

## RESEARCH ARTICLE

# 상자에 필터처리에 따른 표고 신품종 ‘화담’의 재배특성 및 자실체 생산성

김정한\*, 강영주, 백일선, 신복음, 하태문, 정구현  
경기도농업기술원 버섯연구소

## Cultural Characteristics and Fruiting-body Productivity of New Variety ‘Hwadam’ (*Lentinula edodes*) According to Filter Treatment in Boxes

Jeong-Han Kim\*, Young-Ju Kang, Il-Sun Baek, Bok-Eum Shin, Tai-Moon Ha and Gu-Hyun Jung  
Mushroom Research Institute, Gyeonggido Agricultural Research & Extension Services, Gwangju 12805, Republic of Korea

\*Corresponding author: kjh75@gg.go.kr

### ABSTRACT

This study was carried out to develop a new method of cultivation of ‘Hwadam’ a new variety of *Lentinula edodes*, to improve fruiting body productivity and reduce labor. To determine the optimum filter number for box cultivation, *L. edodes* were assessed for their cultural characteristics and mushroom yield. During spawn running of *L. edodes* in the box, the temperature gradually increased to the highest value of 25.8°C, 23.7°C, and 23.0°C on day 18 for the four filter, two filter, and no treatment groups, respectively. Oxygen concentration displayed an opposite trend to carbon dioxide concentration, reaching the lowest value on day 21. The oxygen concentration progressively increased as more filters were used (5.4%, 8.2%, and 8.9% treatment with no, two, and four filters, respectively). Growth of *L. edodes* in the box resulted in the highest yield (2,228 g/7kg substrate) and biological efficiency (70.7%) using four filters. The biological efficiency of the four filter treatment was 29.4% higher compared to bag cultivation (41.3%). Further studies are necessary to verify stable productivity of fruiting bodies through repeated cultivation.

**Keywords:** Biological efficiency, Box cultivation, Filter, *Lentinula edodes*, Yield



### OPEN ACCESS

pISSN : 0253-651X  
eISSN : 2383-5249

Kor. J. Mycol. 2020 June, 48(2): 95-102  
<https://doi.org/10.4489/KJM.20200011>

Received: April 02, 2020  
Revised: June 08, 2020  
Accepted: June 08, 2020

© 2020 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(*Lentinula edodes*)는 렌티난(lentinan)이라고 하는 다당류가 함유되어 있어 항암작용과 면역 조절에 관여하고[1], 에리타데닌(eritadenin)은 혈압과 혈액 속의 콜레스테롤을 낮추는 작용이 있어 고혈압이나 동맥경화를 예방할 수 있는 효과가 있다[2]. 특히 쫄깃쫄깃한 식감과 특유의 감칠맛으로 우리나라, 중국, 일본 등에서 인기가 높은 버섯이다.

국내 표고 생산량은 2018년 기준 22,255 MT으로 느타리(39,675 MT), 새송이(49,136 MT), 팽이버섯(28,532 MT) 다음으로 생산량이 많으며, 생산액은 2,230억원으로 단일 품목 가운데 가장 높다[3,4]. 표고는 수요에 비하여 공급이 부족한 실정으로, 중국으로부터 종균이 접종되어 군사배양이 완료된 배지가 수입되어 2018년에만 41,750 MT가량 수입되었다[5].

표고는 대부분 상수리나무, 신갈나무, 졸참나무, 굴참나무 등과 같은 참나무류(*Quercus* spp.)를 이용한 생산성이 높은 수종을 기반으로 하는 원목에 구멍을 뚫어 종균을 접종하여 재배해왔으나 [6], 원목가격의 상승, 노동력 부족, 고령화 등을 이유로 최근에는 봉지를 이용하여 참나무 톱밥에 영양원을 첨가하여 혼합한 톱밥배지방식으로 급격하게 전환되어 왔다. 그러나 느타리, 새송이, 팽이버섯의 병재배 방식보다 단위 시간당 생산성이 낮으며 비닐, 솜, 접착용 테이프 등의 일회용 자재의 사용 비율이 높아 생산성이 높은 친환경 재배법 개발 필요성이 대두되었다. 우리원에서 2017년부터 생력화 재배법 개발연구를 수행하여, 원통형 밀폐병(1.8 L)과 두부 제조용 상자(40×40×15 cm)를 이용하여 표고 재배를 시도하였고[7], 이어 버섯 재배병(1,100 mL)과 상자를 이용하여 자실체 생산성을 검증하여, 상자재배의 가능성을 확인하였다[8]. 따라서, 본 연구에서는 표고 상자 재배의 안정재배를 위해 통기 개선을 위한 솜필터 적용에 따른 버섯 생산성을 확인하고자 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 접종원 및 종균제조

