

## 꽃송이버섯 액체종균배지 및 배양조건에 따른 균사 배양 특성

이윤혜\* · 권희민 · 구옥 · 최종인 · 전대훈

경기도농업기술원 버섯연구소

Mycelial growth characteristics of *Sparassis latifolia* according to liquid media and incubation conditions

Yun-Hae Lee\*, Hee-Min Gwon, Ok Gu, Jong-In Choi, and Dae-Hoon Jeon

Mushroom Research Institute, Gyeonggido Agricultural Research &amp; Extension Services, Gwangju 12805, Korea

**ABSTRACT:** *Sparassis latifolia* is one of the most expensive mushrooms in Korean market owing to its high  $\beta$ -glucan content and immunoactivity. However, because of the long cultivation period and high contamination rates, it has low production efficiency. Therefore, we first need to establish the optimum conditions for liquid spawn production to increase its production efficiency. As a result of experiments, molasses culture medium was selected for mycelial growth. Also, the optimum sugar content for molasses and amount of aeration used were approximately 8 Brix% and 0.3–0.6 vvm, respectively. Mycelial dry weight increases, while the medium decreases, as the incubation period increases. Therefore, to achieve maximum production efficiency, the incubation period of 9 to 11 days is appropriate.

**KEYWORDS:** Aeration, Incubation period, Liquid spawn, *Sparassis latifolia*

## 서론

국내 버섯 생산량은 느타리버섯, 큰느타리버섯, 팽이, 표고 4품목이 전체의 91%를 차지하여 품목편중화가 심한 편이다. 표고를 제외한 3품목은 자동화기계를 이용한 병재배농가에서 연중 안정생산 되고 있으며, 농가수는 2007년 이후 점차 감소하여 느타리버섯과 팽이버섯은 농가수는 9년간 73%정도 감소하였다(Statics of agriculture, Food and Rural Affairs., 2017). 또한, 최근 10년간 가락동가격 동향을 조사한 결과, 원목 및 봉지재배 형태인 표고버섯

과 균사재배 형태인 양송이와 같이 노동력이 비교적 많이 필요한 버섯 품목보다 가격이 점차 낮아지는 추세이다. 이러한 병재배 버섯농가 경영 악화를 해결하기 위해 품목 전환을 시도하는 것도 하나의 방법이다.

꽃송이버섯(*Sparassis latifolia*)은 분류학적으로 민주름 버섯목, 꽃송이버섯과, 꽃송이버섯속에 속하며, 우리나라에서는 여름에서 가을에 잣나무, 낙엽송 등 침엽수 성숙 목 밑등, 또는 벌채목 및 그루터기에 발생하는 심재부후균으로 갈색부후균에 속한다. 야생버섯 자실체크기는 10~30 cm, 색은 백색~담황색으로 꽃양배추모양으로(Kim and Han, 2008), 영명으로는 ‘Cauliflower mushroom’ 라고 한다. 이 버섯은 일본식품분석센터에서  $\beta$ -glucan 함량이 43.6%로 보고하였고,  $\beta$ -glucan은 활성화된 백혈구수를 증가시켜 세포조직의 면역기능이 높아져 항암작용(Ohno *et al.*, 2002; Ohno *et al.*, 2003)이 우수하다는 결과가 보고되었다. 그 이후 1999년경에 일본에서 대량생산이 시작되었고, 국내는 2003년부터 연구결과가 보고되었는데, 균사 배양조건 설정(Seo *et al.*, 2005; Cheong *et al.*, 2008), 톱밥재배기술에 관한 연구(Park *et al.*, 2006; Oh *et al.*, 2006; Ryu SR *et al.*, 2009). 단목재배기술 개발(Yoo *et al.*, 2010), 꽃송이버섯 자실체 추출물의 항암활성(Choi *et al.*, 2014), 꽃송이버섯 발효액 제조기술(Jo *et al.*, 2015)등

J. Mushrooms 2018 June, 16(2):96-102  
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2018.16.2.96>  
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853  
 © The Korean Society of Mushroom Science

\*Corresponding author  
 E-mail : pdym@gg.go.kr  
 Tel : +, Fax : +82-31-229-6121

Received April 24, 2018  
 Revised May 29, 2018  
 Accepted June 25, 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.

