

표고 톱밥재배용 산조 701호의 품종육성 및 재배현황

노종현 · 김경진 · 이병석 · 김선철 · 김인엽 · 최선규 · 권혁우 · 이원호 · 정의용¹ · 정남훈 · 고한규*

산림조합중앙회 산림버섯연구센터

¹청흥버섯영농조합

Cultivation status and breed development of *Lentinula edodes* cultivar Sanjo 701ho in the sawdust cultivation

Jong-Hyun Noh, Kyung-Jin Kim, Byung-Seok Lee, Seon-Cheol Kim, In-Yeop Kim, Sun-Gyu Choi, Hyuk-Woo Kwon, Won-Ho Lee, Eui-Young Joung¹, Nam-Hun Chung, and Han-Gyu Ko*

Forest Mushroom Research Center, Gyeonggi, Yeosu, 12653

¹Cheong Heung Mushroom Agricultural Association, Chungham, Cheongyang, 33362

ABSTRACT: The oak mushroom (*Lentinula edodes*) is a popular edible mushroom that has long been cultivated and eaten throughout Northeast Asia (including Korea). Its taste and flavor are unique. Oak mushrooms are cultivated on logs and in sawdust. The cultivation period on logs is 4–5 years, while the cultivation period in sawdust is 6 months, which is rapidly driving a shift from log to sawdust based cultivation. In particular, the Sanjo 701ho cultivar of *L. edodes* is a mid-range to high-temperature variety that is widely known for its suitability for summer cultivation on sawdust in Korea. This study summarizes new developments and achievements in the oak mushroom industry in Korea, and details the cultivation history of Sanjo 701ho, its culturing characteristics, various demonstration tests, and the expansion of domestic varieties.

KEYWORDS: Oak mushroom, Sanjo 701ho, Cultural characteristics, *Lentinula edodes*, Sawdust cultivation

서 언

우리나라에서 표고(*Lentinula edodes*)의 인공재배 시초는 1905년 제주도에서 시작되었으며, 1924년 이후에 지

리산, 오대산의 육지에서도 재배하게 되어 한 때에는 건 표고로 75톤 이상을 생산하여 국내 수요는 물론 중국, 일본 등지에 수출하였다(Lee, 1960, 1980). 1931년 제주 특산품으로 표고를 소개하면서 어려운 농가에 표고재배를 장려하는 전문가의 기고문이 게재되었다(Han, 1931) 또한 정부에서는 표고재배사업이 농산촌의 경제발전을 도모할 수 있는 유망한 산업으로 인식하여 1956년 농림부 산림국에서 표고증식 5개년 계획을 수립하고 표고종균의 배양기관을 대한산림조합연합회의 특수임산사업소(현 산림버섯연구센터)를 설립하여 본격적으로 표고 종균을 농산촌에 공급하였다(Lee, 1963).

표고는 우리나라를 포함한 동북아시아 전역에서 오랫동안 식용으로 애용되고 있는 대중적 버섯으로 맛과 향이 독특하다(Mizuno, 1995). 또한 혈관속 콜레스테롤 함량을 낮추어 주는 에리타데닌(eritadenin)(Park *et al.*, 2011), 항암(Fang *et al.*, 2006), 면역조절(Tanaka *et al.*, 2011), 항당뇨(Sharma *et al.*, 2013) 등 약리적인 효능이 과학적으로 밝혀졌다. 표고는 원목재배와 톱밥재배에 의해 생산되며 원목재배 기간은 4~5년인데 반해 톱밥재배는 6개월로 재배기간이 짧아 원목재배에서 톱밥재배로 빠르게 전환되

J. Mushrooms 2020 September, 18(3):179-188
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2020.18.3.179>
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
 © The Korean Society of Mushroom Science

Jong-Hyun Noh(Researcher), Kyung-Jin Kim(Researcher), Byung-Seok Lee(Researcher), Seon-Cheol Kim(Researcher), In-Yeop Kim(Researcher), Sun-Gyu Choi(Researcher), Hyuk-Woo Kwon(Researcher), Won-Ho Lee(Researcher), Eui-Young Joung(Director), Nam-Hun Chung(Director), Han-Gyu Ko(Researcher)

*Corresponding author
 E-mail : morchella@hanmail.net
 Tel : +82-31-812-8231

Received September 7, 2020
 Revised September 15, 2020
 Accepted September 21, 2020

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.

고 있다. 표고 톱밥재배는 원목재배에 비하여 활엽수 자원을 거의 100% 이용 할 수 있으며, 재배기간이 짧아 자금회전이 빠르고, 재배과정이 기계화 할 수 있고, 버섯수확량도 원목재배에 비해 2~3배 높아 많은 장점을 갖고 있다(Lee *et al.*, 2000). 우리나라는 1980년대부터 산림청 임업연구원 등의 연구기관에서 표고 톱밥재배 연구가 활발히 진행되고 있다(Kim *et al.*, 1987) 1990년대 들어서며 앞서가는 개인 임가들은 중국, 대만, 일본의 톱밥재배기술을 전수받아 한국형 톱밥재배의 기반 마련에 노력하였다. 특히 2005년 충남 청양에서 표고버섯 톱밥재배 연찬회에 전국 표고버섯 관계자 600여명이 참석한 가운데 표고 톱밥재배 활성화에 기폭제가 되었다(충남농업기술원, 2005). 표고 톱밥재배는 재배봉지에 따라 기동형의 상면발생과 봉형의 전면발생의 재배형태로 나누어지며, 전자의 대표적 품종은 산조 701호, 참아람 등 국산 품종이며, 후자는 L808 등 수입산 품종으로 재배되고 있다. 특히 산조 701호는 중고온성 품종으로 우리나라 톱밥재배의 대표적인 여름철 품종으로 재배임가에 널리 알려져 있으며, 임가소득에 기여하고 있다(Noh *et al.*, 2015. Ko *et al.*, 2015). 이에 본 연구에서는 표고 톱밥재배 품종 중에서 산조 701호의 육성내력과 다양한 실증시험, 국산품종 보급확대 등 우리나라 표고산업 발전에 기여한 성과를 기술하였다.

톱밥재배용 균주 수집

청흥버섯영농조합은 표고 톱밥재배법을 국내에 도입하기 위해 2001년 대만인(진계량, 온광성, 양등왕)을 초빙하여 그들이 보유한 재배시험용 균주와 재배기술을 이전받으며 청양지역에서 실증재배를 시작하였다. 우리나라 재배환경에 적합한 균주를 선발하는 과정 중에 9월 21일에 고품질의 자실체를 보게 되면서 ‘921’이라 임시 명명하였다. 그리고 2004년 산림버섯연구센터에 기탁되어 체계적인 실험설계를 통해 수집균주의 생리적, 재배적 특성 등을 구명하는 재배시험을 추진하였다.