본 연구에 사용된 표고 버섯균주는 경기도농업기술원에서 육성한 '화담(Hwadam, 2019-47)'을 PDA (potato dextrose agar) 배지에 증식시키면서, 톱밥배지용 접종원으로 사용하였다. 종균용 톱밥배지의 조성은 참나무톱밥과 미강을 80:20 (v/v)으로 제조하였으며 수분함량은 60%로 조정하고 121°C에서 90분간 멸균한 후 약 30일간 배양하여 고체종균으로 사용하였다.

### 배지 및 시험처리

본 시험에 사용된 배지재료는 참나무톱밥 85%에 미강과 옥분을 각각 7.5%(v/v)씩 혼합하여 수분함량을 55-60%로 조절한 다음 재배상자(40×40×15 cm, Farmsko Inc., Cheongju, Republic of Korea)에 혼합배지를 7 kg 넣고 다졌다. 표고 재배상자의 필터 처리효과를 분석하기 위하여 상자 마개에 코르크 보리로 지름 20 mm의 구멍을 내어 40 mm의 나일론솜을 상자 당 2개, 4개씩 각각 끼워넣었다(Fig. 1). 배지충진이 완료되면 뚜껑을 닫은 다음 121°C에서 90분간 살균을 실시하고, 살균이 완료되면 냉각실로 옮겨 15°C 이하로 식힌 후, 고체종균을 상자 당 140 g을 배양상면에 고르게 뿌려 접종한 후 20°C의 배양실로 옮겨 군사배양을 실시하였다. 배양이 완료되면 200 lux 이상의 조명이 설치된 20°C의 갈변실로 옮겨 갈변 배양을 실시하여 상자내부의 배지가 갈변이 완료될 때까지 배양하였다. 갈변이 완료되면 15°C의 생육실로 옮겨 버섯 발생을 유도하는데 1주기는 배지 자체의 습을 통해 버섯 발생을 유도하고 2주기, 3주기는 침봉을 통하여 버섯 발생과 생육을 실시하였다.



**Fig. 1.** Various filter treatments in boxes to produce fruiting body of *Lentinula edodes*.

### 배양 및 생육특성 조사

배양일수는 표고 종균을 접종한 후 배양실로 옮겨진 시점부터 배양 용기의 하단까지 균사 배양이 완료된 시점까지를 배양일수로 하였고, 갈변기간은 배양이 완료된 시점부터 재배상자의 표면부위에 갈변이 완료될 때까지의 기간을 산출하였다. 버섯 발생을 위하여 생육실로 입상된 날부터 수확 시까지의 기간을 생육기간으로 산출하였다. 또한 균사배양, 갈변, 생육기간을 합쳐 1 주기 재배기간을 산출하였다. 자실체 특성 조사는 국립산림품종관리센터의 '표고버섯 특성조사 요령'에 준하여 실시하였다. 배양기간 중 상자내부의 CO<sub>2</sub>와 O<sub>2</sub>의 측정은 Dansensor Checkmate 3 (Mocon Europe A/S., Ringsted, Denmark)를 이용하여 상자 마개에 지름 2 mm의 구멍을 뚫어 PTFE/silicone septum (Dansensor, Ringsted, Denmark)을 부착한 뒤 0.2 U gas 필터와 플라스틱 실린지(0.8×40 mm)를 이용하여 경시적으로 측정하였다.

그 결과의 통계처리는 SAS Enterprise Guide 7.1(SAS Institute Inc., Cary, USA)을 이용하여 Duncan의 다중범위검정(Duncan's-multiple range test)을 통하여 평균값들에 대한 유의성( $p < 0.05$ )을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

