

RESEARCH ARTICLE

국내에서 수집한 야생 표고의 사각 톱밥배지 재배에서 자실체의 형태적 특성

정연석, 김민준, 김은진, 박미정, 가강현, 장영선*

국립산림과학원 산림생명자원연구부 산림미생물연구과

Morphological Characteristics of the Fruiting Bodies of Wild *Lentinula edodes* Strains Cultivated on Sawdust Blocks in Korea

Yeun Sug Jeong, Min-Jun Kim, Eunjin Kim, Mi-Jeong Park, Kang-Hyeon Ka, and Yeongseon Jang*

Forest Microbiology Division, Department of Forest Bio-resources, National Institute of Forest Science, Suwon 16631, Korea

*Corresponding author: idjys@korea.kr

ABSTRACT

Wild *Lentinula edodes* (shiitake) strains are an important breeding material for developing new varieties suitable for various consumer preferences and environmental conditions. The morphological characteristics of 100 wild shiitake strains collected from 14 regions were investigated in a sawdust block cultivation. The characteristics of their fruiting bodies were diverse. Among them, 38% of the caps was convex, 33% was broadly umbonate, 27% was applanate, and 2% was shallowly depressed. In terms of their stipes, 55, 23, and 22% were the column, clavate, and funnel type, respectively. The shape of the cap was the most diverse on Mt. Hwaak, whereas the shape of the stipe showed various phenotypes from various regions. Even among strains collected from the same forest, different types of mushrooms were observed. In conclusion, wild shiitake strains that have adapted to various environmental stress can be used to develop new varieties. Thus, securing various genetic resources and studying their traits are important for researching breeding technology.

Keywords: Diversity, *Lentinula edodes*, Morphological characteristics, Resources, Wild



OPEN ACCESS

pISSN : 0253-651X
eISSN : 2383-5249

Kor. J. Mycol. 2023 December, 51(4): 429-440
<https://doi.org/10.4489/kjm.20230044>

Received: November 09, 2023

Revised: December 15, 2023

Accepted: December 15, 2023

© 2023 THE KOREAN SOCIETY OF MYCOLOGY.



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

표고(Pyogo, *Lentinula edodes*)는 담자균문(Basidiomycota)에 속하는 백색부후균으로, 식용버섯으로 널리 이용되고 있다[1]. 독특한 맛과 영양가로 인해 식용, 약용으로 많이 소비되고 있고, 약리학적 중요성으로 인해 최근 유럽, 북미 및 아프리카에서 주목을 받고 있으며[2], 식품, 조미료 및 건강증진자원으로 많이 소비되고 있다[3]. 표고의 재배는 약 800여년 전부터 시작되었고 주로 한국, 중국, 일본, 대만 등 동아시아 국가에서 재배되고 있으며 주로 참나무를 이용하여 재배되고 있다[4].

다양한 소비자의 선호도와 기후의 변화로 인해 새로운 품종 개발에 대한 수요는 증가하고 있다[5]. 다양한 품종의 개발을 위해서는 다양한 형질을 가진 자원을 활용하는 것이 필요하다. 야생 표고는 오랜 시간동안 다양한 기후조건에 적응하였으며, 생물적, 비생물적 스트레스에 대한 적응성이 향상되어 있다[6]. 그리고 다양한 조건 하에서 선택되고 생존한 자원들은 신품종 개발을 위한 효과적인 육종 소재이다[7]. 또한 유전자 분석을 통해 유전적 다양성을 결정하고 확보하는데 도움이 될 수 있다[8].

본 연구에서는 국립산림과학원에서 채집하여 보존하고 있는 야생 표고 균주들의 톱밥배지 재배 환경에서의 형태적인 특성을 확인하여 신품종 개발 및 품종의 다양화를 위한 육종자원을 선별하기 위한 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

표고 보존균주의 계대 및 배양

국립산림과학원에서 1983년부터 2021년까지 지리산, 계방산, 오대산 등 14개 지역에서 수집한 100개의 야생표고 균주들을 본 연구에 사용하였다. 조직분리를 통해 균사체를 확보하였고, Potato dextrose agar (PDA, BD Difco, Franklin Lakes, USA) 사면배지에 계대배양하여 4°C로 유지되는 균주보존실에서 보존하였다. 또한 보존기간을 길게 유지하기 위하여 3 mm 이내로 파쇄 및 체를 친 신갈나무 톱밥을 함수율 65%이 되도록 물과 혼합하여 121°C, 60분 동안 고압증기멸균한 톱밥시험관에 계대하였고, 1개월간 23°C에서 배양한 후, 4°C 균주보존실에서 보존하였다.

시험 균주의 접종 및 배양

균주보존실에서 보존 중인 톱밥시험관 내의 균사가 배양되어 있는 톱밥을 PDA 평판배지(Ø 90 mm)에 접종하여 25°C 배양실에서 15일 동안 배양하였다. 배양한 균주는 사각블럭배지에 접종하기 위한 접종원으로 사용하였다.

톱밥배지 제작 및 배양

톱밥재배를 위한 사각블럭배지를 제작을 위해 입자크기 3-10 mm의 참나무 톱밥 85%(w/w) (상수리나무:신갈나무=1:1), 밀기울 15% (w/w)를 함수율 60%로 혼합하였다. 필터가 부착된 사각 톱밥배지 비닐(가로 20 cm×세로 10 cm×높이 46 cm)에 2.1 kg의 혼합한 톱밥배지를 비닐의 크기에 맞는 사각형 틀에 맞추어 입봉하였으며, 100°C 60분, 121°C 90분간 고압증기멸균한 뒤, 18°C에서 냉각 후 사용하였다. PDA 평판배지 1개에 가득 자란 균사체의 3/4을 각각의 톱밥배지마다 접종하였다. 접종 후 재배비닐의 입구를 밀봉하여 23°C, 상대습도 60%, CO₂ 농도 1,000 ppm으로 유지되는 배양실에서 100일 동안 배양하였다. 빛이 없는 암조건에서 60일간 배양 후, 약 250 lux의 백색광이 있는 조건 하에서 40일간 명배양 하였고, 배양을 마친 사각블럭배지는 발생작업을 진행하였다.