**Table 1.** Composition of media

(unit : %,w/w)

Materials	Control	LM1	LM2	LM3	LM4	LM5	LM6	LM7
Soybean meal powder	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
glucose						1.0	2.0	4.0
fructose						1.0	2.0	4.0
sucrose	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	1.0	2.0	
maltose						1.0	2.0	
Yeast extract						0.2	0.6	1.0
peptone						0.1		
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05			
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05			
Extract solution <sup>a</sup>		CP10	BP10	C5+B5	LS10			

<sup>a</sup>CP10 : 10% extract solution of corn meal powder, BP10 : 10% extraction solution of beet pulp, C5+B5 : 5% extraction solution of corn meal and 5% beet pulp, LK10 : 10% extraction solution of larch sawdust

다양한 분야에서 연구가 지속되고 있어 앞으로 소득원으로 가치가 높은 편이라고 볼 수 있다.

꽃송이버섯은 원목재배, 봉지재배, 병재배 형태로 생산되고 있으며, 원목재배는 매년 3월경 낙엽송단목을 비닐봉지에 담아 상압살균하여 액체종균을 접종하여 재배하고 있다. 봉지 및 병재배농가는 직접 액체종균을 제조하여 재배하거나 배양완료된 배지를 분양받아 생산하고 있다. 일반적으로 꽃송이버섯은 균사배양기간이 다른 버섯보다 길고 배양초기에 푸른곰팡이 오염율이 높아(Oh, 2009) 생산효율이 낮으며 안정적 재배기술은 미흡한 실정이다. 이에, 꽃송이버섯 안정재배 및 생산 효율 향상을 위해서는 적합 배지개발, 품종육성, 종균제조 기술개발이 시급한 실정으로 본 연구의 목적은 액체종균배지조성 및 배양조건을 설정하여 종균의 안정적 공급을 해결하는 것이다.

## 재료 및 방법

### 시험균주 및 접종원제조

대조품종으로 ‘너울’과 농가에서 수집한 GMSL69032, 69033, 69034를 사용하였다. 1차 접종원은 직경 60 mm 크기의 페트리디쉬에 M2배지를 이용하여 2주정도 배양하였다. M2배지조성은 대두박분 0.3%, glucose 1.0%, fructose 1.0%, sucrose 1.0%, maltose 1.0%, yeast extract 0.2%, peptone 0.1%, agar 2.0%이다. 2차 접종원 배지는 PDB배지 150 ml을 250 ml 삼각플라스크에 분주하여 121°C에서 20분살균한 후 페트리디쉬에서 배양된 1차 접종원 균사체를 5 mm 내외로 잘라 접종하였다. 140rpm으로 진탕배양하여 시험용 배지에 접종하기 2일 전에 균질기로 갈아서 진탕배양 후 접종원으로 사용하였고, 균사배양 온도는 25°C내외로 조절하였다.

### 액체종균 배지 제조

재배용 배지재료 낙엽송톱밥, 옥수수분, 비트펄프추출물 배지와 당원종류 및 첨가량에 따른 배지조성은 Table 1과 같다.

배지재료 추출물은 낙엽송톱밥, 옥수수분, 비트펄프를 증류수와 1:10(w/v)으로 혼합하여 105°C에서 30분 열처리 후 상등액을 채취한 후 증류수로 초기 부피로 맞추었다. 500 ml 삼각플라스크에 배지를 200 ml 분주하여 121°C에서 20분 살균하여 140 rpm으로 진탕배양하였다.

적합 배지 당도 선발시험을 위해 엿기름추출물을 사용하였다. 엿기름추출물은 엿기름과 증류수를 무게비로 1:3으로 혼합하여 65°C에서 6시간 당화하여 침전물을 제외하고 상등액을 105°C에 5분 열처리를 통해 당화를 정지시켰다. 당화액은 냉장보관하여 시험처리에 따라 당도를 조절하여 배지를 제조하였다. 물엿배지는 시중에 판매되는 물엿 종류별로 당도를 8Brix%로 조절하여 Yeast extract 를 0.2%첨가한 후 100 ml삼각플라스크에 20 ml분주하여 고압살균하였다.

균사생장량은 배양완료 후 거름종이에 걸러 60°C내외에서 2~3일 건조하여 균체무게를 조사하였으며, 배지 당도는 Pocket Refractometer PAL-1(ATAGO, Japan), pH는 FiveEasy Plus(Metter Toledo, Swiss)로 3반복 측정하였고, 배지감소율은 배양완료 후 감소된 배지부피를 초기 배지부피기준으로 백분율로 계산하였다.