표고 재배용 상자의 마개에 필터를 2, 4개 적용 후 상자 배지의 온도 변화는 Fig. 2와 같다. 상자 내부의 온도는 배양초기에 20°C로 시작하여 배양일수가 경과됨에 따라 모든 처리구의 온도는 서서히 상승하여 배양 18일째 최고치에 도달하였다가 그 이후에 낮아지다 30일 이후부터는 안정하게 유지되는 경향을 보였다. 배양 18일째 온도는 필터4구가 25.8°C, 필터2구가 23.7°C, 무필터구가 23.0°C로 필터수가 많을수록 온도 상승이 급격하게 일어났다. 군사배양중 배지 품온의 상승은 군사가 배지 내 양분을 흡수, 분해하면서 발생하는 에너지 때문이며[9], 필터수가 많을수록 배지 품온이 더 상승한 것은 상자내부의 산소 공급이 더 증가되어 군사 내부 대사활동이 더 활발하게 진행되어 나타난 결과로 판단된다. 배양 35일부터는 군사의 갈변을 위해 광을 조사하여 배양하였는데, 배양 초기처럼 현저한 온도 변화는 나타나지 않았다. 필터 처리에 따른 온도변화는 필터4구, 필터2구가 외기 및 무필터 처리구보다 배양 50일까지 약간 높게 유지되다 그 이후부터는 온도 변화없이 유지되는 경향이였다.

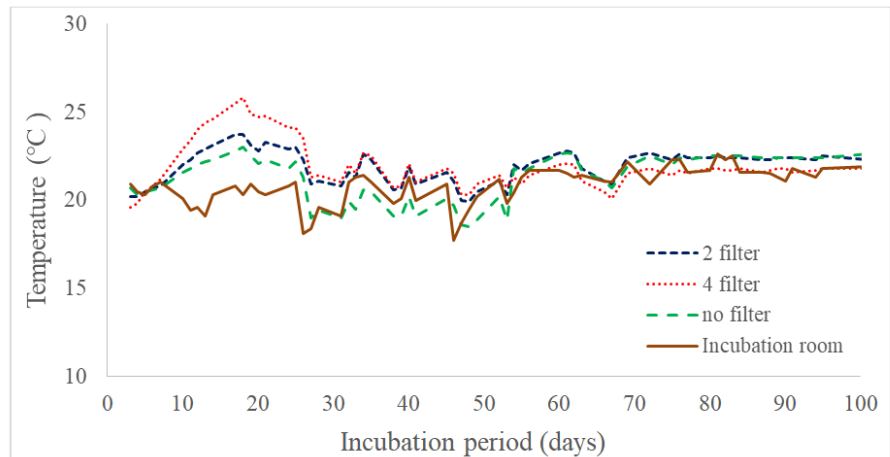
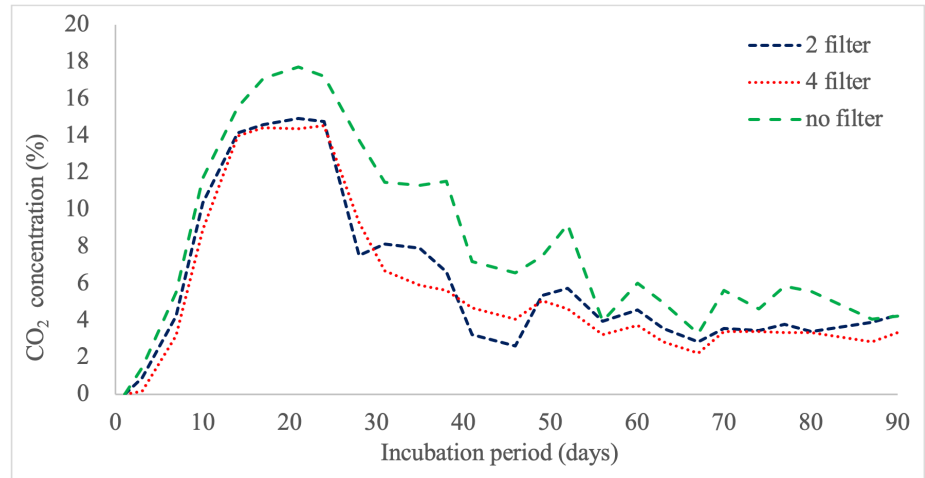
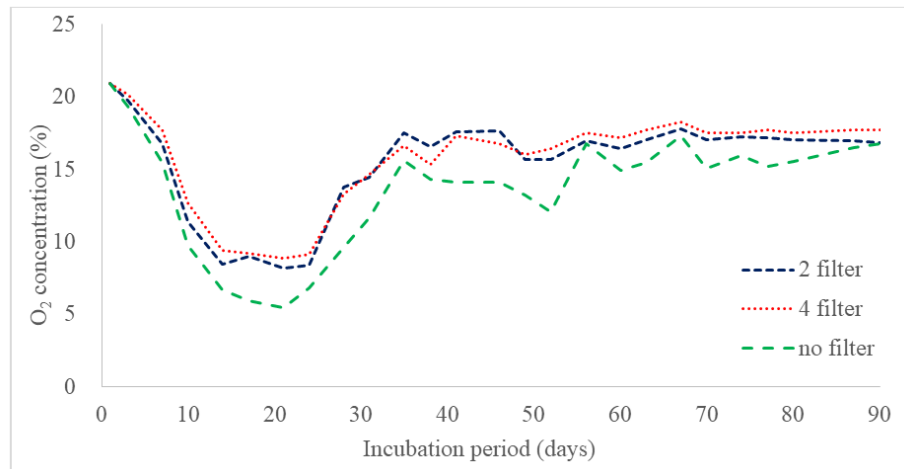