국립품종관리센터에서 발간한 ‘신품종 심사를 위한 표고버섯 재배 및 특성조사 매뉴얼’ [9]에 따라 자실체의 특성을 조사한 결과, 자실체의 갓 종단면은 평반구형(convex) 38%, 중앙볼록형(broadly umbonate) 33%, 편편형(applanate) 27%, 중앙오목형(shallowly depressed) 2%로 나타났다. 갓 인피의 부착 형태는 가장자리(brim) 36%, 전체(entire) 36%이고, 갓 인피 색상은 흰색(white)이 63%, 그 이외의 색(유색, colored)이 37%였다. 모든 자실체에서 대가 부착되었고, 대가 갓의 중심에 있는 중심생(central) 65%, 한 쪽으로 치우쳐 있는 편심생(excentric)이 35% 관찰되었다. 대의 종단면을 확인한 결과 기둥형(column type) 55%, 곤봉형(clavate type) 23%, 깔때기형(funnel type) 22%가 관찰되었으며, 대의 색은 흰색이 아닌(colored) 균주가 91%, 흰색(white)이 9%로 확인되었다. 모든 균주의 대에 털이 부착되어 있었고, 그 밀도는 중간정도(median density)가 53%, 성긴(밀도가 낮은, sparse) 균주가 43%, 조밀한(close) 균주가 4% 확인되었다. 대에 부착된 털의 색은 흰색이 아닌 균주가(colored) 88%, 흰색인(white) 균주가 12% 확인되었다(Fig. 2).

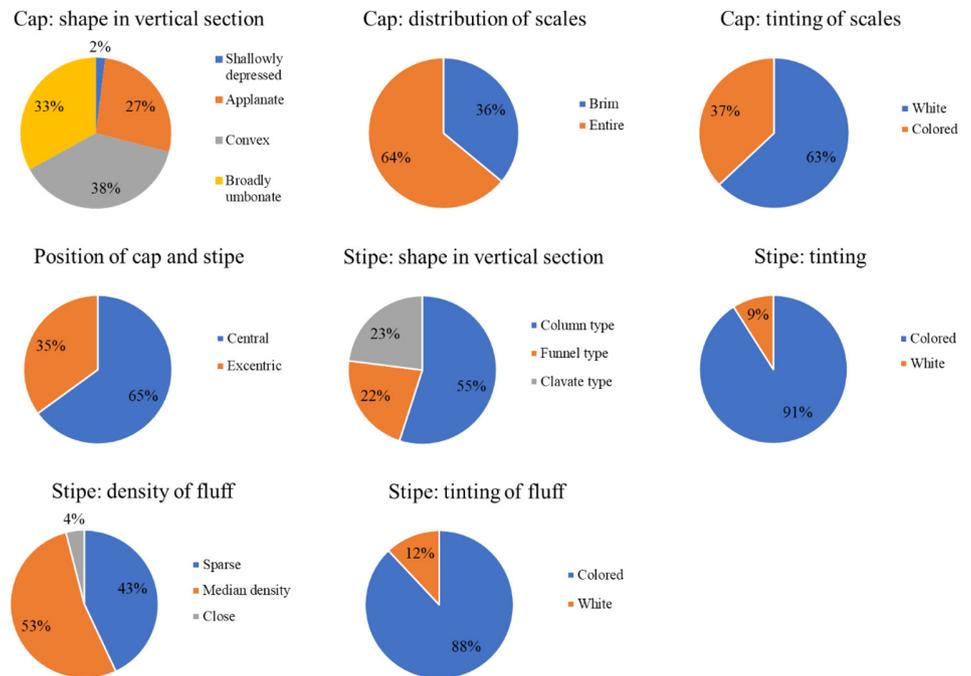


Fig. 2. Frequency analysis of *Lentinula edodes* morphological characteristics in this study. 100 strains were used this analysis and characters were measured according to the variety screening guidelines [9].

총 14개 채집지역 중 야생 표고버섯을 많이 채집한 6개 지역에서 채집한 야생표고버섯의 특성 분포를 조사하였다(Fig. 3-8). 갓의 종단면은 화악산에서 채집한 균주들에서 4가지의 유형이 모두 나타났으며, 다른 5개의 지역에서는 중앙오목형, 편편형, 중앙볼록형의 형태가 모두 나타났다. 갓의 인피는 두 가지의 유형 모두 나타났으며, 인피가 없는 균주는 없었다. 인피의 색은 흰색과 유색 두 가지 유형 모두 나타났으며, 대의 위치도 중심생과 편심생이 나타났으나, 점봉산과 화악산을 제외한 다른 지역에서는 중심생인 균주의 비율이 더 높았다. 대의 종단면은 기둥형의 형태를 가진 균주가 가장 많이 나타났으며, 가리왕산은 곤봉형의 대를 가진 균주가 가장 많았다. 대에 부착된 털의 색은 오대산, 점봉산, 화악산에서 채집한 균주들은 모두 유색을 나타냈으며, 다른 지역에서는 흰색과 유색의 유형이 모두 나타난 것으로 확인이 되었다.

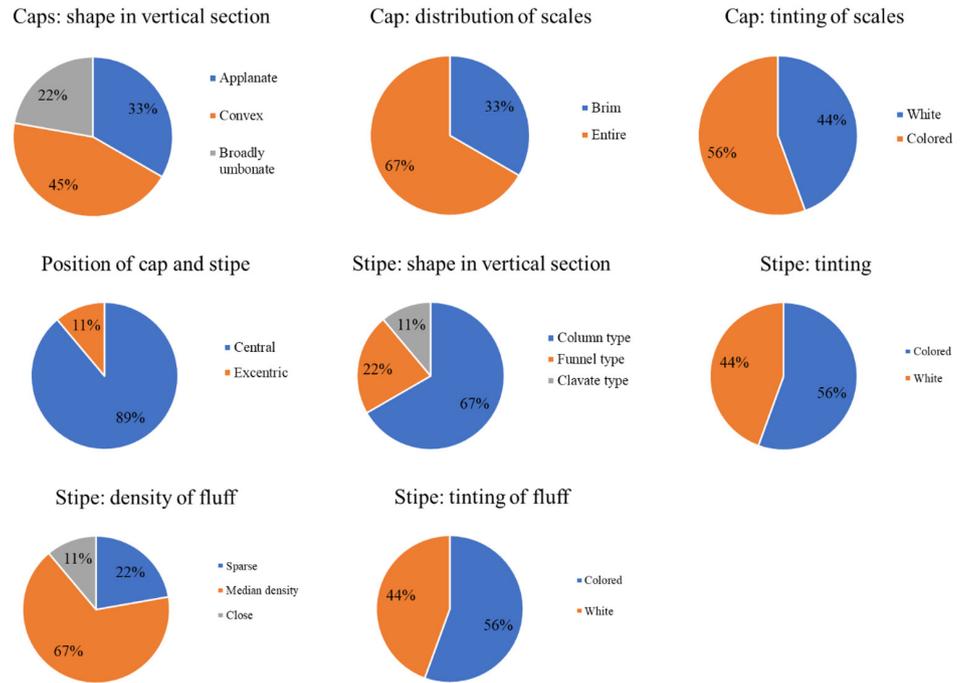


Fig. 3. Frequency analysis of *Lentinula edodes* morphological characteristics in this study collected by Mt. Jiri. 9 strains were used this analysis and characters were measured according to the variety screening guidelines [9].

