

다수성 병재배용 산느타리 신품종 ‘산타리’의 균사배양 및 생육특성

최종인^{1,*} · 이윤혜¹ · 전대훈¹ · 권희민¹ · 지정현¹ · 신평균²

¹경기도농업기술원 버섯연구소

²국립원예특작과학원 버섯과

Mycelial and cultural characteristics of a new high-yield *Pleurotus pulmonarius* cultivar ‘Santari’ for bottle culture

Jong In Choi^{1,*}, Yun Hae Lee¹, Dae Hoon Jeon¹, Hee Min Gwon¹, Jeong Hyun Chi¹, and Pyung Gyun Shin²

¹Mushroom Research Institute, Gyeonggi Province ARES

²Mushroom Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA

ABSTRACT: Oyster mushrooms are one of the most popular edible mushrooms in Korea. The ‘Santari’ cultivar bred in this study, which belongs to the species *Pleurotus pulmonarius*, is a new oyster mushroom cultivar for bottle culture. It was bred by mating monokaryons isolated from ‘GMPO20404’ and ‘Hosan’. The optimum temperature for ‘Santari’ mycelial growth was 26–29°C on PDA medium, and the temperatures for primordium formation and for growth of the fruit body on sawdust medium were 22°C and 20°C, respectively. It took 34 days to complete the spawn run, 3 days to form primordia, and 3 days to finish fruit body growth in the bottle culture. The fruit body pilei were round in shape and brownish, whereas the stipes were long, thick, and white. The yield per bottle of ‘Santari’ was 172 g/1,100 mL, which was 43% higher than that of the reference cultivar (‘Hosan’). The springiness, cohesiveness, gumminess, and brittleness of the stipe tissue were 87%, 82%, 193 g, and 16 kg, respectively. These physical property values of ‘Santari’ were lower than those of the control cultivar, except for the cohesiveness.

KEYWORDS: Bottle culture, High yield, New cultivar, Physical property, *Pleurotus pulmonarius*, Santari

서론

느타리버섯류는 환경조건과 기주에 따라 다양한 종으로 분화되었다. 국내에서는 유전적 분석을 통하여 느타리버섯류를 16그룹으로 분류하였으며(Choi *et al.*, 2014), Zervakis

(1996) 등은 느타리속의 중간 불화합성을 통하여 느타리종을 11 그룹으로 분류하였다. 국내에 인공재배가 가능한 느타리버섯류는 느타리(*P. ostreatus*), 큰느타리(*P. eryngii*), 산느타리(*P. pulmonarius*), 사철느타리(*P. florida*), 전복느타리(*P. abalonus*), 노랑느타리(*P. cornucopiae*), 분홍느타리(*P. djamor*) 등이 있다. 2015년 국내 느타리버섯류의 생산량은 느타리(*P. ostreatus*) 62천톤/년, 큰느타리(*P. eryngii*) 46천톤/년으로 전체 버섯생산량의 57%를 차지하고 있으며, 다른 느타리 버섯류의 생산량은 매우 미미하다. 국내 육성된 느타리 품종도 6종 71품종으로 대부분 느타리와 큰느타리가 차지하고 있다(국립종자원, 2017).

국내의 버섯산업은 병재배 및 자동화 시스템의 도입으로 생산량은 지속적으로 증가하고 있으나, 물가의 상승으로 버섯 생산비가 증가되고 한정된 소비시장에 단일품목의 버섯을 대량 생산보급하면서 판매가격이 하락하여 농가의 소득이 감소하고 있는 실정이다. 국내 버섯생산의 안정화와 버섯 소비시장 확대를 위해서는 버섯품목과 품종을 다양화하고, 품질이 우수한 품종개발이 지속적으로

J. Mushrooms 2017 December, 15(4):190-194
http://dx.doi.org/10.14480/JM.2017.15.4.190
Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
© The Korean Society of Mushroom Science

*Corresponding author
E-mail : cji190@gg.go.kr
Tel : +82-31-229-6127

Received November 6, 2017
Revised December 6, 2017
Accepted December 19, 2017

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.