Fig. 2. Changes of temperature during incubation of *Lentinula edodes* with various filter treatments in boxes.

상자 내부 CO<sub>2</sub> 농도(Fig. 3)는 배양기간이 경과됨에 따라 증가하다 배양 21일째 최고치에 도달하였다가 그 이후에 낮아졌으며 Fig. 2의 온도 변화와 유사한 패턴을 보였다. 필터 처리별 상자내부 CO<sub>2</sub> 농도는 온도 변화와 반대의 양상으로, 배양 24일째 무필터구가 17.2%, 필터2구가 14.9%, 필터4구가 14.4%로 나타났는데, 이는 필터가 많을수록 상자 내외부와의 가스 교환이 활발히 진행되어 상자내부의 CO<sub>2</sub> 농도를 감소시켰을 것으로 추측된다. 상자내부의 O<sub>2</sub> 농도는(Fig. 4), 초기에 20.8%로 시작되다 배양이 진행됨에 따라 O<sub>2</sub> 농도는 낮아져 배양 21일째 최저치에 도달하였다. 무필터구가 5.4%, 필터2구가 8.2%, 필터4구가 8.9% 순으로 필터수가 많을수록 O<sub>2</sub> 농도도 높았다. 배양 35일 갈변과정부터 O<sub>2</sub> 농도는 15% 이상까지 다시 상승하다 그 이후에 유지되었으며 필터수가 많을수록 산소 농도도 높게 유지되는 경향이였다.



**Fig. 3.** Changes of CO<sub>2</sub> concentration during incubation of *Lentinula edodes* with various filter treatments in boxes.



**Fig. 4.** Changes of O<sub>2</sub> concentration during incubation of *Lentinula edodes* with filter treatments in box.

필터처리에 따른 표고 상자재배의 재배기간은 Table 1과 같다. 배양기간은 34일, 갈변기간 57일로 필터 처리구간 차이가 없었다. 생육기간은 무필터구가 17-20일, 필터4구가 11-20일, 필터2구가 14-20일로 첫 버섯까지의 수확은 필터4구, 필터2구, 무필터구 순으로 필터 수가 많을수록 빨랐으며, 마지막 버섯 수확은 20일로 처리구간 차이가 없었다.

**Table 1.** Cultural properties of *Lentinula edodes* with various filter treatments in boxes

Treatment	Spawn running (days)	Browning (days)	Development period of fruiting body (days)	Cultivation period (days)
Box (7 kg)				
2 filter	34	57	14-20	105-111
4 filter	34	57	11-20	102-111
no filter	34	57	17-20	108-111
Bag (3kg)	34	65	11	110

전체 재배기간은 무필터구 108-111일, 필터2구 105-111일, 필터4구 102-111일로 나타났다. 반면, 대조군인 봉지재배는 갈변기간이 65일로 상자재배에 비해 8일 지연되어 전체 재배기간이 110일로 나타났는데 이는 상자의 배양상면의 표면적이 넓어 산소와의 접촉면이 많아 갈변기간을 단축시킨 것으로 판단된다. 한편 표고톱밥 배지에서 갈변은 내부 수분유지와 병원균 침입방지 등의 중요한 역할을 하고[10, 11], 갈변을 일으키는 요인은 빛으로, 표고 균사체에 빛이 조사되면 25-30일째부터 갈변이 시작되며, 이에 직접 관련된 주요 효소는 tyrosinase로 보고하였다[12]. 이 tyrosinase는 기질 tyrosin으로부터 멜라닌 전구물질인 3,4-dihydroxyphenylalanin (DOPA)를 생성할 때, 산소가 필수적으로 필요하다. 따라서 갈변과정은 광 뿐만 아니라 산소도 중요한 인자로 작용할 것으로 판단되며 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 여겨진다.

