

느타리버섯 신품종 ‘수타리’의 육성 및 특성

이관우* · 김민자 · 전종옥 · 김익제

충청북도농업기술원

Characteristics and breeding of a new variety ‘Sootari’ in *Pleurotus ostreatus*

Kwan-Woo Lee*, Min-Ja Kim, Jong-Ock Jeon, and Ik-Jei Kim

Chungcheongbuk-Do Agricultural Research & Extension Services, Cheongju 28130, Korea

ABSTRACT: ‘Sootari’, a new variety of oyster mushroom, was bred by mating with monokaryons isolated from ‘Suhan’ and ‘Gonji-7ho’. The optimum temperature for the mycelial growth was 20~25°C on PDA medium and those for the primordia formation and growth of fruiting body of ‘Sootari’ were 16~18°C on sawdust substrate. In bottle cultivation, mycelial growth required about 25 days. In addition, primordia formation and growth of fruiting body required 4 days each. Regarding characteristics of the fruiting body, the shape and color of pileus were round type and black, respectively, and stipe color and shape were white and short and thin, respectively. The yield of fruiting bodies was 131.3±26.0 g per 1,100 mL bottle, which was 2% higher than that of Gonji-7ho.

KEYWORDS: Sootari, New variety, Oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*

서 론

느타리버섯은 주름버섯목(*Agaricales*), 느타리과(*Pleurotaceae*)에 속하는 사물 기생균으로 한국을 비롯한 전 세계에 분포하고 있다(Lee, 1990). 각종 활엽수의 고사목에 충생 또는 균생으로 발생하며 국내에서는 옛날부터 미루나무버섯 또는 버드나무버섯 등으로 불렸으며, 서양에서는 그 맛과 향이 굴과 같다 하여 굴버섯(oyster mushroom)이라고 부르고 있다(Berry, 1998; Chang *et al.*, 1993; Chang and Quimo, 1982).

우리나라 농산버섯의 생산량은 2016년 기준 162,296 M/T이며 이 중 느타리버섯의 생산량은 58,784 M/T로 36.2%를 차지하며 가장 많이 재배되고 있다.(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2017) 세계적으로 재배되고 있는 느타리버섯류에는 느타리, 사철느타리, 여름느타리, 노랑느타리, 분홍느타리, 전북느타리 등이 있다(Zadrazil, 1978; Stamet, 1993).

버섯의 품종보호권은 28종의 버섯에서 총 168 품종이 등록완료 되었으며, 이 중 느타리버섯이 총 57 품종(33.9%)으로 가장 많다(Korea seed and variety service, 2018). 현재 느타리버섯 농가에서 많이 재배되고 있는 품종은 ‘수한’과 ‘춘추2호’이며, 최근 육성된 ‘곤지7호’(Choi *et al.*, 2013), ‘흑타리’(Choi *et al.*, 2015)등 도 재배농가 수가 늘고 있다. ‘춘추2호’는 수량이 높고 생육이 빠르며 재배가 용이하여 농가들이 선호하나 대가 가늘고 질겨 품질면에서는 좋은 평가를 받지 못하고 있다(Yoo *et al.*, 2015).

버섯 시장에서는 갓색이 진하고 대색이 백색인 느타리버섯을 선호하며, 버섯 재배농가에서도 시장의 요구에 따라 갓색이 진하면서 대가 백색인 ‘수한’ 계열 품종의 재배가 점차 증가하고 있는 추세이다(Choi *et al.*, 2015). ‘수한’은 버섯 시장에서 형태적으로 높은 가치가 있지만, 재배하기 까다롭고, 생육이 불균일하여 재배농가에서 수확

J. Mushrooms 2018 September, 16(3):180-185
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2018.16.3.180>
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
 © The Korean Society of Mushroom Science

*Corresponding author
 E-mail : toolia18@korea.kr
 Tel : +82-43-220-5702

Received September 4, 2018
 Revised September 14, 2018
 Accepted September 19, 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.