### 액체종균 통기량 시험

통기량은 시간당(min) 배지부피(*I*)에 대한 주입되는 공기부피(100 ml)를 나타낸 값으로 플로메타를 이용하여 조절하였다. 1차 시험은 배양용기 18 L에 배지조성은 glucose 0.4%, fructose 1.2%, yeast extract 0.1%로 혼합하여 10 L 제조하여 121°C에 40분 살균 후 접종하였다. 시험균주는 GMSL69032와 GMSL69033로 통기량 0.5~2.0vvm(*I/I*)

**Table 2.** Changes of pH and Brix of media after autoclave

Item	Time	Cont.	LM1	LM2	LM3	LM4	LM5	LM6	LM7
pH	before autoclave	5.8	5.8	5.7	5.8	5.7	6.3	5.7	5.7
	after autoclave	5.8	5.8	5.4	5.6	5.8	5.7	5.3	5.2
Brix (%)	before autoclave	2.7	2.9	2.9	3.0	3.0	4.0	7.8	7.8
	after autoclave	3.0	3.2	3.3	3.4	3.2	4.3	8.1	8.1

min) 범위에서 0.5간격으로 4수준으로 처리하였다. 2차 시험은 ‘너울’을 대조로 하고 균사배양이 비교적 우수한 GMSL69033을 시험균주로 사용하였다. 배지는 1차 시험 결과 선발된 물엿 8Brix%와 Yeast extract 0.2%첨가하여 5L 내열성플라스틱용기에 배지는 3.3 L를 넣고 121°C에 40분 살균 후 접종하였다. 0.3~1.2vvm(1l/min)범위에서 0.3간격으로 4수준으로 처리하여 25°C 내외에서 14일정도 배양한 후 균체량, 균체직경, CO<sub>2</sub> 발생량을 조사하였다. 균체량은 배지선발시험과 동일하게 하였으며, 균체직경은 배양완료 후 거른 후 바로 균체 30개의 직경을 캘리퍼스(Mitutoyo, Japan)로 측정하였다. CO<sub>2</sub>발생량은 간이식 측정기인 Rotronic(Swiss) 으로 액체종균 배출구에서 30초간 측정하였다.

**액체종균 배양기간 시험**

배지시험에서 선발된 배지를 사용했으며, 통기량은 0.3 vvm(1l/min)으로 조절하여 배양하였다. 5 l 내열성플라스틱용기에 배지는 3.3 l를 채워 121°C에 40분 살균하였다. 1차 시험은 5, 10, 15, 20일로 처리하였고, 2차시험은 7, 9, 11, 13일로 2일간격으로 조정하여 균체량, 균체직경, CO<sub>2</sub> 발생량을 통기량 시험과 동일하게 조사하였다.

**결과 및 고찰**

**액체종균 적합 배지 개발**

일반적으로 버섯 균사생장에는 배지 pH와 영양원이 영향을 끼치므로 배지 pH와 가용성고형물을 나타내는 Brix를 살균전후 조사하였다(Table 2).

배지 pH는 살균 후 0.2~0.6정도 낮아졌으며, Brix는 0.3~0.4%높아졌다. 살균후 배지의 pH는 5.2~5.8범위로 배지종류에 따른 차이는 크지 않았으며, 꽃송이버섯 균사생장에 적합한 pH 5.0~6.0범위에 속하였다(Seo *et al.*, 2005; Cheong *et al.*, 2008). Brix는 당 첨가량이 많은 LM6과 LM7이 8.1로 높았다.

수집균주 3균주의 배지별 균사생장량을 조사한 결과 (Table 3), GMSL69032와 GMSL69033은 옥수수분추출물(CP) 첨가 배지인 LM1 에서 균사생장량이 많았고, GMSL69034는 옥수수분추출(CP) 첨가배지인 LM1와 비트펄프추출물(BP) 첨가배지인 LM2에서 균사생장량이 많아 균주별로는 다소 차이가 있었으나, 꽃송이버섯 균사생

**Table 3.** Dried weight of mycelia according to media (unit : mg/200 ml/25days)

Strain	Cont.	LM1 <sup>a</sup>	LM2	LM3	LM4
GMSL69032	776 c <sup>b</sup>	1,190 a	930 b	805 c	942 b
GMSL69033	885 b	1,145 a	962 b	894 b	877 b
GMSL69034	817 b	930 ab	1,004 a	785 b	782 b