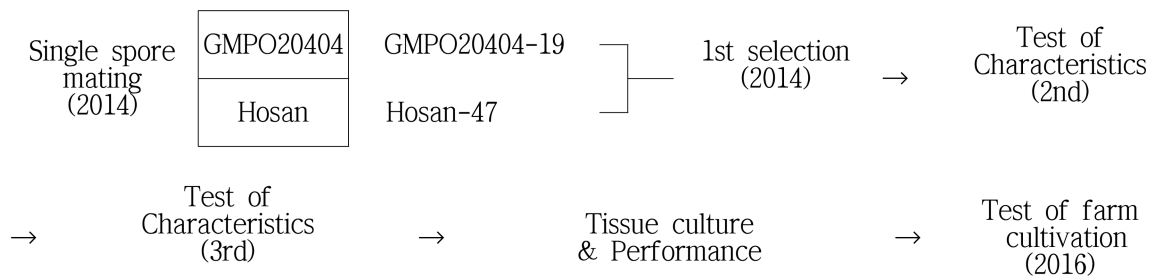


Fig. 1. Pedigree diagram of 'Santari' *Pleurotus pulmonarius* bred by single spore mating.

이루어져야 한다.

이번에 개발한 '산타리'는 산느타리버섯(*P. pulmonarius*)에 속하는 느타리과 (*Pleurotaceae*) 느타리속(*Pleurotus*)의 종으로 야생형의 특징은 다음과 같다. 갓크기가 30~110 mm이며, 갓색은 연황색 또는 연회갈색이다. 어린 자실체의 갓형태는 반반구형이며, 성숙한 자실체는 부채꼴 또는 깔대기 모양을 나타낸다. 대길이는 10×2~10 mm로 짧거나 없으며, 대색은 백색에 가까운 색택을 나타낸다. 포자의 크기는 8.0~12.5×3.0~4.5 μm로 원통형이며, 백색 또는 크림색이다. 버섯향은 달콤한 향을 내며, 맛은 약간 달콤하며 쓴맛을 가진다. 느타리는 일반적으로 가을에서 겨울 사이에 발생되지만, 산느타리버섯(*P. pulmonarius*)은 여름부터 가을에 발생하는 특징을 가지고 있으며, 갓표면의 표피가 얇고(40-50μm) 매끄러운 특징을 가지고 있다 (Boekhout 1990).

경기도농업기술원에서 개발한 산느타리 신품종 '산타리'는 갓이 둥근 형태이며 조직이 탄력있는 병재배형 품종으로 주요특성과 육성경위를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

'산타리'는 갓이 둥근형이며 대가 긴 형태인 'GMPO20404'와 갓색이 진갈색인 특성을 가지고 있는 '호산'을 14년도에 교배하여 육성한 품종이다.

단포자 교배에 사용된 단핵균주는 모본인 'GMPO20404'와 '호산'으로부터 포자를 받아 희석배양하고, 현미경 검경을 통하여 클램프 유무에 따라 단핵균주를 선발하였다. 선발된 단핵균주 중 'GMPO20404'의 19번 균주와 '호산'의 47번 균주를 2014년에 단포자 교배하여 '산타리'를 육성하였다. 2014년부터 2016년까지 주요특성 및 생산력 검정, 농가실증시험을 거쳐 농촌진흥청 품종심의회에서 신품종으로 선정되었다(Fig. 1).

생육배지는 미루나무톱밥+비트펄프+면실박(50:30:20, v/v)를 혼합하여 수분함량을 65%로 조절하였다. 생육배지는 배양병(1,100 ml, 병입구직경 75 mm, PP재질)에 680g 내외로 담아 121°C, 1.2기압에서 90분간 고압증기멸균을 하였다. 살균된 배지를 20°C까지 하온시키고 종균을 접종하여 배양실에서 32일간 배양하였다. 배양조건은 온도

20°C±1, 습도 65%±5, CO₂ 농도 3,000ppm±500 이었다. 배양이 완료된 후 20°C 생육실로 옮겨 자실체 형태에 맞추어 습도와 환기를 조절하면서 재배하였다. 생육특성조사는 국립종자원의 느타리 신품종 특성조사요령에 준하여 조사하였다. 농가실증시험은 병재배농가인 여주1(A), 여주2(B), 용인(C) 지역에서 실시하였으며, 배지조성 및 재배는 지역농가방식에 준하여 재배하였다.

