

꽃송이버섯(*Sparassis crispa*)의 배양적 특성

정종천^{1*} · 박정식¹ · 홍인표² · 석순자¹ · 전창성¹ · 이찬중¹

¹농촌진흥청 농업과학기술원 농업환경부 응용미생물과, ²농업생물부 잠사양봉소재과

Cultural Characteristics of Cauliflower Mushroom, *Sparassis crispa*

Jong-Chun Cheong^{1*}, Jeong-Sik Park¹, In-Pyo Hong², Soon-Ja Seok¹,
Chang-Sung Jhune¹ and Chan-Jung Lee¹

¹Applied Microbiology Division, National Institute of Agricultural Science and Technology,
Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

²Applied Sericulture and Apiculture Division, NIAST, RDA, Suwon 441-707, Korea

(Received April 24, 2008. Accepted May 25, 2008)

ABSTRACT: This study was carried out to obtain the basic data for the mycelial growth conditions of cauliflower mushroom, *Sparassis crispa*. Twenty-one isolates were collected from domestic and abroad. The optimal temperature and pH for the mycelial growth of these isolates were 23°C and pH 6.0, respectively. The mycelial growth was the best in the HBA medium, but very poor in the Lilly medium. However no mycelial growth in the Czapek-Dox medium. The utilization of carbon source was the best with fructose, and that of nitrogen source was the best with glutamine when compared to other tested sources. The selected isolate ASI150010 produced the highest mycelial weight in liquid culture containing soybean mill (15 g/l) and potato (200 g/l) extract. And uncleaned rice, wheat and barley were found to be good substrates for the mycelial growth *S. crispa*.

KEYWORDS : Cauliflower mushroom, Cultural characteristics, Mycelial growth, *Sparassis crispa*

꽃송이버섯(*Sparassis crispa*)은 민주름버섯목(Aphyllophoreles), 꽃송이버섯과(Sparassidaceae), 꽃송이버섯속(*Sparassis*)에 속하며(今關 등, 1997; 이와 이, 2000), 한국, 일본, 중국, 북아메리카, 유럽 등지에 자생한다. 이 버섯은 낙엽송, 전나무, 잣나무 등 침엽수의 지체부에서 발생하는 데 살아있는 나무의 심재부를 부후하는 임목 해균에 속한다(김, 1993). 버섯에 많이 함유하고 있다는 β -1,3-D-glucan이 활성화 된 백혈구의 수를 증가시킴으로써 세포 조직의 면역기능이 향상되어 항암효과, 혈당량을 조절함으로써 항당뇨, 혈압조절 작용 등을 한다고 최근에 알려지고 있다(Ohno *et al.*, 2002; Ohno *et al.*, 2003). 꽃송이버섯은 β -1,3-D-glucan을 건조시료 100 g당 43.6 g이나 함유하고 있으며, 이 함량은 이미 기능성 버섯으로 잘 알려진 잎새버섯이나 신령버섯보다 2~4배나 높은 것으로 알려졌다(中島, 1999). 이 버섯은 자연상태에서 매우 희귀하여 채집하기가 어려운데, 일본에서는 특수한 물질을 첨가한 배지로 이 버섯의 인공재배에 성공하였다는 보고가 있다(福島, 1994). 우리나라에서는 김(1993)에 의한 균의 생태적 특성, Shim 등(1998), Chang and Choi(2004), 서 등(2005)에 의한 균의 배양적 특성, 그리고 김(2000)에 의한 ribosomal DNA분석에 관한 연구 보고가 있다. 본 시

험은 국내외에서 수집한 꽃송이버섯균에 대하여 배양적 특성 및 균사체의 대량배양 조건을 밝히고자 수행하였다.

재료 및 방법

공시균주

본 시험에 사용한 균주는 농업과학기술원 응용미생물과에 보존 중인 꽃송이버섯균 ASI150001 등 8균주를 분양받아 25 ± 0.5°C에서 계대배양하면서 4 ± 0.5°C의 항온기에 저장하여 두고 사용하였다.

Table 1. The list of *Sparassis crispa* isolates used in this study

Isolates no.	Source
ASI 150001	KCTC ^a 26168, CBS 143.75, Germany
ASI 150002	KCTC 26150, CBS 308.31, the Netherlands
ASI 150003	KCTC 26150, CBS 408.71, the Netherlands
ASI 150006	Korea, Private
ASI 150007	F-4212, Japan
ASI 150008	F-4279, Japan
ASI 150009	F-4328, Japan
ASI 150010	F-4358, Japan

^aKCTC; Korean Collection for Type Cultures, located within the Biological Resources Center (BRC) in the Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB).