수집균주의 선발시험

국내외 야생 및 톱밥재배 균주를 수집하여 기존 보존균주와 대치배양으로 균주의 독립성을 조사한 후 선발된 15개 균주에 대해 톱밥배지상에서 균사생장의 배양특성을 조사하고 재배시험을 통해 선발된 균주의 생산성을 검증하였다(Table 1). 시험관에 참나무톱밥을 충전하여 선발균주를 접종, 배양하면서 평균생장속도를 조사하였다(Fig. 1). 성장속도가 가장 우수한 것은 196균주이며 3.3 mm/일로 조사되었고, 가장 낮은 성장조사 속도를 보인 것은 24-27균주이며 2.7 mm/일로 나타났다. 그러나 다른 균주들보다 성장속도가 월등한 196균주를 제외한 나머지 균주들간에 성장속도 차이는 0.1~0.2 mm/일로서 매우 낮아 각 균주들간의 균사 성장속도는 비슷하였다. 또한 선발 균주의 접종 후 70일 동안의 톱밥배지상 무게 감소비율의 추

이를 조사하였는데, 대조구인 산림5호의 무게 감소비율은 3.1%로 조사되었으며, 나머지 14개의 선발균주 중 186균주(3.0%)를 제외한 13개의 균주가 모두 산림5호보다 우수한 배지분해능력을 보이는 것으로 조사되었다. 특히 22-10균주 4.2%, 23-25균주 3.9%, 24-26균주 4.6%, 24-20균주 5.4%로 대조구에 비해 매우 우수한 분해력을 보였다(data not shown). 선발 균주의 생산성 검정은 각각의 균주 당 100개씩 배지(블록형, 2.2±0.2 kg)를 생산·재배하여 생산성과 자실체 중량을 비교하였다. 배지의 혼합비율은 참나무톱밥(1~2 mm)과 미강이 9 : 1로 혼합되도록 조절하였으며 배지의 평균 수분함량은 58%로 조절하였다. 생산된 배지는 121°C에서 90분간 고압 살균, 냉각 후 선발균주를 접종하여 공조배양실에서 약 100일간 배양하였으며 배양온도는 배지의 자체발열을 고려하여 실내온도 22°C, CO₂농도 3,000 ppm 미만으로 설정하였으며 배양시 암배양 50일 후 명배양을 50일 실시하였다. 암배양 완료 후 명배양 실시부터는 고른 갈변을 위하여 15일 간격으로 배지를 뒤집어 주어 갈변을 균일하게 처리하였다. 모든 배양이 완료된 후 배지는 비닐을 제거하여 배지전체를 노출시켜 발생하였으며 배양과정에서 배지외부 피막이 과도하게 생성된 배지 또는 용기가 밀집되어 생긴 배지는 재배과정에서 푸른곰팡이 피해를 방지하기 위해 칼을 이용하여 제거하였다.

또한 봉지개봉 후 차가운 지하수에 씻어 분해수를 제거하고 10월 중순의 밤낮 온도차에 의한 자연발생으로 첫 발생을 실시하였다. 그리고 자실체 발이를 촉진하기 위하여 오전 08시와 16시에 각각 30분씩 살수하였다. 2주기에 4, 8, 12시간 각 2회씩 1일 간격으로 살수하고 3주기에는 침수하여 발생을 유도하였다. 첫 주기 발생작업 후

Table 1. List of test strain of *Lentinula edodes*

Test strains	Collection strains	Note
186	SAN25008-1	2003 selection
190	SAN25010-1	"
196	SAN25007-3	"
22-10	SAN25019	"
23-25	慶科20	2004 selection
23-35	Cr04	"
23-37	武香1号	"
24-19	087	2005 selection
24-24	L1359	"
24-25	L939-1	"
24-26	L268	"
24-27	921	"
24-29	1号	"
24-30	2号	"
Sanlim 5ho	FRI SAN 5	control

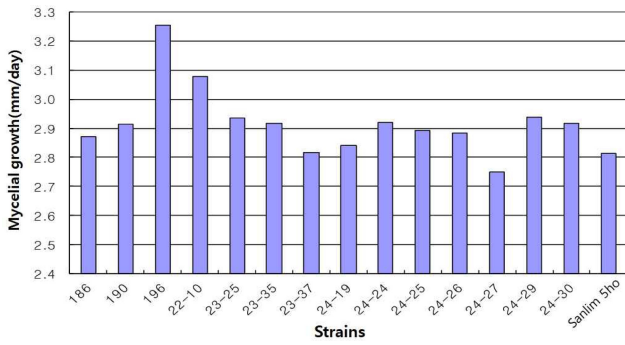


Fig. 1. Average growth of selected strains in test tube of sawdust medium

미숙버섯이 다소 발생되어 후숙을 위해 20일의 휴면기간을 두었으며 2주기와 3주기 사이에는 휴면기간 없이 바로 발생작업을 실시하여 수확하였다. 그 결과 Table 2에서 보는 바와 같이 대조구인 산림5호는 배지 100개당 생산량이 35,358 g으로 전체 시험균주의 생산량 평균인 32,278 g보다 약 10% 더 높은 생산량을 보였다. 또한 시험균주는 총 6개 균주(186, 196, 23-35, 24-26, 24-27, 24-30)가 대조구 산림5호 보다 우수한 생산량을 보였으며, 특히 24-26균주는 총생산량이 60 kg, 회수율이 28%로 나타났다. 평균증량은 산림5호의 평균증량 22g/개 보다 우수한 균주는 모두 8개 균주로서 186, 196, 22-10, 24-10, 24-24, 24-26, 24-27, 24-28로 조사되었다. 그중 196균주는 자실체 평균증량이 33 g/개로 가장 우수했으며 대조구를 기준하여 57%로 우수한 결과이다. 두 번째로 우수한 24-27균

Table 2. Comparison of fruit bodies production

Strains	Harvest(g)	Fruit bodies(No.)	Average weight(g)	Note
186	38,255	1,607	24	Excellency
190	28,538	1,322	22	
196	37,323	1,143	33	Excellency
22-10	31,377	1,465	21	
23-25	25,632	1,310	20	
23-35	39,744	2,114	19	
23-37	30,144	1,477	20	
24-19	31,169	1,265	25	
24-24	12,861	481	27	
24-25	24,810	1,103	22	
24-26	60,825	7,301	8	
24-27	36,099	1,221	30	Excellency
24-29	12,551	535	23	
24-30	39,486	1,959	20	
Sanlim 5ho	35,358	1,682	21	
Average	32,278	1,732	22	

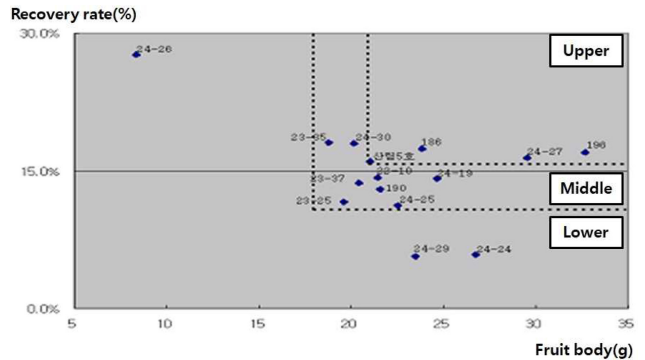


Fig. 2. Comparison of recovery rate and fruit body weight of selected strains

주는 30 g/개로 나타났다. 선발균주의 생산성 시험을 통하여 산림5호보다 우수한 생산성을 보인 것은 총 3개 균주로서 186, 196, 24-27로 나타났으며(Fig. 2), 특히 24-27균주는 자실체의 평균증량 30g으로 상당히 무겁고 색깔이 밝았으며 1주기 발생부터 3주기까지 버섯품질이 고르게 생산되어 상품성도 우수하였고, 교배육종에 모균주로서 손색이 없었다(Seo et al., 2006).