<sup>a</sup>LM1 : 10% extract solution of corn meal powder, LM2 : 10% extraction solution of beet pulp, LM3 : 5% extraction solution of corn meal and 5% beet pulp, LM4 : 10% extraction solution of larch sawdust

<sup>b</sup>Values with different letters are significantly different at *p*<0.05 by Duncan’s multiples range test

**Table 4.** Dried weight of mycelia according to sugar source and amount of sugar addition (unit : mg/200 ml/15days)

Strain	LM1 <sup>a</sup>	LM5	LM6	LM7
GMSL69032	647 c <sup>b</sup>	1,293 b	1,824 a	1,947 a
GMSL69033	611 c	1,300 b	1,356 b	1,643 a
GMSL69034	457 c	936 b	1,299 a	1,134 ab

<sup>a</sup>LM1 : sucrose 3.0%  
LM5 : glucose 1.0%, fructose 1.0%, sucrose 1.0%, maltose 1.0%  
LM6 : glucose 2.0%, fructose 2.0%, sucrose 2.0%, maltose 2.0%  
LM7 : glucose 4.0%, fructose 4.0%

<sup>b</sup> Values with different letters are significantly different at *p*<0.05 by Duncan’s multiples range test

장은 일반적으로 많이 사용되는 대두박분배지보다 옥수수분추출물(CP)에서 우수하였다.

당원 종류 및 첨가량에 따른 균체량은 Table 4에서 보는 바와 같이, 당 첨가량이 8%로 높은 LM6과 LM7에서 균체량이 많았으며, LM7에서 3균주 모두 균체량이 많아 단당류인 glucose와 fructose가 탄소원으로 적합한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Seo *et al.*(2005)의 결과와 일치하며 단당류가 영양원으로 이용되기 쉬운 것에 기인한 것으로 나타났다.

균사생장이 우수했던 GMSL69033균주와 대조로 ‘너울’ 품종을 시험균주로 적합 Brix%, 통기량 및 배양기간 설정 시험을 수행하였다. 꽃송이버섯 균사배양에 적합한 당원과 Brix%를 알아보기위해 균사생장량이 우수했던 LM7 배지, Fructose만 8%첨가한 LM7-1배지, 엿기름추출배지를 Brix%별로 균사생장량을 분석하였다. Table 5에서는

배지종류별 pH와 Brix를 분석한 결과로, 살균 후 pH는 4.7~5.8범위였고 배양후에도 큰 변화는 보이지 않았다. Brix 또한 살균후와 배양 후에 큰 변화가 없었다. 이는 균사가 성장하면서 배지의 당원을 영양원으로 이용하기도 하지만 다양한 대사산물이 분비된 것으로 추정되며, 앞으로 꽃송이버섯 균사체 배양액에 관한 정밀한 분석을 통해 이를 활용하는 방법도 유용할 것으로 생각된다.

균사생장량은 GMSL69033과 ‘너울’ 모두 Glucose보다 Fructose 첨가배지에서 우수하여 적합당원은 Fructose가 적합하였다. 엿기름추출액의 Brix%에 따른 균사생장량은 GMS69033은 8Brix%, ‘너울’은 6~10Brix%에서 우수하였다. 당원 및 엿기름 추출액 당도에 따른 균체량은 균주에 따라 다소 차이를 나타냈다(Table 6). 정 등(2011)은 겔보리당화 당도 6Brix%에서 꽃송이버섯 균체량이 우수하였다고 보고되었는데 이는 시험균주와 배지조성 등이 다른 조건에 따른 결과로 볼 수 있으며, 엿기름추출물에 질소원으로 0.2%의 yeast extract를 첨가배지에서는 8Brix%내외로 조절하는 것이 적합하였다.

엿기름추출배지를 제조하려면 하루정도 당화과정이 필요하여 노동력과 시간을 절약할 수 있는 배지를 개발하기 위해 시중에 판매되는 물엿 2종류를 8brix%로 희석하고 Yeast extract를 0.2%를 첨가한 배지에서 균사생장량을 비교하였다(Table 7). 그 결과 GMSL69033은 엿기름추출배

**Table 7.** Dried weight of mycelia according to kinds of starch syrup (mg/100 ml/15days)

Strain	LM4-8 <sup>a</sup>	Starch syrup1	Starch syrup2
GMSL69033	469 a <sup>b</sup>	532 a	612 a
Neoul	511 ab	387 b	529 a

<sup>a</sup> LM4-8 : malt extract solution 8 brix%, Yeast extract 0.2%  
<sup>b</sup> Values with different letters are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiples range test

지와 물엿종류에 따른 균체량이 통계적 유의성을 보이지 않았으나, ‘너울’은 물엿1보다 물엿2배지에서 균체량이 많아, 균주별로 다른 양상을 보였다.