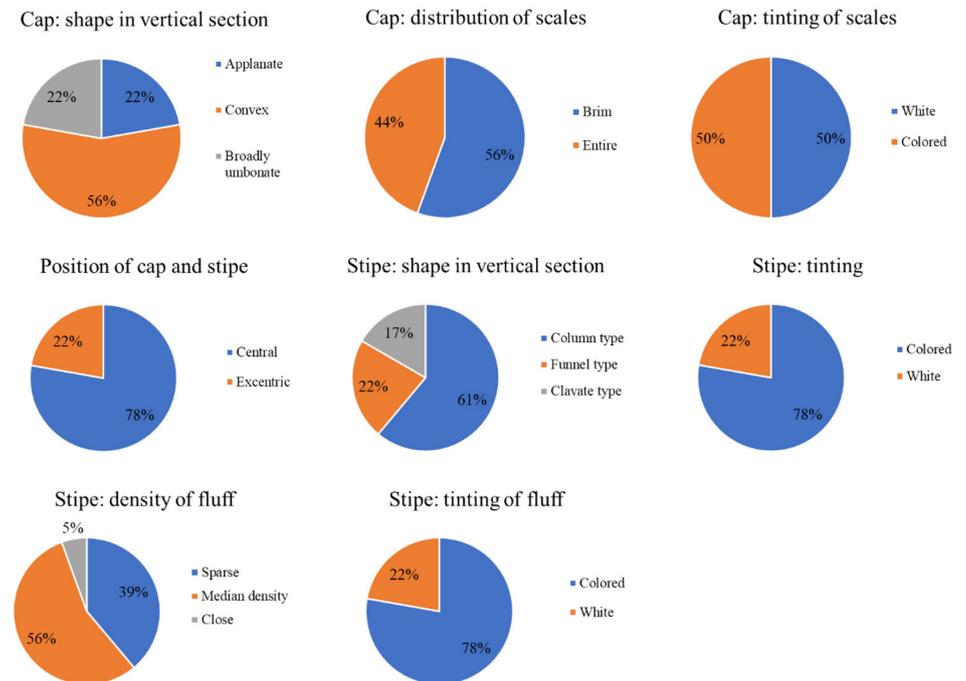


Fig. 4. Frequency analysis of *Lentinula edodes* morphological characteristics in this study collected by Mt. Gyeong. 18 strains were used this analysis and characters were measured according to the variety screening guidelines [9].

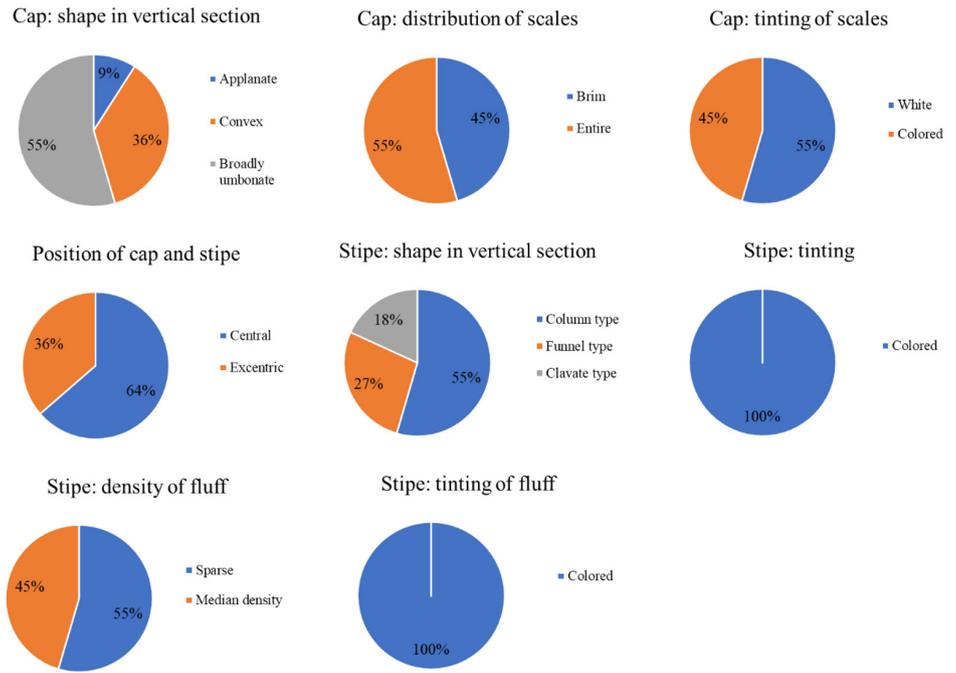


Fig. 5. Frequency analysis of *Lentinula edodes* morphological characteristics in this study collected by Mt. Odae. 11 strains were used this analysis and characters were measured according to the variety screening guidelines [9].