선발균주의 재배시험

최적 톱밥배지를 선발하기 위하여 참나무, 미송, 밤나무, 오리나무, 은사시 톱밥의 5종을 처리하여 균주별로 균사생장 및 균사밀도를 조사한 결과는 Table 3과 같았다. 톱밥종류에 따른 균사생장을 수종별로 보면 오리나무>자작나무>참나무>은사시>미송>밤나무 순으로 균사생장이 빨랐다. 시험균주별로 보면 오리나무의 경우 산림10호가 균사생장이 120 mm로 가장 빨랐고, 다음이 산림5호는 116 mm, 25-34균주와 24-27균주는 114 mm, 24-25균주는 112 mm 순이었으며 균사밀도도 오리나무에서 가장 양호하였다.

그리고 참나무톱밥과 오리나무톱밥을 Table 4와 같이 혼합비율별로 처리하여 균사생장을 조사한 결과, 참나무톱밥이 많이 혼합될수록 균사생장은 지연되는 경향이었으나 균사밀도는 시험균주 별 또는 혼합비율별에 큰 차이가 나타나지 않았다. 참나무톱밥과 오리나무톱밥의 혼합비율을 5 : 5 비율로 혼합 처리하여도 균사생장에는 큰 장애가 되지 않을 것으로 생각되지만 배지의 갈변상태나 생산성 검정시험에서는 좀 더 많은 연구가 되어져야 할 것으로 사료된다.

톱밥재배의 영양제인 미강의 혼합비율에 따른 균사생장 및 균사밀도를 조사한 결과, Table 5에서와 같이 미강 30% 처리구에서 균사생장이 가장 빠른 것으로 나타났다. 이러한 이유는 보편적으로 첨가제의 배합수준이 증가할수록 균사생장은 다소 지연되는 경향이 있지만 본 시험의 결과에서는 배지를 시험관에 충전 할 때 재료에 대한 공극률의 차이라고 사료된다. 그러나 처리구별로 보면 대조

Table 3. Comparison of mycelial growth by the various sawdusts

Strains	Oak		Pitch pine		Chestnut		Alder		Birch		Poplar	
	MG ¹	MD ²	MG	MD	MG	MD	MG	MD	MG	MD	MG	MD
Sanlim 10ho	98	++	63	+	53	++	120	++++	110	+++	75	++
Sanlim 5ho	104	++	64	+	54	++	118	++++	102	+++	73	++
25-34	97	+++	63	+	51	++	114	++++	99	+++	73	++
24-25	101	+++	71	+	54	++	112	++++	102	+++	82	++
24-27	99	+++	62	+	48	++	114	++++	96	+++	75	++

※ 1 Mycelial growth : mm/31 days, 2 Mycelial density : + ; low, ++ ; middle, +++ ; good, +++++ ; excellent

Table 4. Comparison of mycelial growth of oak and alder sawdust by mixing ratio

Strains	Oak sawdust : Alder sawdust									
	2 : 8 ¹		4 : 6		5 : 5		6 : 4		8 : 2	
	MG ²	MD ³	MG	MD	MG	MD	MG	MD	MG	MD
Sanlim 10ho	110	++++	105	++++	100	++++	99	++++	86	++++
Sanlim 5ho	102	++++	92	++++	94	++++	92	++++	83	++++
25-34	97	++++	88	++++	97	++++	93	++++	86	++++
24-25	102	++++	97	++++	93	++++	94	++++	87	++++
24-27	97	++++	89	+++	92	++++	88	++++	79	++++

※ 1 Sawdust mixing ratio, 2 Mycelial growth : mm/31 days, 3 Mycelial density : +++ ; good, +++++ ; excellent

Table 5. Comparison of mycelial growth by mixing ratio of rice bran in oak sawdust

Strains	Ratio of rice bran mixing rate(%)													
	0		5		10		15		20		25		30	
	MG ¹	MD ²	MG	MD	MG	MD	MG	MD	MG	MD	MG	MD	MG	MD
Sanlim 10ho	64	+	92	++	101	+++	104	++++	105	++++	102	++++	109	++++
Sanlim 5ho	58	+	86	++	98	+++	100	++++	103	++++	101	++++	108	++++
25-34	59	+	82	++	93	+++	92	++++	98	++++	97	++++	104	++++
24-25	59	+	86	++	92	+++	93	++++	99	++++	95	++++	101	++++
24-27	57	+	84	++	91	+++	92	++++	95	++++	92	++++	93	++++

※ 1 Mycelial growth : mm/31 days, 2 Mycelial density : + ; low, ++ ; middle, +++ ; good, +++++ ; excellent

구에 비하여 첨가제를 넣은 시험처리에서 시험균주에 상관없이 전체적으로 균사생장이 다소 빠른 결과를 보였다. 하지만 전체적으로 첨가제를 15% 이상 처리에서는 큰 차이를 볼 수 없었다. 그리고 산림10호와 산림5호 균주는 다른 균주에 비해서 균사생장이 다소 빠른 결과를 보였고, 균사밀도에서는 대조구나 첨가제 5~10% 처리구에 비하여 15% 이상의 처리구에서 균사밀도가 양호한 결과를 보였다. 결과적으로 본 시험성적의 토대로 첨가제인 미강의 혼합비율은 15% 이상 처리구에서는 균사생장과 균사밀도에 큰 차이가 나타나지 않았음을 알 수 있었다. 또한 균주별 실내시험의 최적배지를 선발하기 위하여 Table 6에서와 같이 균사배양 최적배지를 선발하기 위하여 MPG (Malt extract 5 g, Peptone 5 g, Glucose 10 g, Agar 20 g/

1 L), MEA(Malt extract 5 g, yeast extract 5 g, Glucose 10 g, Agar 20 g/1L), MG(Malt extract 20 g, Agar 20 g/1 L), CM(Yeast extract 2 g, Peptone 2 g, MgSO₄·7H₂O 0.5 g, KH₂PO₄ 0.46 g, (NH₄)₂HPO₄ 0.46 g, K₂HPO₄ 1.0 g, Dextrose 10 g, Agar 20 g/1 L) 및 PDA(Potato Dextrose Agar 39 g/1 L)배지를 사용하여 25°C 항온기에 8일간 배양하여 균사생장을 조사하였다. 산림10호는 MEA 배지에서 79 mm로 균사생장이 가장 빨랐으며 그 외 균주는 MG 배지에서 산림5호가 78 mm, 24-27은 77 mm, 24-25는 67 mm, 25-34는 72 mm로 균사생장이 가장 빠르게 나타났다. 그러나 CM 배지에서는 균사생장이 저조하게 나타났다. Table 3에서와 같이 시험균주별 균사배양 최적온도는 25°C에서 균사생장이 가장 좋았다.