이상의 결과, 물엿을 8Brix%로 조절하고 질소원으로 Yeast extract를 0.2% 첨가한 배지를 꽃송이버섯 액체종균 배지로 선발하였다.

**액체종균 적합 통기량 설정**

버섯의 액체배양시 공기주입량은 균사의 호흡과 관련이 되며 균일한 균사배양을 위해 버섯에 따른 적합한 통기량을 설정하기 위해 일정시간에 배지부피와 공기주입량을 플로메타로 조절하였다.

통기량에 따른 호흡량 변화를 알아보기 위해 배양기간별

**Table 5.** Changes of pH and Brix of media according to carbon sources and brix of malt extract

Items	Time	LM7 <sup>a</sup>	LM7-1	LM4-4	LM4-6	LM4-8	LM4-10
pH	before autoclave	4.93	4.95	6.04	5.78	5.89	5.93
	after autoclave	4.74	4.73	5.81	5.56	5.66	5.63
	after incubation	4.57	4.51	5.68	5.57	5.55	5.53
Brix (%)	before autoclave	8.50	8.40	4.05	6.25	8.10	10.10
	after autoclave	8.80	8.65	4.10	6.55	8.30	10.30
	after incubation	8.75	8.60	4.05	6.30	8.40	10.45

<sup>a</sup> LM7 : 4.0% Glucose, 4.0% Fructose, 1.0% Yeast extract  
 LM7-1 : 8.0% Fructose, 1.0% Yeast extract  
 LM4-4 : 4 brix% malt extract solution, 0.2% Yeast extract  
 LM4-6 : 6 brix% malt extract solution, 0.2% Yeast extract  
 LM4-8 : 8 brix% malt extract solution, 0.2% Yeast extract  
 LM4-10 : 10 brix% malt extract solution, 0.2% Yeast extract

**Table 6.** Dried weight of mycelia according to carbon and brix of malt extract (mg/100 ml/15days)

Strain	LM7 <sup>a</sup>	LM7-1	LM4-4	LM4-6	LM4-8	LM4-10
GMSL69033	1,165 d <sup>b</sup>	1,449 c	905 e	1,452 c	1,951 a	1,721 b
Nuwol	1,315 c	1,436 bc	964 d	1,686 a	1,621 ab	1,582 ab

<sup>a</sup> LM7 : 4.0% Glucose, 4.0% Fructose, 1.0% Yeast extract  
 LM7-1 : 8.0% Fructose, 1.0% Yeast extract  
 LM4-4 : 4 brix% malt extract solution, 0.2% Yeast extract  
 LM4-6 : 6 brix% malt extract solution, 0.2% Yeast extract  
 LM4-8 : 8 brix% malt extract solution, 0.2% Yeast extract  
 LM4-10 : 10 brix% malt extract solution, 0.2% Yeast extract

<sup>b</sup> Values with different letters are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiples range test

CO<sub>2</sub> 발생량을 조사한 결과(Fig. 1), GMSL69033균주와 ‘너울’ 모두 통기량에 관계없이 배양 9일에 CO<sub>2</sub>발생량이 가장 높아 균사생장이 가장 활발한 것으로 추정할 수 있었다.

심 등은(2012) 팽이버섯 액체배양의 경우 배양 5일까지 증가하다 그 이후 감소하였다고 보고하였고, 잣버섯은 5일까지 증가하다 10일이후에 감소되었으며(Jang *et al.*, 2009), 표고버섯은 배양 13일에 가장 높았다고 보고된 바(Shim *et al.*, 2014), 이와 같이 버섯종류와 배지조성에 따라 양상이 다소 차이를 보여 꽃송이버섯은 팽이버섯과 잣버섯보다 호흡량이 늦게 증가하나 표고버섯과 비슷한 경향을 보였다.

Fig 2 와 Table 8 에서는 통기량에 따른 균사배양양상과 배지감소정도를 볼 수 있는데, GMSL69033균주와 ‘너울’ 모두 통기량이 많을수록 균체직경은 작아졌으며, GMSL69033균주는 통기량 0.6vvm에서, ‘너울’은 0.3vvm에서 변이계수가 낮아 균일도가 높았다. 균사생장량은 GMSL69033균주는 0.3~1.2vvm범위에서는 통계적유의성이 없었고, ‘너울’은 통기량 0.3vvm에서 낮아 균주별로 다른 양상을 보였다.