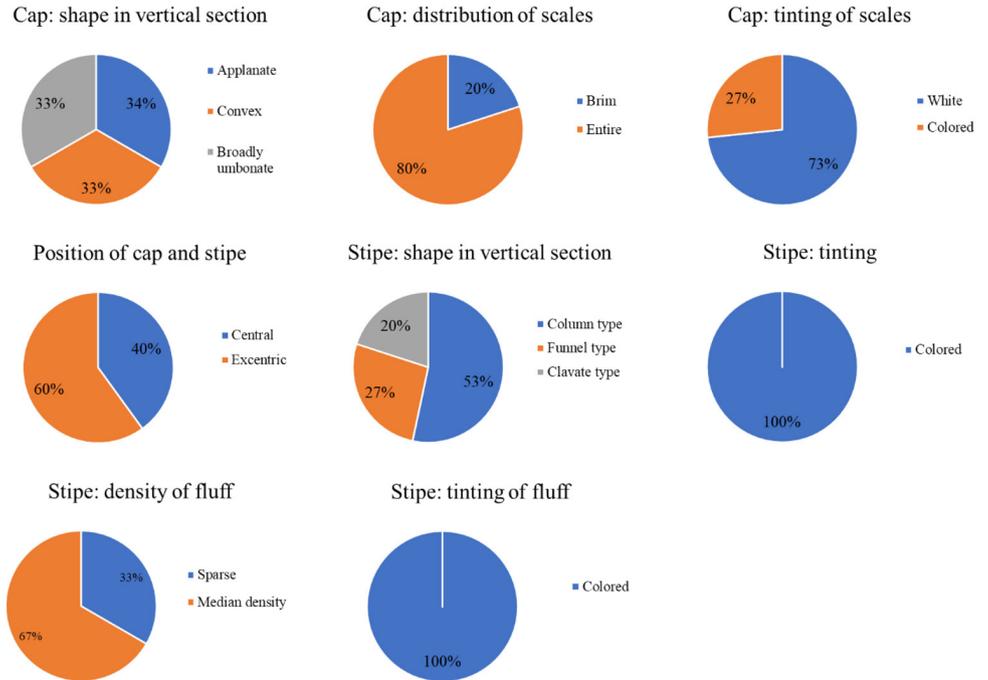


Fig. 6. Frequency analysis of *Lentinula edodes* morphological characteristics in this study collected by Mt. Jumbong. 15 strains were used this analysis and characters were measured according to the variety screening guidelines [9].

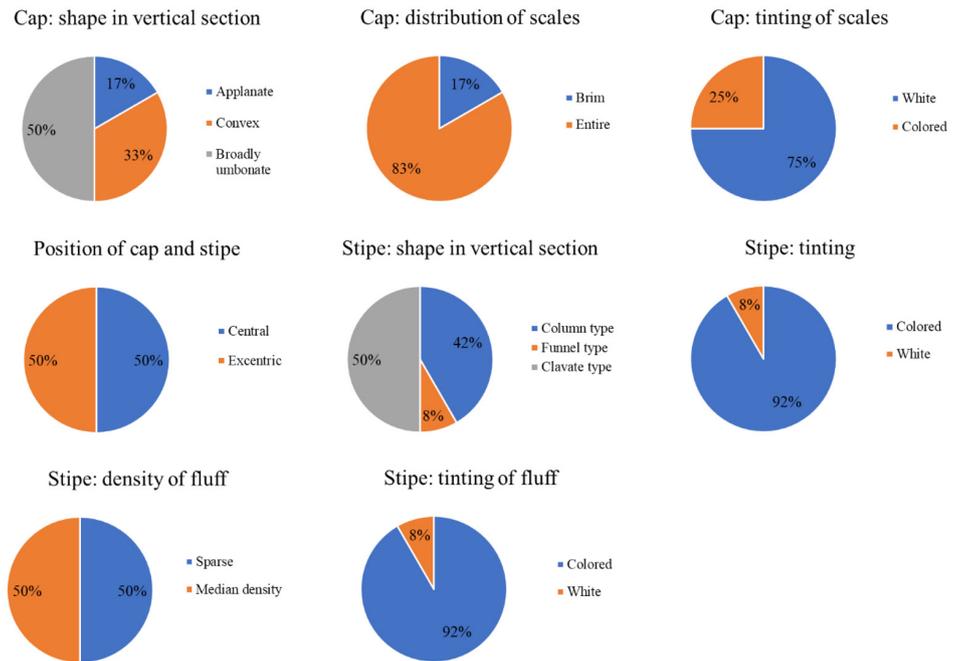


Fig. 7. Frequency analysis of *Lentinula edodes* morphological characteristics in this study collected by Mt. Gariwang. 12 strains were used this analysis and characters were measured according to the variety screening guidelines [9].

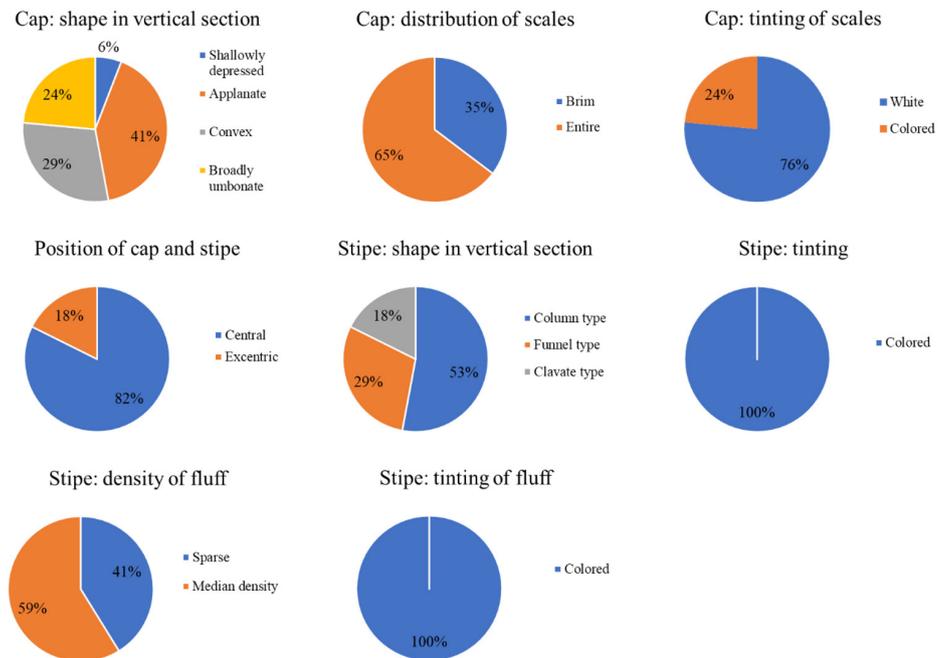


Fig. 8. Frequency analysis of *Lentinula edodes* morphological characteristics in this study collected by Mt. Hwaak. 12 strains were used this analysis and characters were measured according to the variety screening guidelines [9].

대에 부착된 털의 밀도가 조밀한 균주는 지리산과 계방산에서 채집한 균주들에게서만 확인되었으며, 다른 지역의 표고 균주들은 털의 밀도가 성기거나 중간정도의 밀도를 보여주었다. 이외의 지역들 중 용대리에서 채집한 버섯들은 모두 중앙볼록형의 갓 종단면을 가졌으며, 갓 인피는 전체적으로 부착되어 있었다. 대의 위치는 모두 다 편심생이었으나, 대의 종단면은 다양한 형태를 나타내었다. 그리고 설악산에서 채집한 2개의 균주들은 갓의 종단면, 대의 위치, 대의 종단면이 각각 다르게 나타났다(Fig. 9).