자실체 색도는 Spectrophotometer(CM-2600d, Konika minota)를 이용하여 갓과 대의 색차를 측정하였으며, 물리성은 Sun rheo meter(COMPAC-100, Sun scientific co.)를 사용하여 대의 굵기가 8 mm의 자실체를 선발하여 측정하였다.

저장성실험은 수확한 버섯을 포장용기에 200g씩 담고 방담필름으로 포장하여 2°C 저온저장고에서 28일간 저장한 후 중량감모율, 신선도(Minamide법), 색도 변화를 조사하였다. 유통기간을 알아보기 위해, 28일간 4°C 저온 저장한 버섯을 15°C에 3일 동안 보관한 후 저장성, 신선도, 색도를 조사하였다.

DNA 다형성 검정은 '산타리'의 교배 단핵균주, 단핵균주의 모본인 이핵균사체를 PDA(Potato Dextrose Agar)배지상에서 배양하여 균사체로부터 염색체 DNA를 분리하였다. 이를 주형으로 하여 3개의 Random primer인 URP3, URP10, URP12 을 이용하여 각 PCR 반응으로 200 bp에서 2000 bp 범위의 크기를 가진 DNA 밴드를 관찰하였다.

결과 및 고찰

고유특성

PDA배지에서 균사생장적온은 26~29°C이고, 생육배지에서 버섯발생온도는 22°C, 버섯생육온도 20°C로 '호산'과 유사한 경향을 보였다. 형태적 특징에 있어 갓의 형태는 깔때기형이며, 발생형은 다발형으로 호산의 개체형과 다른 경향을 보였다(Table 1).

'산타리'는 PDA배지에서 균사생장 최적온도가 26~29°C로 배양온도 29°C에서 7일간 배양시 72 mm정도 성장하였으며, '호산'은 77 mm를 나타내었다. '산타리'와 '호산'은 32°C에서는 균사생장이 급격히 줄어드는 경향을 보였다(Table 2).

Table 1. Inherent characteristics of Santari

Variety	Optimum temp. of mycelial growth (°C)	Primordia formation of growth temp(°C)	Shape of pilei	Growth type
Santari	26-29	22/20	Funnel	Bunch
Hosan	26-29	22/20	Funnel	개체형

※Bottle size : 1,100 ml, ϕ75

Substrate : Saw-dust : Beet pulp : Cotton seed meal (50:30:20, v/v)
Incubation temp. 20°C±1, RH 65%±5, CO₂ 3,000 ppm±500

Table 2. Mycelial growth on different temperature (Unit : mm/7day)

Variety	Mycelial growth					
	17°C	20°C	23°C	26°C	29°C	32°C
Santari	41	60	64	70	72	27
Hosan	40	56	68	76	77	32

※Medium : PDA(potato dextrose agar)

Table 3. Cultural period of Santari in the bottle culture (Unit : days)

Variety	Period for spawn running	Period for primordia	Period for growth of fruiting	Total
Santari	28	3	3	34
Hosan	28	3	3	34

※Incubation Temp. 20°C±1, Growth Temp. 18~20°C

Media substrate : Saw-dust + Beet pulp + Cotton seed meal (50:30:20, v/v)

재배 및 형태적 특성

톱밥+비트펄프+면실박(50:30:20 v/v) 배지에서 배양온도 20±1°C로 유지하였을 때, 배양기간이 28일이었고, 초발이 소요일수는 22°C±1에서 3일, 자실체 생육일수는 18~20°C에서 3일로 총 34일이었으며, 대조품종인 ‘호산’과 총재배일수가 동일하였다(Table 3).