*Corresponding author <E-mail : jccheong@rda.go.kr>

Table 2. Composition of culture media for the growth test of *Sparassis crispa* (g·l⁻¹)

	PDA ^a	MEA	CDA	PBA	MCM	Lilly	Czapek-Dox	HBA
potato	200			200				
dextrose	20		10	10	20		30	
peptone		5	1	1	2			1.5
malt extract		20	7	7				
bamboo sawdust				20				
honey								20
banana								20
dry compost			40					
maltose						10		
DL-asparagine						2		
yeast extract					2			3
KH ₂ PO ₄			1	1	0.46	1	1	
K ₂ HPO ₄					1			
MgSO ₄ ·7H ₂ O			0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
NaNO ₃							2	
KCl							0.5	
Fe ₂ (SO ₄) ₃							0.01	
agar	20	20	20	20	20	20	20	20

^aPDA (potato dextrose agar), MEA (malt extract agar), CDA (compost dextrose agar), PBA (potato bamboo extract agar), MCM (mushroom complete media), HBA (honey banana extract agar).

균주선발

꽃송이버섯균의 균사체 증식이 빠른 균주를 선발하기 위하여 250 ml 삼각플라스크에 벌꿀바나나추출액배지(벌꿀 20 g, 바나나 20 g, peptone 1.5 g, yeast extract 3 g, DW 1,000 ml) 50 ml를 넣고 살균한 후 ASII50001 등 8 균주의 균총을 5 mm 크기로 떼어 접종하여 25°C의 항온기에서 28일간 배양한 후 여과하여 균사체의 건조무게를 비교하였다.

균 증식용 배지 선발

균의 증식 및 보존을 위한 최적배지를 선발하고자 Table 2와 같이 PDA 등 9종의 배지를 조제하여 균총의 생장직경과 밀도를 조사하였다.

배지 pH

배지의 pH에 따른 꽃송이버섯의 균사생장 정도를 비교하기 위하여 균증식용 배지로 선발한 HBA(Honey Banana extract Agar)의 액체배지를 pH가 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0이 되도록 1 N-HCl과 1 N-NaOH를 사용하여 조정하고 액체배지 1 l당 한천분말을 20 g 기준으로 넣고 121°C에서 20분간 멸균한 후 각각 일회용 배양접시에 20 ml씩 분주하였다. 미리 HBA 배지에 20일간 배양한 균총을 5 mm 크기로 떼어 접종하여 25°C의 항온기에서 20일간 배양한 후 균총의 직경을 비교하였다.

배양온도

배양온도에 따른 꽃송이버섯의 균사생장 정도를 비교하기 위하여 HBA 배지에 직경 5 mm 균총을 접종하고 온도를 15, 20, 25, 30, 35°C로 조절된 항온기에서 20일간

배양하였다. 그리고 위의 5°C 간격으로 시험한 결과는 25°C에서 균이 잘 자랐으나, 좀더 정확한 균사생장 최적 온도를 구명하고자 처리온도를 2°C 간격으로 좁혀 19, 21, 23, 25, 27°C로 각각 조절하고 HBA배지에 20일간 배양한 후 균총의 직경을 비교하였다.

영양원 선발

공시균주의 영양원 선발을 위하여 Glucose Asparagine (GA)배지(glucose 20 g, asparagine 2 g, KH₂PO₄ 1 g, MgSO₄·7H₂O 0.5 g, ferrous citrate 5 mg, ZnSO₄·7H₂O 4.4 mg, MnSO₄·4H₂O 5 mg, CaCl₂·2H₂O 55.5 mg, vitamin B₁ 10 mg, nicotinic acid 10 mg, D.W. 1000 ml, pH 5.0)를 기본배지로 이용하였다. 탄소원으로는 glucose 등 13종, 질소원으로는 asparagine 등 15종을 공시하였다(Table 6, 7). 250 ml 삼각플라스크에 공시배지 100 ml를 넣고 살균하여 23°C로 조절된 배양실에서 30일간 배양한 후 여과하여 균사체의 80°C, 24시간 건조무게를 비교하였다.