Table 6. Comparison of mycelial growth by the various media

Strains	Media ¹				
	PDA	CM	MEA	MG	MPG
Sanlim 10ho	75*	60	79	73	71
Sanlim 5ho	65	51	66	78	67
25-34	64	52	62	72	62
24-25	62	44	57	67	62
24-27	75	54	69	77	73

* Mycelial growth : mm/8 days

1: MPG(Malt extract 5 g, Peptone 5 g, Glucose 10 g, Agar 20 g/l L), MEA(Malt extract 5 g, yeast extract 5 g, Glucose 10 g, Agar 20 g/l L), MG(Malt extract 20 g, Agar 20 g/l L), CM(Yeast extract 2 g, Peptone 2 g, MgSO₄·7H₂O 0.5 g, KH₂PO₄ 0.46 g, (NH₄)₂HPO₄ 0.46 g, K₂HPO₄ 1.0 g, Dextrose 10 g, Agar 20 g/l L) 및 PDA(Potato Dextrose Agar 39 g/l L)

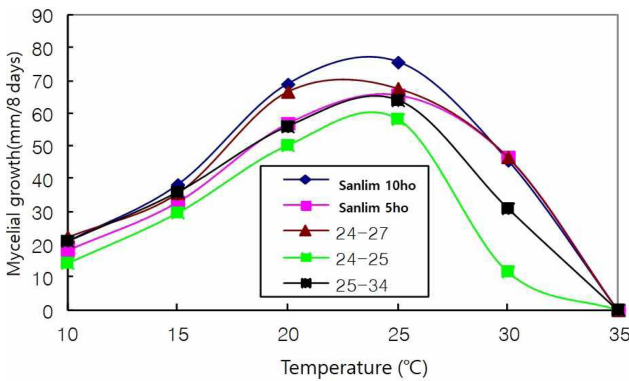


Fig. 3. Comparison of mycelial growth by the various temperatures

시험균주별로 나열하면 산림10호는 76 mm, 24-27, 68 mm, 산림5호, 66 mm, 25-34, 64 mm, 24-25, 58 mm 순으로 균사생장이 빨랐으며 20°C 이하와 25°C 이상에서는 균사생장이 급격히 감소하는 경향이였으며, 특히 35°C에서는 균사생장이 정지되었다.

Table 7의 원통형봉지의 경우 산림10호와, 산림5호, 24-25의 3균주는 배양기간이 28일로 전체 처리구에서 가장

Table 7. Comparison of culture completion periods of bag types

Bag types	Culture completion periods(days)				
	Sanlim 10ho	Sanlim 5ho	25-34	24-25	24-27
Cylindrical bag (1.5±0.2 kg)	28	28	30	28	29
Square bag (2.5±0.2 kg)	35	35	37	36	37

빨랐으며, 그 다음이 24-27이 29일, 24-34는 30일 정도로 원통형봉지배지에서는 균주간에 배양기간이 1~2일 정도의 차이가 있었다. 그리고 봉지크기 및 용량에 따라 시험한 결과 Table 6과 같이 사각봉지는 충진량이 많은 관계로 배양기간은 35~37일로 다소 긴 편이지만 균주에 따라서 큰 차이는 나타나지 않았다. 산림10호와 산림5호가 35일로 가장 빠르고 24-25균주는 36일, 24-27균주와 25-34균주는 배양기간이 37일로 가장 지연되었다.

원통형봉지배지는 배양기간이 28~30일 정도에 배양이 완성되었고, 사각봉지배지의 경우는 35~37일에 배양이 완성되었다. 배양 후 후숙기간에 따른 배지의 갈변정도를 알아보기 위해 후숙 기간을 15일 간격으로 75일까지 처리하여 배지의 갈변상태를 육안으로 조사한 결과, Table 8에서와 같이 후숙기간이 30일 정도까지는 갈변에 큰 변화를 보이지 않았으나 45일이 되면서 전체적으로 갈변의 진행속도가 빠르게 형성되었다. 그리고 원통형배지 보다는 사각배지에서 다소 갈변의 진행속도가 빠르게 형성되는 경향이었는데 이러한 원인은 원통형배지의 경우 한 상자(45×45 cm)당 10봉이 담겨지는 용기로 배지와 배지부분이 서로 접촉되는 부분이 많아 균사배양 시 발열에 의한 고온상태와 암흑상태의 조도가 높지 않는 상태로 접촉부분에서 갈변이 일어나지 않았다. 사각배지의 경우는 상자당 4봉지가 들어가는 상태에서 배지 간에 서로 접촉되는 부분이 적고, 조도가 높아 갈변의 진행속도가 빠른 것으로 추측된다. 본 시험의 결과로 보아 배양완성 후 균주 간에 다소 차이는 있지만 후숙기간이 60일 후에 갈변이 전체적으로 진행되는 것으로 판단되었다(Seo et al., 2007).

Table 8. Comparison of browning state of culture medium by the after-ripening periods

Strains	After-ripening periods(days)									
	15		30		45		60		75	
	CB ¹	SB ²	CB	SB	CB	SB	CB	SB	CB	SB
Sanlim 10ho	+	+	++	++	+++	+++	++++	++++	++++	++++
Sanlim 5ho	+	+	++	++	+++	+++	++++	++++	++++	++++
25-34	-	-	+	++	++	+++	++++	++++	++++	++++
24-25	-	-	++	++	+++	+++	++++	++++	++++	++++
24-27	-	-	++	++	+++	+++	++++	++++	++++	++++

* 1 Cylindrical bag, 2 Square bag, 3 Browning state : - ; none, + ; 25%, ++ ; 50%, +++ ; 75%, ++++ ; 100%

Table 9. Oak mushroom yield by sawdust cultivation

Media	Mushroom yield(g)					Total yield
	1st	2nd	3rd	4th	5th	
1.2 kg cylinder	8	48	13	90	16	174
2.5 kg square	1	7	49	170	2	228
7 kg box	0	2	88	81	2	173