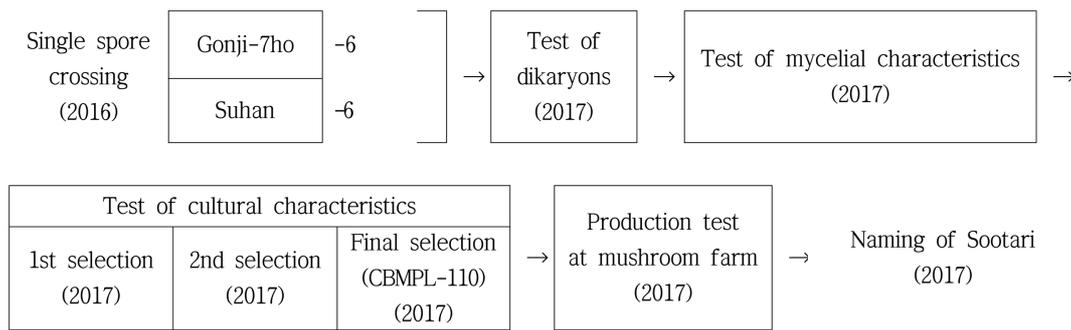


Fig. 1. The pedigree of a new oyster mushroom variety ‘Sootari’ bred by monospore mating.

에 어려움을 겪고 있다(Yoo *et al.*, 2012).

충북농업기술원에서는 갓색은 진하고 대색은 백색인 형태를 가지고 있으며, 발이가 균일하여 수량성이 높은 느타리버섯 신품종을 육성하기 위하여 본 연구를 수행하였으며, 그 결과 갓색이 진한 느타리버섯 ‘수타리’를 육성하였기에, 육성경위와 주요특성을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

육성경위

느타리버섯 ‘수타리’는 경기도농업기술원에서 육성한 ‘곤지7호’와 도입품종인 ‘수한’을 이용하여 육성된 품종이다. 교배모본인 ‘곤지7호’와 ‘수한’으로부터 각각의 포자를 받아 희석배양하고, 현미경으로 관찰하여 클램프가 없는 단핵균주를 분리하였다. 분리한 단핵균주는 PDA 배지 상에서 균사 생장과 밀도를 조사하여 배양 특성이 우수한 개체를 선발하였다. 교배모본당 최종 10개의 단핵균주를 선발하여 단포자 교배에 사용하였다. 현미경 검경을 통한 클램프의 유무로 교배균주를 확인하였고, 이들 교배균주에 대하여 배양특성과 3차에 걸친 재배특성 검정을 실시함으로써 ‘곤지7호’의 6번 단핵균주와 ‘수한’의 6번 단핵균주를 교배하여 얻은 교배균주 ‘CBMPL-110’가 최종 선발되었다. 최종 선발된 ‘CBMPL-110’ 균주는 농가 실증 시험을 거쳐 2017년도 직무육성 신품종으로 선정되었다 (Fig. 1).

시험균주 배양 및 자실체 특성조사

교잡균주는 PDA(Potato Dextrose Agar, Difco) 시험관 사면배지에 접종하여 4°C에 보존하였고, 필요시 PDA 평판배지에 접종하여 25°C 항온기에서 계대 배양하여 사용하였다. 자실체 특성을 조사하기 위하여 63%로 수분 조절된 포플러툽밥+비트펄프+면실박(5:3:2, v/v) 배지를 16구 자동입병기(세계정밀 제작)를 사용하여 1,100 ml PP (Polypropylene)병에 충전한 다음에, 고압살균기(제우프렌트 제작, 600병용)를 사용하여 121°C에서 90분간 살균하였다. 냉각 과정을 거친 살균된 툽밥 배지에 미리 준비해 둔 교배균주의 PDA 균사체를 2×4 cm 정도로 잘라 접종