톱밥배지에서 발생한 자실체를 수확하여 갓과 대의 크기 및 자실체의 중량을 측정하였고, 각 지역별로 우수한 균주를 선별하기 위해 비교하여 보았다(Table 1). 지리산에서 채집한 9개의 균주들 중 NIFoS 6083 균주가 가장 무겁고 갓의 크기가 가장 큰 것으로 나타났으며, NIFoS 667, NIFoS 664 (계방산), NIFoS 5254, NIFoS 5256, NIFoS 5257 (오대산), NIFoS 5446 (점봉산), NIFoS 1520 (가리왕산), NIFoS 4617, NIFoS 5250 (화악산) 균주들의 자실체 크기나 갓의 크기가 다른 균주들보다 우수한 것으로 확인되었다. 점봉산에서 채집한 NIFoS 5443 균주는 자실체의 발이가 다른 균주들보다 적었고, 수확된 자실체의 수량도 적었다. 이 균주는 발이온도가 18°C 가 아닌 것으로 여겨진다. NIFoS 353 (오대산), NIFoS 3177 (가리왕산), NIFoS 3010 (화악산) 균주들은 다른 버섯 균주들에 비해 생육이 더디고, 버섯이 작은 것으로 나타났는데, 이 균주들에 대한 재배조건(온도, 습도 등)의 적합성이 떨어지기 때문이라고 여겨진다. 이외의 다른 지역에서의 균주들 중 덕유산에서 채집한 NIFoS 71, NIFoS 128 균주의 자실체가 무겁고 큰 것으로 확인되었다.

동일한 조건에서 재배한 야생 표고 균주들의 형태는 다양하게 나타났으며, 같은 지역의 산림에서 채집한 균주들이라도, 형태적 특징 및 자실체의 크기가 다르게 나타나서 다양한 표현형의 표고가 발생한 것으로 여겨진다. 그리고 다양한 환경에서 존재하였던 야생 표고들이기 때문에, 일정한 온도와 습도(18±1°C, 상대습도 80±5%)를 유지한 재배환경에 적합하거나 그렇지 않은 균주들이 혼재하여 있다고 여겨지며, 생육환경이 부적합한 균주들은 정상적인 생육이 되지 않았



Fig. 9. Fruiting body of some *Lentinula edodes* strains. These fruiting bodies were photographed at the 1st flush in the fruiting room (18±1°C, 80±5% relative humidity).

Table 1. Characteristics of *Lentinula edodes* wild strains on cultivated sawdust block. These strains were collected in Korea(continued).