버섯 생육형태는 온도 18°C±1, 습도 93%±2, CO₂ 800 ppm±50에서 갓직경 35.9 mm, 대직경 10.1 mm, 대길이 79.2 mm로 대조품종에 비하여 갓이 작고 대가 굵으며 긴 형태를 나타내었다. 갓색은 회갈색으로 명도값(L) 53.7를 나타내어 ‘호산’에 비하여 명도값이 3 정도 낮아 갓색이 다소 연하게 나타났으며 대색택은 백색으로 명도값(L) 93

Table 4. Morphological characteristics of fruit-body of Santari in the bottle culture

Variety	Pileus		Stipe		
	Diameter (mm)	Color(L ^a)	Thickness of Stipe(mm)	Length of Stipe(mm)	Color(L ^a)
Santari	35.9	Grayish-blown(53.7)	10.1	79.7	White(93)
Hosan	36.1	Dark-blown(50.7)	7.5	67.2	Gray-white(83)

※Growth Temp. 18~20°C, L^a : brightness

Table 5. Results of performance test of Santari in the bottle culture (Unit : g/bottle)

Variety	Yield			C.V	Average (g/bottle)	Yield index (%)
	1st	2nd	3rd			
Santari	175	161	180	4.7	172a	143
Hosan	124	117	118	2.6	119b	100

※Bottle size : 1,100ml, ϕ75

Media substrate : Saw-dust + Beet pulp + Cotton seed meal (50:30:20, v/v)

Incubation temp. 20°C±1, Primordia formation temp. 19°C±1, Growth temp. 18°C±1, RH 93%±2, CO₂ 800 ppm±50

C.V(coefficient of variation), Different letters indicate significantly different at P=0.05(LSD).

Table 6. Physical characteristics of stipe of Santari in the bottle culture

Variety	Springness (%)	Cohesiveness (%)	Gumminess (g)	Brittleness (kg)
Santari	87	82	193	16.8
Hosan	90	80	204	18.4

※Measured part : Stipe of 8 mm thickness

를 나타내어 ‘호산’에 비하여 명도값이 10 정도 높았다 (Table 4).

생산력 검정

배지는 톱밥+비트펄프+면실박(50:30:20, v/v), 생육조건은 온도 18°C±1, 습도 93%±2, CO₂ 800 ppm±50에서 수량은 평균 172 g(1,100 ml, ϕ75 mm)으로 ‘호산’의 119 g에 비하여 43% 증수되었고, 발이 및 생육이 균일하고 안정적이었다(Table 5).

물리적 특성

대의 물리성 조사결과는 Table 6에서 보는 바와 같이, 탄력성이 87%, 씹음성 193 g, 깨짐성 16.8 kg으로 ‘호산’보다 낮게 나타났으며, 응집성은 82%로 ‘호산’보다 2% 정도 높게 나타났다.

저장성 조사

‘산타리’의 저장기간에 따른 중량감모율은 ‘호산’과 거

Table 7. Color Change of fruit body after being stored at 2°C for 28 days

Variety	Weight reduction ratio(%)	Freshness degree [↓]	Pileus					Stipe		
			ΔL [♯]	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE
Santari	0.3	7.0	10.2	-1	-1	10.2	-1.4	0.5	-1.6	2.1
Hosan	0.3	8.0	6.4	-0.8	-4.6	7.9	-1.6	0.9	-4	4.1

↓ Minamide method : 10; Very fresh, 8; fresh, 6; Available for sale, 4; Edible, 2; Not edible, 0; Rotten.

♯ ΔL : L1(after harvest) - L2(after being stored at 2°C for 28 days)

Δa : a1(after harvest) - a2(after being stored at 2°C for 28 days)

Δb : b1(after harvest) - b2(after being stored at 2°C for 28 days)

ΔE : Overall color difference $\Delta E = (\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2})$

※ L : brightness, a : redness, red(+), green(-), b : yellowness, yellow(+), blue(-).