하였다. 배양온도 20°C, 상대습도 55%, CO₂농도 1,000 ppm 조건의 배양실에서 25일간 배양 후 배양이 완료된 배지는 균균기를 실시하였고 발이실로 이동시켰다. 온도 18±1°C, 상대습도 99%, CO₂농도 1,500 ppm 조건의 발이실에서 병을 뒤집은 상태로 발이를 유도하고, 형성된 갓이 병 입구에 닿기 전에 병을 바로 세워 생육실로 이동시켰다. 생육실 이동 후에는 실내온도를 조금씩 낮추어 15~16°C에서 생육시켰으며, 상대습도 90±2%, CO₂농도 1,500 ppm 수준을 유지하였다. 농가 실증시험은 청주지역의 병재배 농가에서 실시하였다. 생육특성 조사는 국립종자원의 느타리버섯 신품종 특성조사 요령에 준하여 조사하였다.

DNA 다형성 검정

DNA 다형성 검정은 ‘수타리’와 모균주인 ‘곤지7호’ 및 ‘수한’의 균사체로부터 DNA를 분리 후 UFPF[Universal Fungal PCR Fingerprinting Kit, (주)제이케이바이오택] primer를 사용하여 PCR로 증폭시켰다. PCR 증폭산물을 전기영동하여 형성된 DNA 밴드 양상을 비교하여 Hybrid 여부를 확인하였다.

결과 및 고찰

고유특성

느타리버섯 ‘수타리’의 균사배양 적온은 20~25°C, 버섯 발생 온도는 18~19°C, 자실체 생육적온은 15~16°C이다. 갓의 형태는 깔대기형이고 갓색은 진한 흑색이며 발생은 다발형이다(Table 1). 대조품종으로 사용한 ‘곤지7호’와 비교하면 온도 특성인 균사배양 적온, 버섯 발생온도 및 자실체 생육적온은 비슷하였으나, 갓색은 ‘곤지7호’에 비해 더 진한 흑색을 띠어, 두 품종 간에 뚜렷한 차이를 나타냈다.

균사 배양 특성

배양온도를 달리하여 PDA 배지 상에서 조사한 균사배양 특성은 접종 및 배양 7일 후 20°C에서는 균사 길이 54.0 mm, 균사 밀도는 보통이었고, 25°C에서는 균사 길

Table 1. Inherent characteristics of ‘Sootari’

Variety	Optimal temp. of mycelial growth (°C)	Temp. of primordia formation (°C)	Optimal temp. of fruit body (°C)	Shape of pileus	Growth type	Color of pileus
Sootari	20~25	18~19	15~16	Funnel	Bunch	Black
Gonjo-7ho	20~25	18~19	15~16	Funnel	Bunch	Taupe

Table 2. Mycelial growth of ‘Sootari’ as influenced by different incubation temperature

Variety	Incubation temperature(°C)					
	20		25		30	
	MG	MD	MG	MD	MG	MD
Sootari	54.0±1.7	3	78.0±1.8	5	48.0±3.0	4
Gonji-7ho	67.0±2.9	4	71.0±2.1	5	55.0±3.1	3

^aMycelial growth: mm/7days at PDA medium

^bMycelial density: 5(very strong), 4(strong), 3(moderate), 2(weak), 1(very weak)

이 78.0 mm, 균사 밀도는 매우 치밀하였다. 그러나 30°C의 고온으로 배양했을 경우 균사 밀도는 치밀한 경향을 보였으나 균사 길이는 48.0 mm로 균사 생장이 늦었다. 이 결과를 바탕으로 ‘수타리’의 균사 성장 최적온도는 25°C라는 것을 알 수 있었으며, ‘곤지7호’는 25°C에서 71 mm 성장하여 대조품종 대비 균사 생장이 빨랐다. ‘곤지7호’의 경우 20~25°C 범위 내 균사 생장이 비슷한 경향을 보였으며, ‘수타리’와 ‘곤지7호’두 품종 모두 30°C 배양온도에서는 균사 생장이 느리고 세력이 약해지는 경향을 보였다(Table 2).