필터처리별 표고 상자재배 수량은 Table 2와 같다. 개체중은 무필터구가 78.4 g으로 가장 많고 필터2구가 49.7 g, 필터4구가 43.3 g이었다. 1주기 수량은 필터4구가 1,129 g, 필터2구가 876 g, 무필터구가 382 g 순이었으며(Fig. 5), 2주기 수량은 필터4구와 필터 2구가 각각 375, 302 g으로 유사하였고, 무필터구가 283 g으로 낮았다. 3주기 수량은 필터4구가 724 g, 필터2구가 702 g, 무필터구가 229g 순으로 나타났다. 전체 3주기 동안의 수량은 필터4구가 2,228 g, 필터2구가 1,880 g으로 무필터구 894 g에 비해 유의적으로 우수하여 필터 처리효과를 뚜렷하게 확인하였다. 이는 표고균의 배양과정중 균사배양과 갈변에 산소가 원활하게 공급되어 자실체 형성에 도움을 주었을 것으로 판단된다.

**Table 2.** Yield of *Lentinula edodes* with various filter treatments in boxes

Treatment	Individual weight of fruiting body(g)	Yield(g/container)				BE <sup>d</sup> (%)
		1st	2nd	3rd	total	
Box (7 kg)						
2 filter	49.7±9.69 <sup>b</sup>	876 <sup>b</sup>	302 <sup>b</sup>	702 <sup>b</sup>	1,880 <sup>b</sup>	59.7 <sup>b</sup>
4 filter	43.3±5.00 <sup>bc</sup>	1,129 <sup>a</sup>	375 <sup>ab</sup>	724 <sup>a</sup>	2,228 <sup>a</sup>	70.7 <sup>a</sup>
no filter	78.4±14.26 <sup>a</sup>	382 <sup>c</sup>	283 <sup>c</sup>	229 <sup>c</sup>	894 <sup>c</sup>	28.4 <sup>c</sup>
Bag (3 kg)						
	42.4±3.17	293	101	163	557	41.3

<sup>a-c</sup> Different letters within a column are significantly different ( $p < 0.05$ ).

<sup>d</sup> Biological efficiency (%)=[fresh weight of fruiting body (g)/dried weight of substrate (g)]×100.



**Fig. 5.** Morphological properties of *Lentinula edodes* by various filter treatments in boxes. A, 2 filter. B, 4 filter. C, no filter.

한편, 대조군으로 처리된 3 kg 봉지의 수량은 557 g 생물학적 효율(biological efficiency)이 41.3%로 나타났는데, 생물학적 효율 측면에서 상자재배의 필터2구와 필터4구의 효율이 각각 59.7%, 70.7%로 3 kg 봉지재배 보다 우수하였고, 반대로 무필터구는 28.4%로 봉지 3 kg보다 낮은 효율을 보여주었다. 따라서, 필터가 부착된 상자재배는 기존의 봉지재배와 비교해도 자실체 수량성 측면에서 경쟁력이 있을 것으로 판단된다. 필터 처리별 표고 자실체 특성은 Table 3과 같다. 무필터구 자실체가 필터처리구 보다 갓이 두껍고 길며 대가 굵고 긴 특성을 보여주었는데, 이는 필터처리구에 비해 무필터구의 발이량이 적어 영양분이 집중된 결과에 기인한 것으로 생각된다.

**Table 3.** Morphology characteristics of *Lentinula edodes* with various filter treatments in boxes

Treatment	Thickness of pileus (mm)	Diameter of pileus (mm)	Length of stipe (mm)	Thickness of stipe (mm)
Box (7kg)				
2 filter	23.3±1.23 <sup>b</sup>	67.8±8.26 <sup>b</sup>	52.0±6.40 <sup>b</sup>	26.8±7.43 <sup>b</sup>
4 filter	22.4±2.49 <sup>b</sup>	65.7±8.40 <sup>b</sup>	47.6±3.72 <sup>b</sup>	22.2±4.56 <sup>b</sup>
no filter	26.9±1.56 <sup>a</sup>	77.3±8.77 <sup>a</sup>	60.3±2.63 <sup>b</sup>	32.8±5.39 <sup>a</sup>
Bag (3 kg)	24.2±2.18	62.9±3.34	60.3±2.63	26.1±3.43

<sup>a-b</sup> Different letters within a column are significantly different ( $p < 0.05$ ).

