 보는 신선한 상태와 이취 등을 확인하는 Minamide법으로 신선한 정도를 판별했을 때, 28일 이후 ‘세나’는 4점으로 식용가능한 정도였으나, ‘고니’는 2점으로 식용 불가능한 정도로 자실체가 손상됨을 확인한 결과 ‘고니’보다는 ‘세나’의 저장성이 더 우수하였다. 갓이 백색인 느타리 인만큼, 저장 이후 품질의 변화를 확인하기 위해 갓과 대 부위의 백색도 변화를 측정하였는데, ‘세나’의 갓, 대 백

Table 5. Characteristics of fruiting body of a new commercial strain ‘Sena’

Cultivar	Pileus (mm)		Stipe (mm)		Brightness of pileus (L index)
	Diameter	Height	Thickness	Length	
Sena	31.9 ^a	24.0 ^a	9.35 ^a	69.1 ^a	85.1 ^a
Goni	39.9 ^a	28.4 ^a	13.6 ^a	57.1 ^b	82.5 ^a

* Bottle size : 1,100 mL
 Substrate : poplar sawdust : Beet pulp : Cotton seed meal (50 : 30 : 20, v/v)
 Incubation conditions : temperature 23°C±1, relative humidity 65%±5, CO₂ 3,000 ppm±500
 Growth conditions : temperature 15~21°C, relative humidity 80~100%
 ** Statistics was analyzed by T-test at 0.05 level.

Table 6. Change of weight reduction ration, freshness degree of fruit body when stored at 4°C for 28 days.

Cultivar	After harvest		After storage at 4°C for 28days		The ratio of weight reduction(%)
	Weight (g)	Freshness degree*	Weight (g)	Freshness degree*	
Sena	297.40	10	284.83	4	4.22
Goni	296.57	10	283.53	2	4.39

* Freshness degree was measured by Minamide method : 10; very fresh, 8; fresh, 6; available for sale, 4; edible, 2; not edible, 0; rotten.

Table 7. Change of the color of pileus and stipe when stored at 4°C for 28 days.

Cultivar	Part	After harvest				After storage at 4°C for 28 days				The difference between white index** (ΔW)
		L	a	b	White index* (W ₁)	L	a	b	White index* (W ₂)	
Sena	Pileus	84.4	-1.35	16.3	77.2	90.4	0.56	27.6	70.2	6.99
	Stipe	86.3	-0.38	12.1	81.4	94.0	0.13	26.2	73.1	8.33
Goni	Pileus	87.8	-1.42	17.6	78.4	90.4	-0.84	30.6	67.4	11.1
	Stipe	85.8	-0.26	10.7	81.3	92.4	-0.48	26.7	71.8	9.54

* The white index was measured by the equation, which was $W=100-[(100-L)^2+(a^2+b^2)]^{1/2}$.

** The difference between white index was measured by the equation, which was $\Delta W=W_1-W_2$.

색도 변화량은 각각 6.99, 8.33 이었고, ‘고니’는 11.1, 9.54 였다. 갯과 대의 선택에서도 ‘고니’보다는 ‘세나’의 백색이 더 잘 유지되는 것을 확인하였고, 종합적으로 저온에서 28일 간 저장 시 ‘세나’가 ‘고니’에 비해 중량과 품질이 더 우수하게 유지된다는 결론을 얻었다.