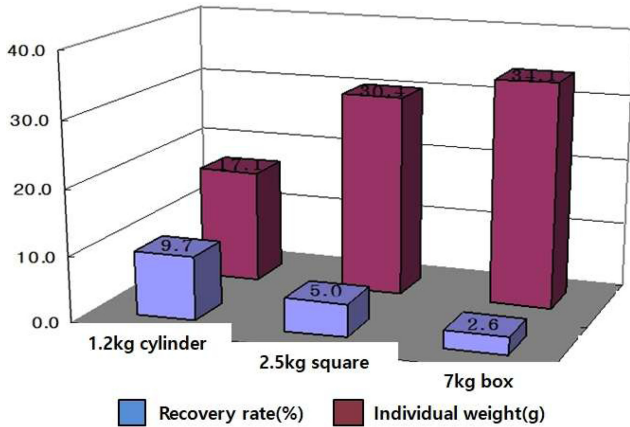


Fig. 4. Comparison of recovery rate and individual weight of sawdust cultivation

한편 배지중량을 1.2 kg(원통배지), 2.5 kg(사각배지), 7 kg(상자배지) 3가지로 처리하여 5개월간 총 5회에 걸쳐 발생작업을 수행한 결과, Table 9, Fig. 4와 같았으며, 배지에 대한 자실체 회수율은 배지 중량이 작을수록 더 짧은 기간에 더 높은 수확량을 보였으며 중량이 무거워 질수록 회수율이 낮아졌다.

개체중은 배지의 중량이 무거워 질수록 비례하는 것으로 조사되었으며 1.2 kg 원통배지와 7.0 kg 상자배지의 개체중 차이가 2배에 가까운 것으로 나타났다. 이러한 시험 결과는 대형배지가 자실체의 개체중은 높으나, 생산효율이 떨어지기 때문에 배지 중량이 2.5~3.0 kg 정도일 때 생산효율이나 품질이 우수하다고 유추할 수 있다. 배지의 중량이 커지면 배양시간이 길어지고 호흡열, 분해수 등에 의해 배양관리가 어려워지고 개봉 후 발생시 표면적이 커서 자실체가 고르게 발생되지 못하고 동시 다량발생으로 인한 품질저하도 나타났다(Seo *et al.*, 2008. Kim *et al.*, 2012). 또한 임가와 협력연구를 통해 재배규모 10,000봉 이상 상업적 재배에서도 수익성 및 안정성이 입증되었다. 결과적으로 24-27균주는 산림버섯연구센터와 충남 청양의 청흥버섯영농조합이 3년간 재배시험을 통하여 국내 환경에 알맞고 품질이 우수한 균주로 선발되었으며, 국내 표고 톱밥재배용 품종보급을 위해 2007년 산조 701호로 명칭등록과 품종생산판매신고를 통해 2008년부터 본격적으로 보급이 확대되었다.



Fig. 5. Oak mushroom of Sanjo 701h (left: close, right: far)

산조 701호 품종생산판매신고 및 품종보호등록

시험균주 24-27은 다양한 수집균주와 실내, 실외의 생리적, 재배적 시험을 통해 조사, 비교, 분석으로 우리나라 재배환경에서 중고온성, 고품질 생표고 생산용으로 적합하다는 최종 결론을 도출하여 2007년 종자산업법 제138조에 근거하여 ‘품종생산·수입판매신고필증’을 교부받았다(Seo *et al.*, 2007. Lee *et al.*, 2011). 또한 UPOV(국제식물신품종보호동맹) 협약이 발효되면서 Fig. 5의 산조 701호는 종자산업법 제13조의 2 제1항 4호에 의하여 ‘신규성의 예외’로서 품종보호출원이 되어 3년간의 품종심사를 거쳐 2012년 품종보호권을 받았다(Yoon *et al.*, 2010).

표고의 품종보호출원 현황

표고의 품종은 원목재배용과 톱밥재배용으로 나뉜다. 국내에서 표고품종의 출원은 국립산림과학원과 산림버섯연구센터에서 주로 개발하고 있으며(Bak *et al.*, 2010. 2013a. 2013b. Park *et al.*, 2015. 2019) 최근 여러 연구기관 및 개인 육종가의 출원과 더불어 외국인이 국내 표고 품종을 출원하여 등록된 사례도 빈번하다. UPOV 협약에 의해 표고는 2008년 이후 버섯종균 품종시장이 개방되면서 우리나라 표고 톱밥재배의 품종육성 및 품종보호의 중요성이 부각되었고(Ko, 2008. Lee *et al.*, 2014), Table 10에서 보는 바와 같이 2020년 상반기까지 72품종이 품종보호출원 또는 등록 등이 되었으며(국립산림품종관리센터 홈페이지), 세부적으로 보면 톱밥재배용은 56품종으로 원목재배용 16품종 보다 3배 이상이며, 표고 톱밥재배용 품종의 경우 산림버섯연구센터에서 19개, 산림과학원에서 10개, 전남농업기술원 2개, 농촌진흥청 1개, 개인 육성가 9개, 개인 업체 15개 품종으로 육성기관별 품종보호출원을 볼 수 있으며, 최근 외국인 개인 또는 해외 업체로부터 품종보호출원도 7개 품종에 이른다.

산조 701호 모균주 활용 품종육성

국내 표고 톱밥재배는 지속적으로 증가되고 있으며 이는 표고 산업에 있어서 새로운 동력원이 되고 있다. 톱밥재배는 기존의 원목재배에 비해 재배기간이 짧고 재배면적당 버섯생산성이 우수한 재배법으로 임가 소득증대에 도움이 되고 있다(Min *et al.*, 2014). 국내 톱밥재배는 재배기술과 시설이 발전하면서 연중재배형의 임가가 증가하

Table 10. Application and registration status for the protection varieties of *Lentinula edodes*(July 2020)