배양 후 배지감소율이 적을수록 접종할 수 있는 종균량이 많으므로 종균효율성을 비교하기 위해 조사한 결과, 2

개 균주모두 통기량이 많을수록 배지증발량이 높아져 배지감소율이 증가하는 경향이었고, GMSL69033은 0.3~0.9vvm은 통계적 유의성이 없었으며, ‘너울’은 0.3vvm에서 배지감소율이 낮았다. Jang *et al.*(2009)의 연구결과에 의하면 잣버섯 액체종균의 적합 통기량은 0.9vvm이라고 보고하여 버섯에 따라 적합 통기량은 다소 차이가 있음을 알 수 있었다. 본 연구에서도 꽃송이버섯 균주에 따라 통기량에 따른 반응이 다소 다른 것을 볼 수 있다. 균주, 균체크기 균일도, 균사생장량, 배지감소율을 종합적으로 감안하여 꽃송이버섯 액체종균에 적합한 통기량은 0.3~0.6vvm으로 설정하였다.

**액체종균 적합 배양기간 설정**

가장 효율적인 배양기간을 알아보기로 GMSL69033균주와 품종 ‘너울’을 7~13일까지 통기량을 0.3vvm으로 고정하여 CO<sub>2</sub> 발생량과 균사생장양상을 조사하였다.. CO<sub>2</sub> 발생량은 GMSL69033균주는 6일 이후에 증가하여 10일에 높았다가 감소하였으며, ‘너울’은 8일까지 증가하다 감소하여 8~10일에서 균사배양이 활발하여 통기량시험과 동일한 양상을 나타냈다(Fig. 2). Shim *et al.*(2014)의 연구결과에 의하면 표고버섯의 액체배양에서는 18일에 균

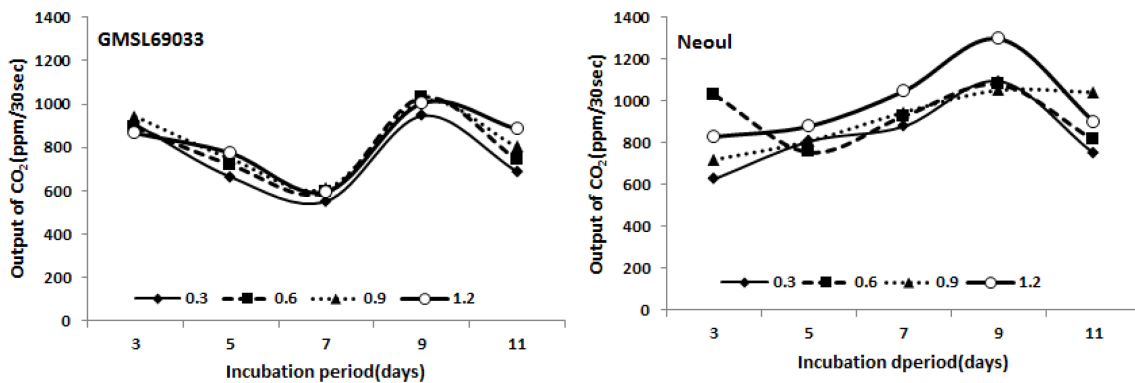


Fig. 1. Changes of CO<sub>2</sub> production according to aeration and incubation period in GMSL69033(left) an ‘Neoul’(right)

Table 8. Characteristics of mycelial growth and decrease ratio of media according to aeration

Items	Strain	Aeration (vvm)			
		0.3	0.6	0.9	1.2
Diameter <sup>a</sup> (mm)	GMSL69033	1.2(13.3) <sup>c</sup>	1.5(10.7)	0.9(18.9)	0.7(24.3)
	Neoul	2.8(7.9)	2.3(10.0)	1.9(14.7)	1.5(10.0)
Dried weight (g/13days)	GMSL69033	21.0 a <sup>d</sup>	23.5 a	22.2 a	21.2 a
	Neoul	11.0 b	28.6 a	28.5 a	25.2 a
Decrease ratio of media <sup>b</sup> (%)	GMSL69033	19.1 b	22.6 b	28.5 b	43.8 a
	Neoul	15.4 d	22.8 c	38.6 b	50.7 a