재배적 특성

‘수타리’의 재배기간은 1,100 mL PP병을 사용하여 포플러톱밥, 비트펄프, 면실박을 50:30:20(% , v/v) 혼합한 배지에서 온도 20°C, 상대습도 55%, CO₂농도 1,000 ppm으로 유지하였을 때 배양기간은 25일이었다. 발이 소요일수는 온도 18°C, 상대습도 99%, CO₂농도 1,500 ppm에서 4일, 생육일수는 온도 16°C, 상대습도 90%, CO₂농도 1,500 ppm에서 4일로 총 재배일수는 33일이었으며, 대조품종 ‘곤지7호’의 재배일수 35일에 비해 재배기간이 2일 단축되었다(Table 3).

배양 후 균검기 5일 경과 시점에 ‘수타리’의 발이 상태를 조사한 결과 발이율 95.3%로 측발이 발생을 10.1%로 발이가 비교적 균일한 반면, 대조품종인 ‘곤지7호’는 발이

율 92.2%, 측발이 발생을 22.2%로 ‘수타리’보다 측면 발생이 많았다(Table 4).

버섯의 생육형태는 개체중 8.2 g으로 대조품종과 비슷하였고, 유효경수는 병당 18개로 대조품종 대비 다소 많아진 경향이였다. 갓 직경 40.9 mm, 갓 두께 19.8 mm, 대 직경 14.6 mm, 대 길이 49.8 mm로 대조품종 대비 갓이 크고 두꺼웠으나 대는 가늘고 짧은 형태를 나타내었다(Table 5). 2017년 6월부터 3번의 생산력 검정을 실시한 결과 병 당 평균 수량은 131.3 g으로 대조품종 129.1 g보다 2% 증가되었다(Table 6).

‘수타리’와 대조품종 ‘곤지7호’의 발이 모습은 Fig. 2와 같고, 자실체 모습을 Fig. 3과 같다. 측면과 위에서, 그리고 자실체 개체를 각각 비교한 사진으로, Table 1에서와 같이 갓색에서 뚜렷한 차이를 보여준다. 육안으로 관찰한

Table 4. Uniformity ratio of primordia formation of ‘Sootari’ by bottle cultivation

Variety	Uniformity ratio of primordia formation	
	Uniform	Ununiform
Sootari	95.3±1.9	10.1±3.0
Gonji-7ho	92.2±2.5	22.2±5.2

Bottle size(diameter of mouth): 1,100 mL(Ø 75)

Substrate composition: poplar sawdust+beet pulp+cotton seed meal(50:30:20, v/v)

Table 3. Culture period of ‘Sootari’ by bottle cultivation method

Variety	Culture period(days)			
	Mycelial incubation	Primordial formation	Fruit body growth	Total
Sootari	25±2	4±2	4±1	33±5
Gonji-7ho	25±2	5±1	5±1	35±4

Bottle size(diameter of mouth): 1,100 mL(Ø 75)

Substrate composition: poplar sawdust+beet pulp+cotton seed meal(50:30:20, v/v)

Table 5. Morphological characteristics of fruit-body of ‘Sootari’ in the bottle culture

Variety	Pileus(mm)		Stipe(mm)		Individual weight (g)	No. of valid stipe per bottle
	Diameter	Thickness	Length	Thickness		
Sootari	40.9±3.7	19.8±2.7	49.8±4.2	14.6±1.4	8.2±0.8	17.9±3.2
Gonji-7ho	40.6±3.1	17.7±4.7	54.9±7.3	15.4±2.9	.7.9±2.2	15.4±2.9

Bottle size(diameter of mouth): 1,100 mL(∅ 75)

Substrate composition: poplar sawdust+beet pulp+cotton seed meal(50:30:20, v/v)

Table 6. Result of performance test of ‘Sootari’

Variety	Yield (g/1,100 mL)				Yield index
	1st	2nd	3rd	Average	
Sootari	126.2±14.6	108.2±23.3	159.5±30.8	131.3±26.0	102
Gonji-7ho	127.7±20.2	104.0±16.1	155.7±21.6	129.1±25.9	100

Bottle size(diameter of mouth): 1,100 mL(∅ 75)