NIFoS ^a strain No.	Collection sites	Collected years	Morphological characteristics ^b				
			Fresh weight (g)	Cap diameter (mm)	Cap height (mm)	Stipe diameter (mm)	Stipe length (mm)
41	Mt. Gyeong	1983	21.5 ± 7.6a	49.2 ± 8.4a-d	13.2 ± 2.2a-e	12.8 ± 3.3a-d	51.5 ± 8.7a-d
48	Mt. Gyeong	1984	17.6 ± 9.6a	46.6 ± 12.1a-d	14.4 ± 4.1abc	11.2 ± 2.2abcd	56.4 ± 10.2abc
49	Mt. Gyeong	1984	15.8 ± 3.6a	40.8 ± 5.6cd	12.7 ± 1.8a-f	13.1 ± 3.0a-d	41.1 ± 5.0def
50	Mt. Gyeong	1984	16.2 ± 4.9a	48.5 ± 7.3a-d	14.1 ± 2.9a-d	13.5 ± 2.5a-d	34.5 ± 5.3f
51	Mt. Gyeong	1984	18.8 ± 8.0a	50.6 ± 10.6a-d	9.8 ± 2.0ef	11.6 ± 2.1a-d	39.8 ± 10.4def
52	Mt. Gyeong	1984	14.3 ± 2.3a	47.4 ± 3.0a-d	10.3 ± 1.2def	11.5 ± 1.5a-d	37.0 ± 4.9def
53	Mt. Gyeong	1984	19.7 ± 6.7a	49.8 ± 8.3a-d	12.5 ± 2.0a-f	13.2 ± 3.1a-d	36.4 ± 7.9ef
54	Mt. Gyeong	1984	17.8 ± 5.6a	49.6 ± 7.5a-d	16.1 ± 2.7a	12.0 ± 2.2a-d	35.1 ± 5.1ef
65	Mt. Gyeong	1985	14.7 ± 3.8a	49.0 ± 7.6a-d	12.4 ± 2.1a-f	10.6 ± 2.0d	44.0 ± 6.3c-f
66	Mt. Gyeong	1985	16.5 ± 4.6a	54.9 ± 7.3abc	10.3 ± 1.6c-f	11.0 ± 2.2cd	36.5 ± 6.4ef
68	Mt. Gyeong	1985	15.0 ± 4.1a	45.6 ± 8.7bcd	11.5 ± 1.7b-f	11.4 ± 3.2a-d	47.9 ± 7.2b-f
664	Mt. Gyeong	2004	24.5 ± 7.1a	60.2 ± 8.4ab	14.9 ± 2.6ab	16.4 ± 5.5ab	46.6 ± 11.3b-f
665	Mt. Gyeong	2004	22.3 ± 8.9a	47.1 ± 9.6a-d	12.5 ± 3.0a-f	13.5 ± 4.3a-d	60.4 ± 13.9ab
666	Mt. Gyeong	2004	19.4 ± 7.1a	39.1 ± 6.9d	5.1 ± 1.1g	16.3 ± 2.2ab	39.5 ± 5.7def
667	Mt. Gyeong	2004	19.8 ± 7.7a	61.3 ± 14.2a	9.3 ± 1.4f	11.0 ± 3.0d	38.3 ± 6.7def
668	Mt. Gyeong	2004	16.3 ± 3.5a	45.3 ± 9.0bcd	12.7 ± 2.4a-f	13.3 ± 3.4a-d	38.7 ± 8.0def
670	Mt. Gyeong	2004	25.4 ± 9.8a	56.8 ± 10.6ab	15.3 ± 2.9ab	16.2 ± 3.9abc	49.6 ± 14.7a-e
674	Mt. Gyeong	2004	16.9 ± 5.3a	46.3 ± 10.0a-d	12.1 ± 2.7b-f	16.6 ± 4.0a	63.0 ± 14.9a
3010	Mt. Hwaak	2015	9.5 ± 2.1c	42.9 ± 7.1c	11.1 ± 1.7c-g	9.5 ± 1.6f	27.0 ± 2.9e
3011	Mt. Hwaak	2015	22.7 ± 6.0bc	54.8 ± 7.5abc	13.7 ± 1.7b-e	15.2 ± 3.3b-f	35.3 ± 3.8cde
3984	Mt. Hwaak	2017	18.5 ± 5.3bc	52.3 ± 9.2bc	10.3 ± 1.3d-g	15.3 ± 3.6b-f	47.7 ± 6.8abc
3985	Mt. Hwaak	2017	19.5 ± 8.7bc	55.1 ± 10.4abc	12.9 ± 2.1b-f	15.5 ± 3.4b-e	35.6 ± 8.9cde
3986	Mt. Hwaak	2017	15.4 ± 3.5bc	43.7 ± 6.1c	11.9 ± 2.3b-g	14.0 ± 2.5c-f	44.3 ± 8.4bcd
3987	Mt. Hwaak	2017	17.9 ± 3.6bc	50.8 ± 7.6bc	13.3 ± 1.7b-e	14.8 ± 2.3b-f	43.3 ± 6.0bcd
3988	Mt. Hwaak	2017	28.5 ± 5.4b	58.6 ± 8.5abc	13.6 ± 1.2b-e	19.3 ± 0.4abc	59.8 ± 11.5a
3990	Mt. Hwaak	2017	24.3 ± 8.7b	55.7 ± 11.5abc	15.4 ± 4.7ab	21.8 ± 5.8a	36.0 ± 7.1cde
3991	Mt. Hwaak	2017	21.6 ± 8.6bc	63.7 ± 11.0ab	13.8 ± 2.1acd	13.7 ± 3.4c-f	40.0 ± 11.9bcd
3992	Mt. Hwaak	2017	21.5 ± 11.1bc	52.6 ± 10.8bc	14.4 ± 2.7abc	13.5 ± 1.4d-f	42.0 ± 6.9bcd
4367	Mt. Hwaak	2018	15.5 ± 4.8bc	57.8 ± 8.9abc	11.6 ± 2.0b-g	14.0 ± 1.7c-f	32.6 ± 7.9de
4370	Mt. Hwaak	2018	15.0 ± 5.9bc	51.2 ± 12.2bc	9.0 ± 1.8g	11.0 ± 3.9ef	41.0 ± 7.4de
4615	Mt. Hwaak	2018	15.5 ± 4.4bc	46.1 ± 6.5c	9.7 ± 1.4efg	10.4 ± 1.7ef	37.4 ± 5.5cde
4616	Mt. Hwaak	2018	16.2 ± 5.5bc	44.7 ± 13.1c	10.5 ± 1.9c-g	12.4 ± 2.8d-f	52.3 ± 6.8ab
4617	Mt. Hwaak	2018	46.7 ± 19.8a	70.9 ± 12.6a	18.0 ± 3.2a	17.8 ± 3.6a-d	42.7 ± 10.3bcd
4618	Mt. Hwaak	2018	19.6 ± 9.1bc	53.5 ± 8.0bc	9.3 ± 3.4ef	15.1 ± 4.5b-f	35.8 ± 7.9cde
5250	Mt. Hwaak	2020	28.8 ± 11.3b	59.4 ± 13.4abc	18.0 ± 3.1a	19.9 ± 6.1ab	41.5 ± 9.1bcd
731	Mt. Jumbong	2006	19.3 ± 7.2bc	49.1 ± 9.9ab	10.9 ± 2.3efg	12.4 ± 2.3cd	50.4 ± 11.1a
950	Mt. Jumbong	2007	20.5 ± 6.8bc	48.6 ± 8.9ab	11.5 ± 1.4d-g	14.8 ± 3.6a-d	49.2 ± 7.9a
951	Mt. Jumbong	2007	15.5 ± 4.2bc	47.7 ± 8.5ab	12.4 ± 2.4def	12.7 ± 2.4cd	34.6 ± 4.8bcd
952	Mt. Jumbong	2007	15.8 ± 4.8bc	56.4 ± 10.7a	8.7 ± 1.5g	10.2 ± 2.8d	32.7 ± 4.3cd
953	Mt. Jumbong	2007	19.7 ± 6.4bc	53.3 ± 7.2a	19.9 ± 4.8a	14.2 ± 2.9bcd	36.9 ± 8.6acd
954	Mt. Jumbong	2007	21.1 ± 8.4b	48.1 ± 9.4ab	13.1 ± 3.4cde	14.0 ± 3.9a-d	40.1 ± 7.7a-d
956	Mt. Jumbong	2007	19.4 ± 7.7bc	47.8 ± 9.2ab	8.9 ± 1.7g	14.9 ± 3.0abc	43.1 ± 6.1abc
958	Mt. Jumbong	2007	17.8 ± 6.8bc	52.8 ± 10.1a	9.9 ± 2.0efg	11.7 ± 2.7cd	41.6 ± 8.2abc
3201	Mt. Jumbong	2016	15.4 ± 3.7bc	52.4 ± 8.3a	16.4 ± 2.7abc	12.4 ± 3.1cd	43.6 ± 7.2abc
3203	Mt. Jumbong	2016	15.4 ± 4.6bc	57.2 ± 11.5a	10.3 ± 1.3efg	12.6 ± 2.3cd	33.1 ± 6.4cd
5247	Mt. Jumbong	2020	24.5 ± 8.4ab	53.2 ± 11.1a	14.4 ± 3.0bcd	16.3 ± 3.3abc	44.5 ± 10.2ab

Table 1. Characteristics of *Lentinula edodes* wild strains on cultivated sawdust block. These strains were collected in Korea(continued).