<sup>a</sup> mean of mycelial pellet (n=20)

<sup>b</sup> Decrease ratio of media(%)=(volumn of media after incubation/initial volume)×100

<sup>c</sup> Coefficeint variation(%)=(Standard deviation/mean)×100

<sup>d</sup> Values with different letters are significantly different at p<0.05 by Duncan’s multiples range test

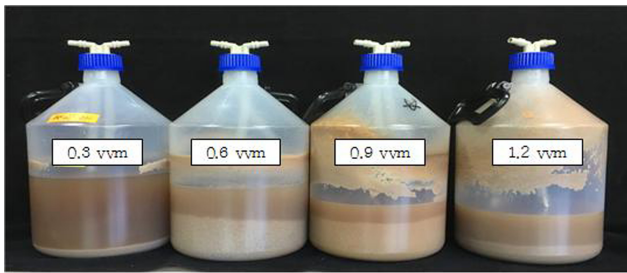


Fig. 2. Mycelial growth and amount of media after 13days culture according to aeration in Neoul

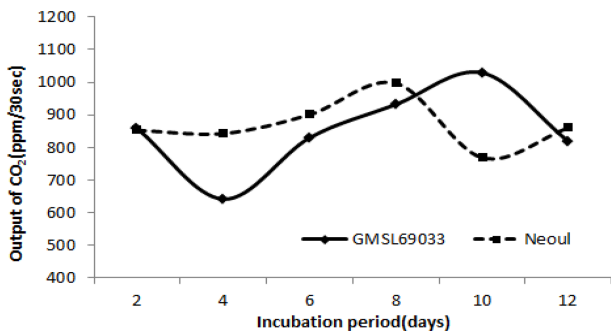


Fig. 3. Changes of CO<sub>2</sub> production according to incubation period

체량이 많아 버섯에 따라 적합한 배양기간이 다를 수 있었다.

배양기간에 따른 균체량과 배지감소율을 조사한 결과 (Table 9), GMSL69033은 배양기간일 길수록 증가하였으나 통계적 유의성은 보이지 않았으며, ‘너울’은 배양11일에 가장 많았다. 200L의 액체종균을 제조할 경우 종균배양 후 접종할 수 있는 병수는 GMSL69033균주는 배양 13일에 8,410병으로 배양7일보다 5% 감소하였고, ‘너울’

Table 9. Dried weight of mycelia and decrease ratio of media according to incubation period

Item	Strain	Incubation period(days)			
		7	9	11	13
Dried weight (g)	GMSL69033	5.9 a <sup>c</sup>	7.3 a	7.3 a	11.7 a
	Neoul	1.4 c	7.7 b	19.1 a	12.1 b
Decrease ratio of media <sup>a</sup> (%)	GMSL69033	11.5 a	11.5 a	11.4 a	15.9 a
	Neoul	13.3 b	13.3 b	15.8 a	14.1 ab
Amount of inoculation <sup>b</sup> (bottle)	GMSL69033	8,850	8,850	8,860	8,410
	Neoul	8,670	8,670	8,420	8,590

<sup>a</sup> Decrease ratio of media(%)=(volumn of media after incubation/initial volume)×100

<sup>b</sup> Number of inoculation bottle in case of 200L liquid spawn, inoculation amount is 20 ml/bottle

<sup>c</sup> Values with different letters are significantly different at p<0.05 by Duncan’s multiples range test

은 배양 11일에 8,420병으로 3% 감소하였다. 이상의 결과로 꽃송이버섯 액체종균의 배양기간은 9~11일이 적합한 것으로 판단되었다.

## 적 요

꽃송이버섯 안정생산을 위해 액체종균배지조성 및 배양조건에 관한 연구결과, 물엿을 8Brix%로 조절하고 질소원으로 Yeast extract를 0.2%첨가한 배지에서 균사생장량이 우수하여 적합 배지로 선발하였다. 통기량에 따른 CO<sub>2</sub>발생량은 배양 9일까지 증가하다 감소하였고, 통기량이 높을수록 균체직경은 작아지고 배지감소율은 증가하여 통기량 0.9vvm이상에서 배지감소율이 급증하여 꽃송이버섯 액체종균에 적합한 통기량은 0.3~0.6 vvm 이 적합하였다. 또한, 배양기간일 길수록 균체량이 많았으나, CO<sub>2</sub> 발생량이 높고 배지감소율이 낮은 9~11일을 적합 배양기간으로 설정하였다.