Substrate composition: poplar sawdust+beet pulp+cotton seed meal(50:30:20, v/v)

Table 7. Color of fruit-body of ‘Sootari’ in the bottle culture

Variety	Pileus Color ^{a)}			Stipe Color		
	L	a	b	L	a	b
	Sootari	29.1 ± 1.0	2.1 ± 0.4	2.8 ± 0.6	69.8 ± 1.4	1.3 ± 0.4
Gonji-7ho	58.5 ± 3.8	3.8 ± 0.5	13.8 ± 0.5	71.2 ± 1.2	1.4 ± 0.1	9.1 ± 0.4

^{a)}L: brightness, a: red(+)/green(-), b: yellow(+)/blue(-)



Fig. 2. Uniformity in primordial formation between ‘Gonji-7ho’ and ‘Sootari’ bottle cultivation. (In each view ‘Gonji-7ho’ is located left and ‘Sootari’ right.)



Fig. 3. Morphological characteristics of fruit bodies between ‘Gonji-7ho’ and ‘Sootari’ by bottle cultivation method. (In each view ‘Gonji-7ho’ is located left and ‘Sootari’ right.)

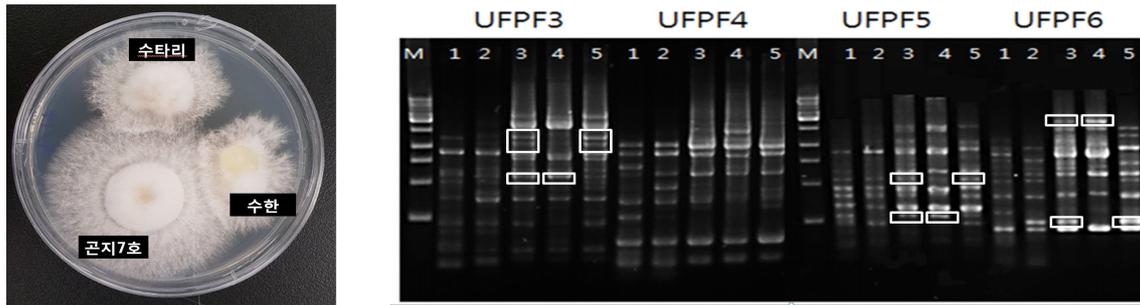


Fig. 4. Somatic test(left) and random amplified polymorphic DNA patterns by UFPF3, UFPF4, UFPF5, UFPF6 primer(right). M(Marker), 1(Gonji-7ho), 2(Suhan), 3(Sootari), 4(Gonji-7ho-06, monospore), 5(Suhan-06, monospore)

두 품종의 갓색 차이는 비색계를 이용하여 측정된 색도로 비교가 가능하였다(Table 7). ‘수타리’의 갓색은 명도값(L)빼기 29.1, 적색값(a) 2.1, 황색값(b) 2.8로 ‘곤지7호’에 비해 명도값이 29.4 낮아 갓색이 진한 흑색을 나타냈다. 대는 명도값(L) 69.8, 적색값(a) 1.3, 황색값(b) 1.4로 ‘곤지7호’와 비슷한 경향을 보였다.

DNA 다형성 분석

‘수타리’와 대조 품종 ‘곤지7호’를 구별하기 위한 대치배양 및 DNA 다형성을 분석한 결과는 Fig. 4와 같았다. PDA 평판배지에서 ‘수타리’와 모균주인 ‘곤지7호’와 ‘수한’의 균사를 대치배양했을 때 이들 간에 확실한 대선을 형성하였다. 따라서 대치배양을 통한 체세포 불화합성 검사는 육성계통인 ‘수타리’의 고유성을 확인하는 방법으로 적합하였다. 또한 PDA 평판배지에서 자란 균사체로부터 DNA를 각각 분리한 후 UFPF3와 UFPF4, UFPF5, UFPF6 프라이머를 이용하여 PCR을 한 결과, ‘수타리’는 UFPF3, 4, 5, 6 primer에서 모균주인 ‘수한’과 ‘곤지7호’와는 다른 밴드형태를 나타내었고 ‘곤지7호-06’ 단핵균주와 가장 유사한 밴드형태를 나타내었으며, UFPF3, UFPF5, UFPF6 primer에서 ‘곤지7호-06’ 단핵균주와 ‘수한-06’ 단핵균주의 혼합된 형태로 나타났다. 이로 보아 ‘수타리’는 모균주와는 다른 계통이며 ‘수한-06’과 ‘곤지7호-06’ 단핵 균주 간 교배가 이루어졌음을 확인할 수 있었다.