NIFoS ^a strain No.	Collection sites	Collected years	Morphological characteristics ^b				
			Fresh weight (g)	Cap diameter (mm)	Cap height (mm)	Stipe diameter (mm)	Stipe length (mm)
5443	Mt. Jumbong	2020	41.5	68.8	20.4	12.3	46.6
5444	Mt. Jumbong	2020	24.7 ± 7.8ab	50.2 ± 8.7ab	12.8 ± 1.5de	17.6 ± 6.7ab	48.8 ± 17.5a
5445	Mt. Jumbong	2020	11.4 ± 6.9c	36.7 ± 8.9b	9.2 ± 1.8fg	14.0 ± 3.8a-d	30.0 ± 4.7d
5446	Mt. Jumbong	2020	31.0 ± 7.4a	61.1 ± 4.6a	17.0 ± 3.8ab	18.6 ± 7.1a	43.1 ± 6.5abc
1520	Mt. Gariwang	2011	23.9 ± 11.4ab	59.0 ± 15.2a	15.3 ± 3.1a	12.4 ± 3.2b-e	38.2 ± 8.6c
1521	Mt. Gariwang	2011	25.7 ± 13.2ab	58.3 ± 13.7a	12.6 ± 3.2abc	16.3 ± 3.9ab	52.9 ± 9.6b
1522	Mt. Gariwang	2011	15.4 ± 4.2bc	50.2 ± 9.1ab	12.9 ± 1.7abc	11.3 ± 2.9cde	45.6 ± 12.6bc
2290	Mt. Gariwang	2013	21.2 ± 8.1b	55.5 ± 11.7a	13.6 ± 2.9abc	12.8 ± 3.7b-e	39.9 ± 8.5bc
3008	Mt. Gariwang	2015	14.2 ± 3.8bc	49.7 ± 7.6ab	8.4 ± 1.3d	11.1 ± 1.9cde	43.0 ± 6.0bc
3177	Mt. Gariwang	2016	8.5 ± 5.0c	38.4 ± 14.6b	12.4 ± 3.7abc	10.4 ± 0.7de	32.3 ± 6.7c
5242	Mt. Gariwang	2020	21.6 ± 10.7bc	58.1 ± 14.7ab	12.0 ± 2.7cd	11.5 ± 3.5e	51.0 ± 12.1bc
5243	Mt. Gariwang	2020	34.4 ± 16.5a	54.1 ± 11.6a	10.5 ± 4.2cd	14.6 ± 7.1a-d	66.7 ± 15.1a
5244	Mt. Gariwang	2020	20.5 ± 5.4bc	50.2 ± 8.4ab	13.4 ± 5.8abc	18.6 ± 3.2a	41.7 ± 19.1bc
5245	Mt. Gariwang	2020	19.0 ± 10.1bc	49.1 ± 8.6ab	11.2 ± 3.1bcd	13.6 ± 4.0b-e	37.9 ± 10.8c
6091	Mt. Gariwang	2021	26.5 ± 9.7ab	55.7 ± 10.2a	12.9 ± 2.6abc	15.8 ± 3.9abc	44.2 ± 8.8bc
6093	Mt. Gariwang	2021	26.2 ± 10.8ab	58.8 ± 13.8a	14.6 ± 3.0ab	14.5 ± 4.2a-d	43.8 ± 10.4bc
46	Mt. Odae	1984	14.0 ± 3.9bc	47.9 ± 6.0ab	11.0 ± 1.8a	9.2 ± 1.6de	35.4 ± 5.2bc
47	Mt. Odae	1984	15.1 ± 4.5bc	47.8 ± 7.7b	10.2 ± 1.7a	10.2 ± 1.7b-e	41.1 ± 6.4ab
62	Mt. Odae	1985	20.6 ± 8.8ab	52.7 ± 12.6ab	11.6 ± 3.1a	13.6 ± 3.6a-d	34.8 ± 9.7bc
353	Mt. Odae	1996	9.1 ± 1.1c	46.6 ± 4.2b	10.6 ± 1.1a	8.0 ± 0.3e	28.6 ± 6.7c
3175	Mt. Odae	2016	14.4 ± 5.1bc	46.1 ± 7.8b	12.6 ± 2.5a	13.8 ± 2.6a-d	38.7 ± 6.3abc
5252	Mt. Odae	2020	19.2 ± 4.9abc	46.7 ± 6.7b	12.7 ± 2.5a	14.8 ± 4.4abc	33.3 ± 4.1bc
5253	Mt. Odae	2020	23.2 ± 9.4ab	54.6 ± 12.3b	11.6 ± 2.9a	15.3 ± 5.9ab	47.4 ± 8.8a
5254	Mt. Odae	2020	25.7 ± 11.6a	49.3 ± 13.6ab	13.1 ± 4.4a	14.8 ± 4.5a-d	54.9 ± 7.3a
5255	Mt. Odae	2020	19.9 ± 4.1ab	45.1 ± 6.8b	13.9 ± 3.6a	14.6 ± 3.3a-d	51.8 ± 8.2ab
5256	Mt. Odae	2020	34.1 ± 14.8a	55.3 ± 11.3ab	13.7 ± 4.9a	17.9 ± 3.1a	50.1 ± 6.2ab
5257	Mt. Odae	2020	20.6 ± 6.4ab	61.7 ± 12.7a	11.3 ± 2.2a	9.7 ± 2.3cde	43.5 ± 8.5ab
39	Mt. Jiri	1983	17.1 ± 46.4b	49.7 ± 9.0abc	13.0 ± 2.0bc	15.5 ± 3.2a	38.0 ± 5.7a
40	Mt. Jiri	1983	14.6 ± 4.9b	47.1 ± 9.4bc	12.2 ± 2.7bc	13.1 ± 2.4a	40.7 ± 6.2a
56	Mt. Jiri	1984	20.0 ± 9.0ab	52.3 ± 11.2abc	10.1 ± 2.2c	14.6 ± 3.6a	45.8 ± 8.6a
57	Mt. Jiri	1984	16.1 ± 7.3b	47.1 ± 8.7bc	11.8 ± 3.2c	12.3 ± 2.5a	41.4 ± 8.3a
59	Mt. Jiri	1984	17.6 ± 5.0ab	48.7 ± 18.4c	17.1 ± 2.9b	14.8 ± 3.4a	45.8 ± 5.7a
60	Mt. Jiri	1984	20.9 ± 8.4ab	54.8 ± 9.5ab	11.2 ± 2.9c	13.5 ± 4.0a	41.6 ± 9.1a
136	Mt. Jiri	1986	21.6 ± 9.4ab	53.6 ± 10.4ab	12.0 ± 2.2c	13.5 ± 2.6a	44.5 ± 9.5a
176	Mt. Jiri	1988	20.0 ± 8.2b	49.2 ± 7.3abc	20.0 ± 6.30a	12.4 ± 4.0a	48.0 ± 11.4a
6083	Mt. Jiri	2021	29.6 ± 10.3a	60.1 ± 13.9a	20.1 ± 3.3a	15.1 ± 2.0a	41.3 ± 16.9a

^aNIFoS: National Institute of Forest Science, ^bValues are presented as mean±standard deviation. In each site, means with different letters are significantly different (p<0.05). ANOVA analysis was performed among strains collected from each site.

다고 여겨진다. Chiu 등[10]의 연구에 따르면, 인접한 지역에서 분리된 표고 균주들 대부분이 서로 다른 그룹에 속하며, 이를 통해 야생 표고 균주들의 유전적 동일성을 가지는 범위가 직경 20 cm 이내인 것으로 보고되었고, 불화합성의 4극성 시스템인 표고는 같은 모균주로부터의 교배가 25% 확률로 일어날 수 있으며, 같은 종 내에서의 다양한 유전형으로 인한 표현형의 다양성은 환경의 변화에 대한 적응 및 발전의 결과이다[11].