## REFERENCES

Cheong JC, Park JS, Hong IP, Seok SJ, Jhune CS, Lee CJ. 2008. Cultural characteristics of cauliflower mushroom, *Sparassis crispa*. *Kor J Mycol*. 36:16-21(in Korean).

Choi MH, Han HK, Lee YJ, Jo HG, Shin HJ. 2014. In vitro anti-cancer activity of hydrophobic fractions of *Sparassis latifolia* extract using AGS, A529, and HepG2 cell lines. *J Mushrooms*. 12:304-310.(in Korean).

Jang MJ. 2009. Studies on development of *Lentinus lepideus* cultivation. Research Report of Gyeonggi Agricultural Research and Extension Services. pp.672-694(in Korean).

Jeong JS, Yoo YJ, Seo SY, Yu YB. 2011. Selection of suitable conditions of mycelial growth and materials of bag cultivation on *Sparassis crispa*. *J Mushroom Sci Prod*. 9:80-83(in Korean).

Jo HG, Choi MH, Shin HJ. 2015. Preparation of fermentation broth of *Sparassis latifolia* containing soluble β-glucan using four *Lactobacillus species*. *J Mushrooms* 13:50-55(in Korean).

Kim HJ, Han SK. 2008. Mushrooms of Gwangneung Forest. Korean National Arboretum. p361(in Korean).

Oh DS. 2009. Studies on site conditions of *Sparassis crispa* at its natural habitat, artificial cultivation characteristics and utilization. Doctoral thesis of Graduate School Chonnam University(in Korean).

Oh DS, Park H, Park HS, Kim MS, Chae JK. 2006. Cultivation of cauliflower mushroom (*Sparassis crispa*) by use of coniferous sawdust-based media with wheat flour and molasses. *J Mushroom Sci Prod*. 4:39-42(in Korean).

Ohno, N, Harada, T, Masuzawa, S, Miura NN, Adachi, Y, Nakajima, M, Yadomae T. 2002. Antitumor activity and hematopoietic response of a β-glucan extracted from an edible mushroom *Sparassis crispa* Wulf.: Fr.(Aphyllphoromycetidae). *Inter J Med Mushrooms* 4:13-26.

Ohno, N, Nameda, S, Harada, T, Miura, NN, Adachi, Y, Nakajima, M, Yoshida, K, Yoshida H, Yadomae T. 2003.

- Immunomodulating activity of a  $\beta$ -glucan preparation, SCG, extracted from a culinary-medicinal mushroom *Sparassis crispa* Wulf.: Fr.(Aphyllphoromycetideae), and application to cancer patients. *Inter J Med Mushrooms* 5:359-368.
- Park H, Lee BH, Ka KH, B WC, Oh DS, Park JM, Chun WJ. 2006. Cultivation of cauliflower mushroom(*Sparassis crispa*) by use of steam-treated coniferous sawdust. *Mokchae Konghak* 34:84-89(in Korean).
- Ryu SR, Ka KH, Park H, Bak WC, Lee BH. 2009. Cultivation characteristics of *Sparassis crispa* strains using sawdust medium of *Larix Kaempferi*. *J Kor Mycol.* 37:49-54(in Korean).
- Seo SY, Yoo YJ, Jeong GT, Ryu J, Ko BR, Choi JS, Kim MK. 2005. Optimal condition for mycelial growth of *Sparassis crispa*. *J Mushroom Sci Prod.* 3:45-51(in Korean).
- Shim KK, Yoo YJ, Koo CD, Kim MK. 2014. Changes of nutrients in media and mycelia on liquid spawn culture of *Lentinula edodes*. *J Mushroom Sci Prod.* 42:144-149(in Korean).
- Shim KK, Yoo YJ, Koo CD, Kim YS, Kim MK. 2012. Changes in the CO<sub>2</sub> and amount of mycelium growth of the liquid spawn on *Flammulina velutipes*. *J Mushroom Sci Prod.* 10:3-8(in Korean).
- Statics of agriculture, Food and Rural Affarirs. 2017. <http://library.mafra.go.kr>(in Korean).
- Yoo YJ, Seo SY, Seo KW, Choi DC, Jo HK, Yu YB, Soung YJ, Ryu J. 2010. Technical development for the short-log bag cultivation of *Sparassis crispa*. *J Mushroom Sci Prod.* 8:16-21(in Korean).