농가실증시험

청주 옥산 지역의 느타리버섯 재배농가에서 생육 및 자실체 특성조사를 하였다. ‘수타리’의 발이 소요일수는 4일로 대조품종 ‘곤지7호’의 발이 소요일수가 6일인 것에 비해 2일 짧았고 생육일수는 4일로 동일하였으며, 발이 및 생육이 균일하였다. 자실체 특성은 갓 직경 33.6 mm, 갓 두께 20.1 mm, 대 길이 67.2 mm, 대 직경 8.3 mm으로 대조품종에 비하여 갓은 크고 두꺼운 편이었으며, 대는 가늘지만 길이가 긴 편이었다. 유효경수는 33.1개로 대조품종보다 7개 정도 많았고 개체중은 4.6 g으로 대조품종과 비슷하였으며, 병당 평균 수량은 180.9 g으로 대조품종보다 28% 증가하였다(Table 8).

충청북도농업기술원 버섯연구동 재배사의 결과와 농가 실증시험의 결과를 비교했을 때 대체적으로 비슷한 결과를 보였으나, 농가실증시험에서 개체중은 줄어들고 유효경수가 많아졌다. 또한 갓은 작아진 반면 대의 길이가 길어졌으며, 수량 또한 증가하였다. 이는 톱밥+비트펄프+면실박+면실피를 혼합하는 수한 계열의 배지조성이 톱밥+비트펄프+면실박을 혼합한 춘추계열의 배지조성보다 ‘수타리’에 있어서는 적합한 배지조성인 것으로 판단되었다.

기타 재배상의 유의점

‘수타리’는 초기 발생부터 갓색이 진한 흑색을 띠며, 광 조사를 하지 않아도 갓색이 진하게 유지되는 특성이 있다. 또한 대의 길이가 다소 짧으며 생육 시 환기를 많이 필요로 하지 않으므로 생육실 내 환기량을 줄여 대의 길이를

Table 8. Result of farm field trial of ‘Sootari’

Variety	Primordia	Pileus		Stipe		Individual weight (g)	No. of valid stipe per bottle	Yield (g/900 mL)
	formation period (days)	Diameter (mm)	Thickness (mm)	Length (mm)	Thickness (mm)			
Sootari	4±1	33.6±4.4	20.1±2.7	67.2±7.3	8.3±1.4	4.6±1.3	33.1±5.0	180.9±7.8
Gonji-7ho	6±1	29.8±4.2	14.0±2.1	57.0±11.4	10.5±1.2	4.2±1.0	26.0±3.7	140.9±17.7

Bottle size(diameter of mouth): 850 mL(∅ 59)

Substrate composition: poplar sawdust+cotton seed hull+beet pulp+cotton seed meal(45:30:15:10, v/v)

조절할 수 있다.

적 요

느타리버섯 신품종 ‘수타리’의 균사생장 적정 온도는 20~25°C이었으며 대조품종인 ‘곤지7호’의 균사생장 적온은 26~29°C라고 보고되었으나(Choi *et al.*, 2013) 본 연구에서는 20~25°C에서 균사 생장이 활발했다. ‘수타리’의 발이 온도는 18~19°C, 적정 생육온도는 15~16°C로 ‘곤지7호’와 비슷한 중온성 품종으로 나타났다. ‘수타리’는 배양 25일, 버섯 발생 4일, 생육 4일로 총 재배기간이 33일이었으며 ‘곤지7호’에 비해 재배기간이 2일 짧았다.