## 적요

표고 생산성 향상을 위해 상자재배를 실시하고 필터처리에 따른 효과를 구명하고자 수행한 결과는 다음과 같다. 배양기간에 따른 상자내부의 온도는 서서히 상승하여 18일째 최고치에 도달하여 필터4구가 25.8°C, 필터2구가 23.7°C, 무필터구가 23.0°C로 필터수가 많을수록 온도상승이 크게 일어났다. 상자내부 CO<sub>2</sub> 농도는 온도 변화와 같은 패턴으로 배양기간이 경과에 따라 증가하다 배양 24일째 최고치에 도달하였으며, 무필터구가 17.2%, 필터2구가 14.9%, 필터4구가 14.4%로 필터수가 많을수록 CO<sub>2</sub> 농도는 낮았다. O<sub>2</sub> 농도는 배양 21일째 최저치에 도달하였는데 무필터구 5.4%, 필터2구가 8.2%, 필터4구가 8.9%로 필터수가 많을수록 O<sub>2</sub> 농도도 높았다. 재배특성은 처리구와 상관없이 배양기간은 34일, 갈변기간은 57일 이었으며, 재배기간은 무필터구가 108-111일, 필터2구가 105-111, 필터4구가 102-111일로 각각 나타났으며 봉지재배의 110일과 유사하였다. 필터 처리에 상자재배의 3주기 수량성은 필터4구가 2,228 g, 필터2구가 1,880 g으로 무필터구의 894 g에 비해 유의적으로 우수하였다. 3kg 봉지재배와 비교시 필터4구 상자재배의 생물학적 효율이 70.7%로 봉지재배 41.3%보다 29.4% 높은 것으로 나타났다.

## References

1. Minister of agriculture, food and rural affairs. 2018 The production record Chihara G, Hamuro J, Maeda Y, Arai Y, Fukuoka F. Fractionation and purification of the polysaccharides with marked antitumour activity especially lentinan from *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. (an Edible Mushroom). *Cancer Res* 1970;30:2776-81.
2. Park YA, Lee KT, Bak WC, Kim MK, Ka KH, Koo CD. Eritadenin contents analysis in various strains of *Lentinula edodes* using LC-MS/MS. *Korean J Mycol* 2011;39:239-42.
3. Korea Forest Service. Statistical yearbook of forestry. Daejeon: Korea Forest Service; 2018.

4. Horticulture Business Division. Minister of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2018 The production record of a special crop. Sejong: Minister of Agriculture, Food and Rural Affairs; 2019. p. 64-7.
5. Korea Agricultural Trade Information, Korea Agro-Fisheries & Food > Trade Corporation. Searching import performance by period > [Internet]. 2019. Available from: > <https://www.kati.net/statistics/periodPerformance.do>
6. Ryu SR, Bak WC, Koo CD, Lee BH. Studies on breeding and cultivation characteristics of *Lentinula edodes* strains for sawdust cultivation. *Kor J Mycol* 2009;37:65-72.
7. Kim JH, Baek IS, Shin BE, Gwon HM, Lee YS, Jung GH. Comparison of the cultural characteristics and productivity of *Lentinula edodes* cultivated in different types of containers. *J mushrooms* 2019;17:132-5.
8. Kim JH, Kang YJ, Baek IS, Shin BE, Ha TM, Jung GH. Cultural characteristics and fruiting-body productivity of *Lentinula edodes* with bottle and box. *J Mushrooms* 2020;18:91-4.
9. Kim JH, Choi JI, Chi JH, Won SY, Seo GS, Ju YC. Investigation on favorable substrate formulation for bag cultivation of *Grifola frondosa*. *Kor J Mycol* 2008;36:26-30.
10. Kim YH, You CH, Sung JM, Kong WS. Enzymatic activities related mycelial browning of *Lentinula edodes* (Berkeley) Sing. *J Mushroom Sci Prod* 2007;5:91-7.
11. Koo CD, Lee SJ, Lee HY. Morphological characteristics of decomposition and browning of oak sawdust medium for ground bed cultivation of *Lentinula edodes*. *Kor J Mycol* 2013;41:85-90.
12. Kim YH, Jhune CS, Park SC, You CH, Sung JM, Kong WS. The changes in interacellular enzyme during the mycelial browning of *Lentinula edodes* (Berkeley) Sing. *J Mushroom Sci Prod* 2009;7:110-4.