적 요

국내에서 많이 재배되는 버섯 품목 중 하나인 느타리는 병재배 자동생산 시스템이 개발되면서 대량생산이 가능해졌다. 그러나, 생산량이 과잉되며 소비가 줄어들면서 농가에서는 다양한 품목과 품종의 버섯을 요구하고 있다. 이에 갯이 백색이면서 수량이 높고 품질이 우수한 느타리 품종 ‘세나’를 개발하였다. 국립원예특작과학원 버섯과에서 보유중인 유전자원 중 기존 백색느타리 품종인 ‘고니’와 ‘미소’를 선발하여 포자 간 교잡을 통해 계통을 육성하고 재배시험과 특성평가를 통해 최종 우량계통을 선발하였다. ‘세나’ 품종의 균사생장 적온은 25~30°C이고, 버섯 생육 적온은 14~18°C이며 다발 형태로 생육하고 갯은 백색이며 얇은 깔때기 형태이다. 균사 생장은 맥아한천배지 (MEA)에서 가장 우수하고 30°C 이상의 고온에서는 생장하지 않았다. 1,100cc 병재배 시 유효경수는 약 35개로 대조품종 ‘고니’ 16개보다 많았으며, 수량도 약 157 g으로 24% 증수됨을 확인하였다. 수확된 버섯 300 g을 간이 포장하여 4°C 저온저장고에서 28일 간 저장했을 때, 중량감모율은 약 4.22%로 대조품종보다 낮았으며, 백색도 변화값도 갯, 대가 각각 6.99, 8.33으로 대조품종보다 낮았다. 갯이 백색으로 육안으로 보이는 품질 또한 중요하기 때문에, 대조품종 ‘고니’에 비해 ‘세나’ 품종이 저온 저장

을 거쳤을 때 중량과 품질 측면에서 모두 우수함을 확인하였다.

감사의 말씀

본 연구는 농촌진흥청 국립원예특작과학원 기본과제 (PJ01419604)에서 수행한 연구 결과로 연구비 지원에 감사드립니다.

REFERENCES

Choi JI, Ha TM, Jeon DH, Ju YC, Cheong JC. 2013. Characteristics and breeding of a long-term storable oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) variety ‘Gonji-7ho’. *J Mushrooms* 11: 149-153.

Choi JI, Lee YH, Gwon HM, Jeon DH, Lee YS, Lee YS. 2019. Mycelial and cultural characteristics of *Pleurotus ostreatus* ‘Baekseon’, a novel white cultivar for bottle culture. *J Mushroom* 17: 113-118.

Choi JI, Lee YH, Ha TM, Jeon DH, Ji JH, Shin PG. 2015. Characteristics of new mid-high temperature adaptable oyster mushroom variety ‘Heuktari’ for bottle culture. *J Mushrooms* 13: 74-78.

Henson JM, Butler MJ, Day AW. 1999. The dark side of the mycelium: Melanins of phytopathogenic fungi. *Annu Rev Phytopathol* 37: 447-471.

Korea seed and Variety service. 2000. Test guidelines for the protection of new varieties of plants (*Pleurotus* spp.).

Lee BJ, Kim YG, Kim HK, Yang ES, Lim YP. 2009. Tetrapolar incompatibility system of *Pleurotus ostreatus* new strain ‘Miso’. *J Mushroom Sci Prod* 7: 141-149.

Lee BJ, Kim YG, Kim HK, Yang ES, Lim YP. 2010. Studies on the development of mushroom media for bottle

- culture in new *Pleurotus ostreatus* 'Miso'. *J Mushroom Sci Prod* 8: 37-40.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2022. Special crop production.
- Oh MJ, Lim JH, Oh YL, Shin PG, Jang KY, Kong WS, Yoo YB. 2017. Characteristics and breeding a cultivar *Pleurotus citrinopileatus* 'Jangdari'. *J Mushrooms* 15: 1-5.
- Stamet P. 1993. Growing gourmet and medicinal mushroom. TenSpeed Press.
- Yoo YB, Lee SC, Kim EJ, Kong WS, Jang KY, Shin PG. 2009. Characterization of a new commercial strain 'Goni' by intra-specific hyphal anastomosis in *Pleurotus ostreatus*. *J Mushroom Sci Prod* 7: 130-134.
- Zadrazil F. 1978. Cultivation of *Pleurotus*. In S.T. Chang & W.A. Hayes (ed.), *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*, Academic Press. New York. 521-557.