Packing method : Wrap with anti-fogging film

Table 8. Color Change of fruit body when keeping at 15°C for 3 days after being stored at 2°C for 28 days

Variety	Weight reduction ratio(%)	Freshness degree [↓]	Pileus					Stipe		
			ΔL [♯]	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE
Santari	-0.4	6.0	11.8	-1	-2	12.0	-4	0.2	-0.6	4.0
Hosan	-0.6	4.0	-1.8	-0.8	-5.2	5.5	5.6	-1.5	-7	8.1

↓ Minamide method : 10; Very fresh, 8; Fresh, 6; Available for sale, 4; Edible, 2; Not edible, 0; Rotten.

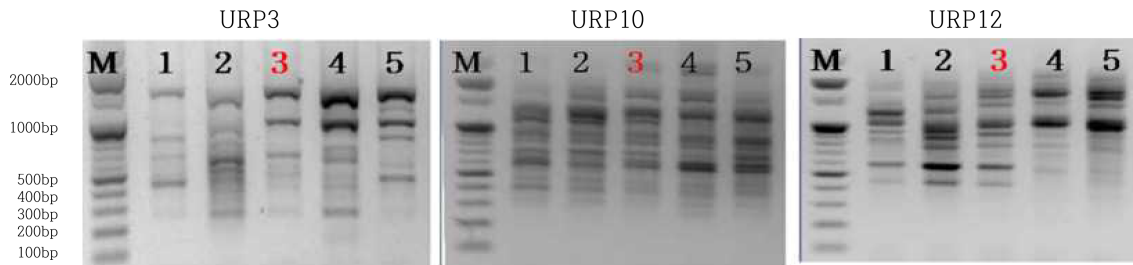
♯ ΔL : L1(after harvest) - L3(keep 15°C for 3 days after being stored at 2°C for 28 days)

Δa : a1(after harvest) - a3(keep 15°C for 3 days after being stored at 2°C for 28 days)

Δb : b1(after harvest) - b3(keep 15°C for 3 days after being stored at 2°C for 28 days)

ΔE : Overall color difference $\Delta E = (\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2})$

※ L : brightness, a : redness, red(+), green(-), b : yellowness, yellow(+), blue(-).



M : Marker, 1 : Hosan, 2 : Hosan-47(monokaryotic mycelium), 3 : Santari, 4 : GMPO20404-19(monokaryotic mycelium), 5 : GMPO20404

Fig. 2. Random amplified polymorphic DNA patterns by primer URP3, URP10, URP12.

의 차이가 없었으며, 신선도는 저온저장시 28일 경과후 7 점, 저온 28일 저장후 상온 3일 보관시 6점을 나타내어 대조품종인 ‘호산’ 보다 저장성이 우수하였다(Table 7, 8).

‘산타리’의 저장기간에 따른 갓색의 변화는 저온 28일 저장시 ΔE는 10.2, 저온 28일 저장후 상온보관시 12로 갓색이 진하게 변화되었으며, 대색의 변화는 저온 28일 저장시 ΔE는 2.1, 저온 28일 저장후 상온보관시 4.0을 나타내어 저온저장시 갓색이 진해지고 대색은 백색을 유지하였다.

DNA 다형성 분석

‘산타리’는 URP3, 10, 12 프라이머를 이용하여 유연관계를

분석하였다. URP3과 URP10 프라이머에서 GMPO20404 균주와 유사한 경향을 나타내었으며, URP12 프라이머에서는 ‘호산’과 유사한 DNA밴드를 형성하여 호산-48 단핵균주와 GMPO20404-19 단핵균주 간 교배가 이루어졌음을 확인할 수 있었다(Fig. 2).

농가실증시험 생육 및 수량

여주 등 3개 지역 재배농가에서 생육 및 자실체 특성을 조사하였다(Table 9). A농가(여주1)는 갓직경, 대직경, 대 길이가 각각 44.4 mm, 11 mm, 98 mm로 ‘호산’에 비하여 갓개산이 빠르고, 대가 굵고 긴형태를 나타내었다. 유효경 수는 14개로 ‘호산’의 25.6개 보다 10개 이상 적었으며,