균사체 대량배양 조건

우수균주 선발. 수집균주들 중 균사체 대량배양을 위한 균주를 선발하기 위하여 1 l들이 Vial(Duran Scott)로 제작한 통기식액체배양병을 이용하였다(정 등, 1996). 액체배지로는 벌꿀바나나추출배지(HB)를 변형한 HB-M(Honey Banana extract Modified; 감자 100 g, 설탕 20 g, 바나나 5 g, 벌꿀 5 g, peptone 0.4 g, yeast extract 0.8 g, D.W. 1,000 ml, pH 4.0) 배지를 이용하였다. 종균은 삼각플라스크에 30일간 정치 배양하여 균질기(호모게나이저: Nissei, AM-7)로 12,000 rpm에서 15초간 균사체를 절단하고 20 ml·l⁻¹씩 접종하였다.

액체배양용 염가배지 선발. 균사체 대량배양은 통기식 액체배양법(정 등, 1996, 2003)에 준하여 시험하였다. 균사체 대량배양용 염가배지를 선발하고자 배지재료는 값이 저렴한 농산물가공 부산물로써 대두박, 당밀, 미강, 감자(대조)를 사용하였다. 배지의 처리방법은 물 1 l당 5, 10, 15, 20 g의 비율로 열수추출한 후 각각 설탕 20 g, KH_2PO_4 1 g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.5 g을 첨가하고 121°C에서 30분간 살균하여 공시배지로 사용하였다. 살균이 끝난 액체배지에 20 ml·l⁻¹씩 일정하게 접종하였다. 배양온도는 23°C로 하였으며, 배지의 pH는 4.0으로 조절하였다. 공기의 주입은 1분당 300 ml·l⁻¹로 조절하였으며, 15일간 배양한 다음 건조법(80°C, 24시간)에 의하여 각 처리간의 균사체 무게를 비교하였다.

고체배양용 배지재료 선발. 대량배양을 통하여 생산한 균사체와 더불어 식용이 가능한 고체배지재료를 선발하기 위하여 현미, 밀, 보리를 공시하였다. 배지재료의 수분조절 방법은 1일간 물에 담가두는 처리와 스팀으로 쪄내는 처리로 구분하였다. 수분조절한 각 처리는 건조무게로 환산하여 200 g·l⁻¹가 되도록 버섯 종균생산용 PP(Poly Propylene)병에 넣고 121°C에서 60분간 살균하였다. 종균으로는 국내에서 수집된 ASI15006 균주를 사용하여 통기식 액체종균병에서 15일간 배양한 액체종균을 병당 10 ml씩 접종하였다.

결과 및 고찰

균주선발

꽃송이버섯균의 균사체 증식이 빠른 균주를 선발하기

위하여 HB(별꿀바나나추출)액체배지 50 ml에 ASI150001 등 8균주를 접종하여 25°C의 항온기에서 28일간 배양하고 균사체량을 비교한 결과(Table 3), ASI150010 균주가 51.0 mg·50 ml⁻¹으로 균사체건조량이 가장 많았고, 다음이 ASI150002(48.7 mg), 150001(42.3 mg), 150006(41.0 mg), 150003(38.0 mg)의 순이었다. 그리고 ASI150008(15.3 mg), 150009(26.0 mg), 150007(27.2 mg) 균주는 잘 자라지 않는 경향이였다. 따라서 이후의 시험에는 삼각플라스크를 이용한 액체배양에서 균사체량이 가장 많았던 ASI150010 균주를 이용하였는데, 이 균주는 6개월 이상 경과된 시험관에서 꽃송이버섯 자실체가 형성된 것이 확인되었다.

균 증식용 배지 선발

증식용 배지를 선발하기 위하여 곰팡이나 버섯균의 증식용 배지로 이미 개발된 몇 가지 배지들과 별꿀바나나추출한천배지(HBA)를 공시한 결과 꽃송이버섯균은 HBA배지에서 균생장 속도와 균총밀도가 가장 양호하였다. 그러나 MCM(Mushroom Complete Medium)배지와 Lilly배지에서는 생육이 저조하였으며 Czapek-Dox 배지에서는 균이 전혀 자라지 못하였다(Table 4).

배양온도 및 배지 pH

꽃송이버섯균의 균사생장에 적합한 환경조건을 구명하기 위하여 배양온도와 pH에 관하여 시험한 결과, 균생장이 잘되는 배양온도는 20~25°C의 범위였고, 온도범위를 좁혀서 확인한 결과 최적배양온도는 23°C이었으며(Table 5, Fig. 1), HBA배지의 pH 6.0에서 균사생장 속도가 빨랐다(Table 6). Shim 등(1998)이 보고한 최적배양온도 25°C,

Table 3. Comparison of mycelial growth ability among the isolates of *Sparassis crispa* in HB liquid medium

	Isolates (ASI NO.)							
	150001	150002	150003	150006	150007	150008	150009	150010
Dry weight of mycelia (mg·50 ml ⁻¹ ·28 days ⁻¹)	42.3 ± 3.3 ^a	48.7 ± 6.3	38.0 ± 1.4	41.0 ± 5.9	27.7 ± 4.1	15.3 ± 0.9	26.0 ± 6.4	51.0 ± 8.3

^aStandard deviation (STDEV).