본 연구에 사용된 야생 균주들을 이용한 표고 균주 교배형의 다양성이 Park 등[4]에 의해 보고 되어 있다. 106개의 야생 표고 균주에서 123개의 A 교배형 대립유전자가 확인되었으며, 표고 교

배형 유전자의 초변이성을 나타내었다. Lu [12]에 따르면 하나의 원목에서 발생한 표고의 담자포자들의 교배로 인해 많은 개체가 형성되며, 이들이 다른 유전형질을 보일 수 있다고 보고하였다. 그리고 자연에서 이러한 일이 발생한다고 가정하면, 표고 원목재배 과정에서도 자실체가 포자를 산포하는 시기에 이러한 현상이 일어날 수 있다고 언급하였다. Gong 등[13]은 야생에서의 표고 집단의 경우 더 넓은 변이를 보인다고 하였으며, 일부 야생 균주들은 여러 특성에서 표고 육종에 적합한 모습을 보였다고 보고하였다. 버섯 육종에 필요한 유용한 유전자를 도입하기 위하여 모 균주로 사용될 수 있는 다양한 대립유전자를 보유한 야생 균주 자원의 확보 및 보존은 중요하다고 여겨진다. 비록 우리나라에서 개발되고 사용중인 품종들도 유전적으로 다양한 것으로 보고되어 있지만[14], 이러한 분석을 통해 야생 유전자원의 유전적 잠재력을 확보하는 것은 작물의 특성을 다양하게 개선할 뿐만 아니라[8], 생물학적 또는 비생물학적 스트레스에 대한 적응력이 향상된 품종을 개발하는 도구로 활용할 수 있다[6]. 전세계 버섯 공급량의 약 22%를 차지하고 있고[4], 여러 지역에서 재배를 하고 관심을 가지고 있는 표고의 생산성 및 품질의 향상, 그리고 다양한 재배조건과 기후, 지역에 적합한 품종을 개발하기 위해 지속적으로 다양한 지역에서 균주들을 수집, 보존하고, 자실체 특성을 분석하는 것이 필요하다.

적요

다양한 소비자의 선호도와 환경에 적합한 새로운 품종을 개발하는데 야생표고버섯은 중요한 육종 소재이다. 14개의 지역에서 채집한 총 100개의 야생 표고 균주들의 사각블럭 톱밥배지 재배 환경내에서 자실체의 형태적 특성을 조사하였다. 각 지역에서 채집한 균주들의 형태는 다양하게 나타났다. 전체 균주들 중에서 갓 종단면은 평반구형 38%, 중앙볼록형 33%, 편편형 27%, 중앙오목형 2%가 나타났으며, 대의 형태는 기둥형 55%, 곤봉형 23%, 깔때기형 22%가 확인되었다. 갓의 형태는 화악산에서 가장 다양하게 나타났으며, 대의 형태는 여러 지역의 균주에서 다양한 표현형을 나타내었다. 동일한 산림에서 채집된 균주들 사이에서도 각각 다른 형태의 버섯이 관찰되었다. 다양한 환경에서 적응한 야생 표고 균주들은 스트레스에 대한 적응력이 향상된 품종을 개발하는 자원으로 활용될 수 다. 또한 다양한 유전자원의 확보와 형질을 연구하는 것은 새로운 육종 품종을 개발하는데 자산이라고 생각한다.

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interest.

ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by grant from the general project (FP0800-2023-01) of National Institute of Forest Science, Republic of Korea.

REFERENCES

1. Royse DJ, Baars J, Tan Q. Current overview of mushroom production in the world. In: Zied Dc, Pardo-Gimenez A, editors. Edible and medicinal mushrooms: technology and applications. Hoboken: John Wiley & Sons Ltd.; 2017. p. 5-13.
2. Hibbett DS. Shiitake mushrooms and molecular clocks: historical biogeography of *Lentinula*. *J Biogeogr* 2001;28:231-41.
3. George PL, Sripathi VR, Seloame TN, Govind CS, RAmesh VK. DNA-based identification of *Lentinula edodes* strains with species-specific primers. *Afr J Biotechnol*. 2016;15:191-8.
4. Park MJ, Kim EJ, Jeong YS, Son MY, Jang YS, Ka KH. Determination and analysis of hyper-variable A mating types in wild strains of *Lentinula edodes* in Korea. *Mycobiology* 2022;51:26-35.
5. Renzi JP, Coyne CJ, Berger J, von Wetttenberg E, Nelson M, Ureta S, Hernandez F, Smykal P, Brus J. How could the use of crop wild relatives in breeding increase the adaptation of crops to marginal environments? *Front Plant Sci* 2022;13:886162.
6. Rao NK, Reddy LJ, Bramel PJ. Potential of wild species for genetic enhancement of some semi-arid food crops. *Genet Resour Crop Evol* 2003;50:707-21.
7. Tanksley SD, McCouch SRS. Seed banks and molecular maps: unlocking genetic potential from the wild. *Science* 1997;277:1063-6.
8. Xiang X, Li C, Li L, Bian Y, Kwan HS, Nong W, Cheung MK, Siao Y. Genetic diversity and population structure of Chinese *Lentinula edodes* by InDel and SSR markers. *Mycol Prog* 2016;15:37.
9. Korea Forest Seed & Variety Center. Guidelines for the conduct of DUS tests of *Lentinula edodes*. Korea Forest Seed & Variety Center 2014;11-1400573-000164-01:22-39.
10. Chiu SW, Wang ZM, Chiu WT, Lin FC, Moore D. An integrated study of individualism in *Lentinula edodes* in nature and its implication for cultivation strategy. *Mycol Res* 1999;103:651-60.
11. Xiao Y, Liu W, Dai Y, Fu C, Bian Y. Using SSR markers to evaluate the genetic diversity of *Lentinula edodes* natural germplasm in China. *World J Microbiol Biotechnol* 2010;26:527-36.
12. Lu Z. Study on sustained time of *Lentinus edodes* fruit body releasing spores. *Edible Fungi of China* 1997;16:11.
13. Gong WB, Li L, Zhou Y, Bian YB, Kwan HS, Cheung MK, Xiao Y. Genetic dissection of fruiting body-related traits using quantitative trait loci mapping in *Lentinula edodes*. *Appl Microbiol Biotechnol* 2016;100:5437-52.
14. Lee HW, Moon SY, Ro HS, Chung JW, Ryu HJ. Analysis of genetic diversity and population structure of wild strains and cultivars using genomic SSR markers in *Lentinula edodes*. *Mycobiology* 2020;48:115-21.