Table 9. Results of farm field trials of Santari

Area	Variety	Pileus		Stipes		Stipes No. (No/bottle)	Yield (g/bottle)
		Color ^a (L)	Diameter (mm)	Thickness (mm)	Length (mm)		
A	Santari	40.8	44.4	11	98	14.1	120.8
	Hosan	39.4	23.8	6.8	65.2	25.6	79.4
B	Santari	45.2	31.6	8.2	81.4	28.0	165.2
	Hosan	43.2	28.4	7.2	61.2	22.2	114.5
C	Santari	38.2	34.4	11	73.4	28.5	141.7
	Hosan	37.2	27.0	7.6	55.6	19.2	113.9

※ Bottle size : 900 ml, φ65

^a brightness

수량은 120.8g(900 ml, φ65 mm)으로 '호산'에 비하여 52%정도 증수되었다.

B농가(여주2)에서는 갓직경, 대직경, 대길이가 각각 31.6 mm, 8.2 mm, 81.4 mm로 '호산'에 비하여 대가 굵고 긴형태를 나타내었다. 유효경수는 28개로 '호산'에 비하여 6개 이상 많았으며, 수량은 165.2 g(900 ml, φ65 mm)으로 '호산'에 비하여 44% 증수되었다.

C농가(용인)에서는 갓직경, 대직경, 대길이가 각각 34.4 mm, 11 mm, 73.4 mm로 '호산'에 비하여, 대는 굵고 긴형태를 나타내었다. 유효경수는 28.5개로 '호산'에 비하여 8개 이상 많았으며, 수량은 141.7g(900 ml, φ65 mm)으로 '호산'에 비하여 24% 증수되었다.

적 요

생육이 균일하고 다수성인 산느타리버섯 신품종 '산타리'의 주요특성은 다음과 같다. 26~29°C이고 버섯발생온도는 22°C, 버섯생육온도 18°C로 '호산'과 유사하며, 발생형은 다발형태를 나타내었다. 병재배시 배양기간은 28일, 초발이 소요일수는 3일, 생육일수는 3일로 총재배기간은 34일이 소요되었다. 갓크기는 35.9 mm이며, 갓색도(L)는 53.7로 회갈색을 나타내었고, 대는 직경 10.1 mm, 길이 79.7 mm로 '호산'에 비하여 굵고 긴형태이며, 대색택은 L=93으로 백색을 나타내었다. 수량은 생산력 검정시 1,100 ml병에서 172 g을 나타내었으며, 농가실증재배시 A(여주1) 120.8 g/900 ml, B(여주2) 165.2 g/900 ml, C(용인) 141.7 g/900 ml으로 대조구 대비 24% 이상 증수되었다. 대의 물리성은 탄력성, 응집성, 씹음성, 깨집성이 각각

87%, 82%, 193 g, 16.8 kg을 나타냈다. DNA다형성을 비교 분석한 결과 URP3, URP10, URP12의 primer에서 교배 모본인 '호산'과 'GMPO20404'의 DNA의 밴드가 혼합되어 있었으며 품종간, 균주간의 밴드 차이가 있었다. 저장기간에 따른 신선도는 저온저장시 7, 상온보관시 6 을 나타내어 대조품종인 '호산' 보다 상온보관시 신선도가 우수하였다.

감사의 글

이 연구는 Golden Seed프로젝트 (과제번호 : 213007-05-1-SB120)연구사업의 지원에 의해 수행한 연구결과입니다.

References

- 유영복 외. 2015. 버섯학 각론 - 재배 기술과 기능성. (주교학사. pp.67-110.
- 특용작물생산실적. 2015. 농림수산식품부.
- 품종등록현황. 2017. 국립종자원.
- Boekhout T. 1990. Flora agaricina neerlandica. CRC press. pp.20-40.
- Choi SG, Jang KY, Kong WS, Jo JS, Kim HY, Yoo YB. 2014. Phylogenetic relationships of *Pleurotus* species based on RAPD analysis. *J mushrooms*. 12:154-162.
- Shnyreva AA and shnyreva AV. 2015. Phylogenetic analysis of *Pleurotus* species. *Russian J Genetics*. 51:148-157.
- 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*. 100:717-731.