No.	Varieties	Registration No.	Application No.	Application date	Application	Protection term
1	Hanacham	Reject	2008-04	2008.05.26	Hanabiotech	-
2	Sanlim9ho	57ho	2008-08	2008.07.25	NIFS [†]	'14.12.03-'34.12.02
3	Sanjo702ho	24ho	2008-09	2008.12.05	NFCF ^{**}	'13.02.25-'33.02.24
4	Sanjo103ho	70ho	2009-01	2009.02.26	NFCF	'15.01.09-'35.01.08
5	Sanjo108ho	71ho	2009-02	2009.02.26	NFCF	'15.01.09-'35.01.08
6	Sanjo109ho	79ho	2009-03	2009.02.26	NFCF	'15.04.07-'35.04.06
7	Sanjo701ho	12ho	2009-04	2009.02.26	NFCF	'12.11.27-'27.10.21
8	HS607	67ho	2009-05	2009.02.26	Hokken	'15.01.05-'35.01.04
9	Sanlim7ho	56ho	2009-06	2009.02.26	NIFS	'14.12.03-'34.12.02
10	Sanlim10ho	13ho	2009-07	2009.02.26	NIFS	'12.11.15-'26.04.6
11	Sanjo110ho	72ho	2009-30	2009.10.29	NFCF	'15.01.09-'35.01.08
12	Kaeulhyang	78ho	2009-31	2009.11.09	NIFS	'15.03.13-'35.03.12
13	Chamaram	45ho	2009-41	2009.12.23	NFCF	'13.09.30-'33.09.29
14	GNA01	Withdrawal	2010-12	2010.5.20	Kimyeongchan	-
15	HBLE1ho	Reject	2010-20	2010.10.06	Choiseungo	-
16	HBLE2ho	183ho	2010-21	2010.10.06	Choiseungo	'19.03.28-'39.03.27
17	Suhyangko	97ho	2010-34	2010.11.15	NIFS	'16.05.09-'36.05.08
18	Yeoreumhyang	98ho	2010-35	2010.11.15	NIFS	'16.05.09-'36.05.08
19	Cheonbaekko	119ho	2010-36	2010.11.15	NIFS	'16.07.05-'36.07.04
20	Sanjo704ho	73ho	2010-38	2010.11.15	NFCF	'15.01.09-'35.01.08
21	Soryongwon	Withdrawal	2011-03	2011.03.22	Parkseongchul	-
22	Sanjo705ho	74ho	2011-04	2011.04.04	NFCF	'15.01.09-'35.01.08
23	Sanjo706ho	76ho	2011-05	2011.04.04	NFCF	'15.01.13-'35.01.12
24	Sanjo111ho	134ho	2011-06	2011.04.04	NFCF	'17.05.17-'37.05.16
25	Dasanhyang	128ho	2011-19	2011,11,22	NIFS	'17.05.02-'37.05.01
26	Cheonjang1ho	129ho	2011-20	2011,11,22	NIFS	'17.05.02-'37.05.01
27	Pungnyeonko	130ho	2011-21	2011,11,22	NIFS	'17.05.03-'37.05.02
28	Sanjo303ho	137ho	2011-27	2011.12.22	NFCF	'17.05.25-'37.05.24
29	Sanjo707ho	75ho	2011-28	2011.12.22	NFCF	'15.01.09-'35.01.08
30	Sunwoo	101ho	2012-15	2012.05.03	Jeonnamdo	'16.05.29-'36.05.28
31	Sunhyeong	102ho	2012-16	2012.05.03	Jeonnamdo	'16.05.29-'36.05.28
32	Cheonjang2ho	-	2012-23	2012.11.29	NIFS	Under examination
33	Baekhwahyang	-	2013-32	2013.12.04	NIFS	Under examination
34	Sanjo304ho	184ho	2013-35	2013.12.11	NFCF	'19.04.10-'39.04.09
35	Sanjo708ho	122ho	2013-36	2013.12.11	NFCF	'16.07.25-'36.07.24
36	Sanjo709ho	123ho	2013-37	2013.12.11	NFCF	'16.07.25-'36.07.24
37	Sanjo710ho	124ho	2013-38	2013.12.11	NFCF	'16.07.25-'36.07.24
38	Nongjinko	179ho	2014-10	2014.03.24	RDA ^{***}	'18.07.13-'38.07.12
39	Sanmaroo1ho	213ho	2014-24	2014.12.12	NIFS	'20.03.10-'40.03.09
40	Sanjo711ho	172ho	2014-36	2014.12.31	NFCF	'18.05.31-'38.05.30
41	Sanmaroo2ho	-	2015-04	2015.02.25	NIFS	Under examination
42	Revolution101	-	2015-16	2015.07.13	Jinofarm	Under examination

Table 10. Continue

No.	Varieties	Registration No.	Application No.	Application date	Application	Protection term
43	KS11	190ho	2015-32	2015.12.11	Kachragisangyo	'19.05.17-'39.05.16
44	Sanjo503ho	-	2016-01	2016.01.04	NFCF	Under examination
45	Sanjo712ho	178ho	2016-02	2016.01.04	NFCF	'18.06.20-'38.06.19
46	Cheonjang3ho	-	2016-09	2016.01.15	NIFS	Under examination
47	Sanbakhyang	189ho	2016-10	2016.01.15	NIFS	'19.05.14-'39.05.13
48	Cheonggae2ho	Withdrawal	2016-11	2016.02.03	Cheonggae	-
49	Sanjo713ho	198ho	2016-15	2016.03.31	NFCF	'19.06.10-'39.06.09
50	Cheonggae1ho	219ho	2016-20	2016.09.22	Cheonggae	'20.04.24-'40.04.23
51	Seolbaekhyang	199ho	2016-39	2016.12.14	NFCF	'19.06.24-'39.06.23
52	Sanjo715ho	200ho	2016-40	2016.12.14	NFCF	'19.06.24-'39.06.23
53	Sanjo716ho	201ho	2016-41	2016.12.14	NFCF	'19.06.24-'39.06.23
54	Hosy8gokin	-	2017-06	2017.01.24	Hokuto	Under examination
55	Cheongheung1ho	-	2017-18	2017.06.20	Joungeuiyoung	Under examination
56	Songjeong1ho	-	2017-19	2017.06.20	Joungeuiyoung	Under examination
57	HS788	-	2017-20	2017.07.06	Hokken	Under examination
58	Sanjo305ho	-	2017-41	2017.12.11	NFCF	Under examination
59	Sanjo717ho	-	2017-42	2017.12.11	NFCF	'20.06.10-'40.06.09
60	Bambithyang	228ho	2017-45	2017.12.19	NIFS	'20.05.27-'40.05.26
61	ChikoomatsuCS-2	225ho	2018-08	2018.04.18	Chikumaasei	Under examination
62	Ilgwang1ho	-	2018-13	2018.05.29	Parkseokwoo	Under examination
63	Dtr1ho	-	2018-27	2018.09.28	Seonhaeseon	Under examination
64	Sanjanghyang	-	2018-43	2018.12.20	NIFS	Under examination
65	Sanjo718ho	-	2018-47	2018.12.28	NFCF	Under examination
66	Sanjo719ho	-	2019-06	2019.04.10	NFCF	Under examination
67	Sansanhyang	-	2019-31	2019.10.30	NIFS	Under examination
68	Manchuhyang	-	2019-36	2019.11.20	NIFS	Under examination
69	Hwadam	-	2019-41	2019.12.10	Gyeonggido	Under examination
70	Sanjo504ho	-	2019-48	2019.12.20	NFCF	Under examination
71	CA901	-	2020-16	2020.03.26	Hokken	Under examination
72	CA902	-	2020-17	2020.03.26	Hokken	Under examination

*NIFS: National Institute of Forest Science **NFCF: National Forestry Cooperative Federation