‘곤지7호’는 버섯 품질이 우수하여 가락동 도매시장에서 판매가격이 높으나 버섯 발생현상이 불균일하다(Jeoung *et al.*, 2015). Jeoung에 따르면 ‘곤지7호’ 품종을 20°C에서 30일간 배양 후 버섯 발생특성 조사 결과 발이율은 100%였고, 측면 발생현상은 22.0%가 나타났다. 본 연구에서 버섯 발생현상을 조사한 결과 ‘곤지7호’는 발이율 92.2%, 측면 발생현상 22.2%로 전체적인 버섯 발이율은 기존 연구에 비해 낮아졌지만 측면 발생현상은 비슷하였다. ‘수타리’의 발이율은 95.3%, 측면 발생현상은 10.1%로 ‘곤지7호’ 대비 발이가 안정되고 균일한 양상을 나타냈다.

‘수타리’는 ‘곤지7호’와 비교하여 갓 두께가 두껍지만 대는 가늘고 짧은 형태를 띠었다. ‘수타리’의 갓색은 흑색으로 명도값(L) 29.1로 대조구 58.5에 비해 많이 진한 것으로 나타났다. 생산력 검정을 통해 수량을 측정된 결과 ‘수타리’의 병 당 평균 수량이 131.3 g으로 대조품종 비해 2% 증가되었다.

현재 느타리버섯 시장에서는 품질을 중요시하고 있다. 갓색이 흑색으로 진하고 대색이 순백색인 형태가 소비자와 시장의 선호도가 높다. 본 연구를 통해 육성된 ‘수타리’는 갓색이 진하여 시장의 요구에 부합되는 품종이다. 또한 재배농가에서는 버섯 발생 균일성, 다수성 품종을 요

구하고 있다. ‘수타리’는 대조구 ‘곤지7호’에 비해 버섯 발생이 균일하고 안정되었으며 수량이 높았다.

REFERENCES

- Berry DR. 1998. Physiology of industrial fungi. Blackwell Scientific Publications, USA.
- Chang ST, Quimo TH. 1982. Tropical mushrooms. The Chinese Press, Hong Kong.
- Chang ST, Buswell JA, Chiu SW. 1993. Mushroom biology and mushroom products. Chinese University Press, Hong Kong.
- Choi JI, Lee YH, Ha TM, Jeon DH, Chi JH, Shin PG. 2015. Characteristics of new mid-high temperature adaptable oyster mushroom variety ‘Heuktari’ for bottle culture. *J Mushroom Sci Prod* 13:74-78.
- 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 Mushroom Sci Prod* 11:149-153.
- Jeong YK, Chi JH, Baek IS, Kim JH, Lim JW. 2015. The effect of post-incubation period and temperature treatment on the uniform primordia formation of *Pleurotus ostreatus*. *J Mushroom Sci Prod* 13:223-227.
- Korea seed and variety service. 2018. Variety protection public bulletin.
- Lee TS. 1990. The full list of recorded mushrooms in Korea. *Kor J Mycol* 8:233-259.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2017. Cash crop Production records.
- Stamet P. 1993. Growing gourmet and medicinal mushroom. TenSpeed Press.
- Yoo YB, Kim EJ, Kong WS, Jang KY, Shin PG. 2012. Characteristics of a new commercial strain ‘Guseoll’ by Intra-specific hyphal anastomosis in *Pleurotus ostreatus*. *J Mushroom Sci Prod* 10:109-114.
- Yoo YB, Oh MJ, Kim ES, Jung JH, Shin PG, Kim ES, Oh YL, Jang KY, Kong WS. 2015. Characterization of a new commercial strain ‘Mongdol’ by Intra-specific hyphal anastomosis in *Pleurotus ostreatus*. *J Mushroom Sci Prod* 13:212-216.
- Zadrazil F. 1978. Cultivation of *Pleurotus*.sa In The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms, eds Chang, S.T. & Hayes, W.A. pp. 521-557. New York: Academic Press.