*** RDA: Rural Development Administration

는 추세이며 계절별 재배에 적합한 품종에 대한 요구도 지속적으로 증가하고 있다. 표고 품종은 국가간 품종보호에 대한 권리가 UPOV(International Union for the Protection of New Varieties of Plants, 국제식물신품종보호동맹)에 의해 강화되었으며, 우리나라는 2002년에 가입하여 2008년부터 표고가 품종보호대상 작물이 되었다. 또한 2014년에 발효된 나고야 의정서(ABS)에 따르면 생물 유전자원을 이용하는 국가는 그 자원을 제공하는 국가에 사전 통보와 승인을 받아야 하며 유전자원의 이용으로 발생한 금전적, 비금전적 이익은 상호 합의된 계약조건에 따라 공

유해야 한다(Lee, 2016). 이렇듯 국내 새로운 유전자원 개발의 가치는 급격히 높아지고 해외의 유전자원 활용은 부담이 되었다. 표고 톱밥재배용 신품종 육성을 위해 산림 버섯연구센터에서 20여 년간 집중적으로 진행하여 왔음에도 불구하고 일본이나 중국에 비해 우리 고유의 표고품종의 수가 빈약한 것이 현실이다. 최근에는 국산품종과 외산품종의 경쟁이 심화되고 있으며, 상대적으로 유전자원이 부족한 우리나라는 경쟁력 있는 국산 신품종 개발의 필요성이 더욱 증대되었다(Noh *et al.*, 2015). 산조 701호는 우리나라 여름철에 적합한 중고온성품종으로 버섯발생

Table 11. Annual dissemination of Sanjo 701ho through non-exclusive license

Types	2014	2015	2016	2017	2018	Total
Spawn(bottles)	278,070	414,708	319,527	229,485	168,000	1,409,790
Sawdust media(bags)	487,000	380,000	443,000	350,000	141,000	1,801,000

온도는 16~25°C이며, 버섯크기는 중엽형이며, 버섯색택이 밝고, 육질이 단단하여 품질이 우수한 품종으로 재배자의 소득증대에 이바지한다. 또한 우리나라 표고 톱밥재배의 육종모본 유전자원으로 지대한 기여를 하고 있으며, 새로이 개발되는 육성품종의 대조균주 및 다양한 재배기술 개발에 활용되고 있다(Seo and Koo, 2019). 특히 산조 701호를 모균주로 활용한 신품종으로 참아람, 산조 702호, 산조 704호, 산조 705호, 산조 706호, 산조 707호, 산조 709호, 산조 718호가 있으며(Noh *et al.*, 2009. 2010. 2012), 참아람을 모균주로 활용하여 산조 708호, 산조 710호, 산조 713호, 산조 716호가 신품종으로 개발되었으며(Noh *et al.*, 2014. Kim *et al.*, 2017), 산조 707호를 모균주로 산조 711호, 산조 712호, 설백향, 산조 715호, 산조 717호, 산조 719호가 육성되었다(Kim *et al.*, 2016. 2018). 재배임가들은 표고 톱밥재배의 연중 안정적으로 생산하기 위한 새로운 품종을 지속적으로 기대하고 있다.

국내 보급확대(통상실시 중심으로)

산조 701호는 국내 표고 톱밥재배의 조기 정착과 재배임가의 소득증대에 기여하며, 특히 우리나라 기후에 적합한 품종으로 선발되었기에 개발 육성자인 산림조합과 청흥버섯영농조합이 무상 통상실시권을 2014년부터 실시하게 되었다. 통상실시권은 산업재산권 권리자가 타인에게 일정한 범위 내에서 자신의 권리를 실시, 사용하게 하는 권리이다. 공무원의 신분으로 개발된 직무육성품종은 현행법상 통상실시 또는 전용실시를 해야만 하는 의무사항이지만, 민간업체로서 무상 통상실시권을 행사한 것은 버섯분야에서 최초였다. 더불어 버섯의 생산과 판매의 근간이 되는 버섯종균에 대하여 일부 품종보호출원 또는 생산·수입판매신고도 없이 불법적으로 무분별하게 유통되는 현실을 타파하고, 건전한 버섯종균의 유통질서 확립에 초석이 되기를 위한 선택이었다. 이에 2014년 한국종균생산협회와 업무협약을 통해 종균업체 회원사들도 산조 701호의 종균을 생산하여 재배자에게 공급하게 되었다. Table 11은 무상통상실시를 통해 공급된 산조 701호의 국내 보급량을 보여주고 있다(산림버섯연구센터 내부자료). 한편 2018년부터는 산림청의 표고산업 발전 및 진흥에 부응하고자 산림조합에서 개발된 산조 701호 등 26개에 품종에 대해서 확대하여 통상실시를 진행하고 있다. 산림조합에서 개발된 통상실시를 하고자 하는 업체의 신청자격은 산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 제16조의 종묘 생산업자 등록을 한 자 또는 종자산업법 제37조 제1항 규

정에 의한 종자업 등록을 득한 자와 종자산업법 제37조제 3항의 규정에 의한 시·도지사, 시장·군수 및 농업단체가 가능하다.

적 요

표고는 우리나라를 포함한 동북아시아 전역에서 오랫동안 식용으로 애용되고 있는 대중적 버섯으로 맛과 향이 독특하다. 또한 약리적인 효능이 과학적으로 밝혀졌다. 표고는 원목재배와 톱밥재배에 의해 생산되며 원목재배 기간은 4~5년인데 반해 톱밥재배는 6개월로 재배기간이 짧아 원목재배에서 톱밥재배로 빠르게 전환되고 있다. 특히 산조 701호는 중고온성 품종으로 우리나라의 표고 톱밥재배 대표적인 여름철 품종으로 재배임가에 널리 알려져 있으며, 임가 소득에 기여하고 있다. 본 연구에서는 표고 톱밥재배 품종 중에서 산조 701호의 육성내력과 다양한 실증시험, 국산품종 보급확대 등 우리나라 표고산업 발전에 기여한 성과를 기술하였다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부의 재원으로 농림수산식품기술기획평가원의 Golden Seed 프로젝트 사업(213007-05-3-SBH30)으로 수행되었습니다.

REFERENCES

- Chungnam-do agricultural technology institute. 2005. Oak mushroom sawdust cultivation banquet. <https://cnnongup.chungnam.go.kr/search.cs>
- Bak WC, Lee BH, Ka KH. 2010. Characteristics of new shiitake strain "Sanlim No. 7" produced by di-monhybridization method. *Kor J Mycol* 38:25-28.
- Bak WC, Park YA, Lee BH, Ka KH. 2013. Cultural characteristics of newly bred *Lentinula edodes* strain "Soohyangko". *J Mushroom* 11:9-14.
- Bak WC, Park YA, Lee BH, Ka KH, Park JH. 2013. Characteristics of newly bred shiitake strain "Chunbaegko" *Kor J Mycol* 41:28-32.
- Fang N, Li Q, Yu S, Zhang J, He L, Martin J.J. Ronis, Thomas MB. 2006. Inhibition of growth and induction of apoptosis in human cancer cell lines by an ethyl acetate fraction from shiitake mushrooms. *J Alterna Complemen Med* 12:125-132.
- Han SS. 1931. The promising side business of oak mushroom cultivation. *Donga Ilbo*. March 1(5)

- Kim IY, Noh JH, Lee WH, Choi SG, Ko HG, Park HS. 2016. Development of new varieties 'Sanjo 711ho' for sawdust cultivation. *J Mushrooms* 20: 67.
- Kim IY, Noh JH, Lee WH, Park JG, Kwon HW, Jeon SG, Ko HG, Lee JH. 2017. Development of new varieties 'Sanjo 711ho' for sawdust cultivation. *J Mushrooms* 20: 67.
- Kim IY, Noh JH, Lee WH, Choi SG, Kwon HW, Ko HG. 2018. Development of new varieties 'Sanjo 711ho' for sawdust cultivation. *J Mushrooms* 20: 67.
- Kim IY, Lee BS, Noh JH, Lee WH, Choi SG, Kim SC, Ko HG, Park HS. 2012. Variations of culture characteristics and productivity by culture temperature of oak mushroom. *J Mushrooms* 16: 67.
- Kim HK, Park YH, Cha DY, Chung HC. 1987. Studies on the artificial cultivation of *Lentinus edodes* on sawdust media. *Kor J Mycol* 15: 42-47
- Ko HG. 2008. Current Status of Cultivation and New Varieties of *Lentinula edodes*. *J Mushrooms* 6: 74-78.
- Ko HG, Choi SG, Kim SC, Park YH, Kim KJ, Lee WH, Noh JH, Lee BS, Kim IY, Lee HK. 2015. Oak mushroom cultivation technique, *Forest Mushroom Research Center*. p.372.
- Koo CD, Lee SJ, Lee HY. 2013. Morphological characteristics of decomposition and browning of oak sawdust medium for ground bed cultivation of *Lentinula edodes*. 41:85-90.
- Lee BS, Noh JH, Kim IY, Ko HG, Park HS. 2011. Introduction of cultivars and sawdust cultivation status of oak mushroom. *J Mushrooms* 15:37-38.
- Lee SJ. 2016. Study on the report of domestic genetic sources for domestic implementation of Nagoya protocol. *Environ law* 38:295-324.
- Lee TS, Yoon KH, Bak WC, Kim JS, Lee jY. 2000. New cultivation technology of oak mushroom. *Korea Forest Research Institute*. p174-175
- Lee WH, Kim IY, Ko HG, Kim SC, Choi SG, Noh JH, Park HS. 2014. Cultural characteristics and formation of fruiting body in *Lentinula edodes*. *J. Mushrooms*. 12(1):24-28.
- Lee YR. 1960. Mushroom growing. *食糧農業研究所*. p 2-8.
- Lee YR. 1963. Mushroom cultivation. *實用農林振興選書* 12. p 22-29.
- Lee YR. 1980. Mushroom cultivation. *華學社*. p 22-24.
- Min KT, Song SH, Ahn SJ, Moon JM, Kim ME. 2014. Agricultural prospect. 2014. *Korea Rural Economic Institute*. pp 804-838.
- Mizuno, T. 1995. Shiitake, *Lentinula edodes*: functional properties for medicinal and food purpose. *Food Rev. Int.* 11: 7-21.
- National Forest Seed and Variety Center. 2020. New variety application. http://www.forest.go.kr/newkfsweb/kfs/idx/SubIndex.do?orgId=kfsv&mn=KFS_18
- Noh JH, Kim SC, Lee WH, Choi SG, Kim IY, Ko HG, Park HS. 2014. Development of new varieties 'Sanjo 708ho' for sawdust cultivation. *J Mushrooms* 18:106
- Noh JH, Ko HG, Choi SG, Lee BS, Kim SC, Yoo CH. 2010. Mycelial physiology and characteristics of new varieties of *Lentinula edodes*. *J Mushrooms* 8: 77
- Noh JH, Ko HG, Lee BS, Kim IY, Lee WH, Choi SG, Kim SC, Park HS. 2012. Development of new varieties 'Sanjo 707ho' for sawdust cultivation. *J Mushrooms* 16: 74.
- Noh JH, Ko HG, Kim SC, Choi SG, Lee BS, Yoo CH. 2009. Development of cultivation of oak mushroom Sanjo 702ho in sawdust cultivation. *J Mushrooms* 13 :35-42.
- Noh JH, Ko HG, Park HS, Koo CD. 2015. Selection of parental strain on the sawdust cultivation and mycelial growth and cultural characteristics of *Lentinula edodes* hybrid strains. *J Mushrooms* 13 :41-49.
- Park YA, Bak WC, Koo CD, Lee BH. 2015. Cultural characteristics of new cultivar of *Lentinula edodes*, Poongnyunko. *Kor J Mycol* 43:26-32.
- Park YA, Jang YS, Ryoo R, Lee BH, Ka KH. 2019. Breeding and cultural characteristics of newly bred *Lentinula edodes* strain 'Sanjanghyang'. *Kor J Mycol* 47:143-52.
- Park YA, Lee KT, Bak WC, Kim MK, Ka KH, Koo CD. 2011. Eritadenin contents analysis on various strains of *Lentinula edodes* using LC-MS/MS. *Kor J Mycol* 39:239-242.
- Seo DS, Koo CD. 2019. Effect of light wavelengths on the mycelial browning of *Lentinula edodes* strain Sanjo 701ho. *Kor J Mycol* 47: 63-73
- Seo SB, Kim HK, Ko HG, Kim SC, Kim KJ, Choi SG, Noh JH. 2006. The research report in development of the production of *Lentinula edodes* in 2005. *Forest Mushroom Research Center*. p 311-326.
- Seo SB, Kim HK, Ko HG, Choi SG, Kim SC, Kim KJ, Noh JH. 2007. The research report in development of the production of *Lentinula edodes* in 2006. *Forest Mushroom Research Center*. p 327-344.
- Seo SB, Kim SC, Kim KJ, Ko HG, Choi SG, Noh JH, Lee BS. 2008. The research report in development of the production of *Lentinula edodes* in 2007. *Forest Mushroom Research Center*. p 176-195.
- Sharma VP, Kumar S, Kumar R, Singh R, Verma D. 2013. Cultural requirements, enzyme activity profile, molecular identity and yield potential of some potential strains of shiitake (*Lentinula edodes*). *Mushroom Res* 22:105-110.
- Tanaka K, Ishikawa S, Matsui Y, Tamesada M, Harashima N, Harada M. 2011. Oral ingestion of *Lentinula edodes* mycelia extract inhibits B16 melanoma growth via mitigation of regulatory T cell-mediated immunosuppression. *Cancer Sci* 102:516-521.
- Yoon KJ, Kim SC, Ko HG, Choi SG, Noh JH, Lee BS. 2010. The research report in development of the production of *Lentinula edodes* in 2009. *Forest Mushroom Research Center*. p 128-153.