Table 4. Mycelial growth of *Sparassis crispa* ASI150010 according to solid media

	Medium							
	PDA	MEA	CDA	PBA	MCM	Lilly	Czapek-Dox	HBA
Diameter of mycelia (mm·20 days ⁻¹)	61.0	44.7	52.7	54.7	25.7	21.3	0	58.0
Mycelial density ^a	+++	+++	+++	++++	++	+		++++

^aDensity of mycelial colony: + very weak, ++ weak, +++ high, ++++ very high.

Table 5. Mycelial growth of *Sparassis crispa* ASI150010 on different temperature

	Temperature (°C)				
	15	20	25	30	35
Diameter of mycelia (mm·20 days ⁻¹)	8.7 ± 0.6 ^a	32.1 ± 0.0	28.3 ± 0.6	11.3 ± 0.0	0

^aSTDEV.

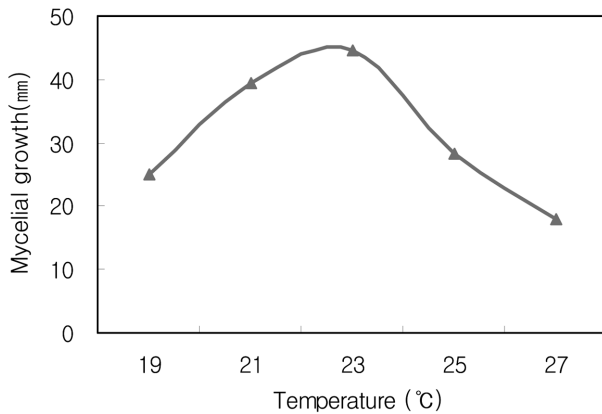


Fig. 1. Mycelial growth of *Sparassis crispa* ASI150010 in the HBA medium according to temperature.

PDA배지에서 최적 pH 4.0, Chang과 Choi(2004)가 보고한 MEF 배지에서 pH 5.0, 그리고 서 등(2005)이 보고한 최적배양온도 25°C, PBA배지에서 최적 pH 5.0과 본 시험은 차이가 있었는데 이는 균주간 또는 시험방법의 차이로 인한 것으로 사료된다. 즉, 온도시험에서 본 시험은 15, 20, 25, 30, 35°C와 최적온도 구명을 위하여 19, 21, 23, 25, 27°C에서 시험하였는데, 다른 보고에서는 15, 20, 25, 30, 35°C에서만 시험한 결과이다. 그리고 pH는 본 시험이 HBA배지였으나, Shim 등(1998), Chang과 Choi(2004), 서 등(2005)은 각각 PDA, MEF, PBA 배지로 차이가 있었다. 또한 ASI150010 균주의 통기식 액체배양시 균사체 증식은 접종후 2일부터 12일까지 급신장하였고 배지의 pH 변화는 5일까지 상승하다가 이후 점차 낮아져 13일째에는 3.5 이하가 되는 경향을 보이고 있었다(Fig. 2). 이것은 배지양분의 소모 및 균생장에 따른 유기산의 축적에 의한 것으로 보이며 이에 관해서는 좀더 깊은 연구가 필요하다.

영양원 선발

꽃송이버섯 균의 생육을 위한 탄소원 및 질소원을 구명하기 위하여 GA배지를 기본배지로 사용하였다. 탄소원으로 glucose 등 당당류 5종, lactose 등 이당류 3종, dextrin 등 다당류 5종을 공시하여 균사체 건조무게를 비교한 결과 fructose에서 13.0 mg·50 mL⁻¹로 가장 많았으며, starch, inuline, dextrin, mannitol 등 다당류는 잘 이용하지 못하였다(Table 7). 질소원으로 ammonium nitrate 등 15종을 공시한 결과 glutamine에서 28.0 mg·50 mL⁻¹로 균사체 건조량이 가장 많았다(Table 8). Shim 등(1998)이 탄소원으로 maltose, 질소원으로 glycine이 가장 좋았다고 보고한

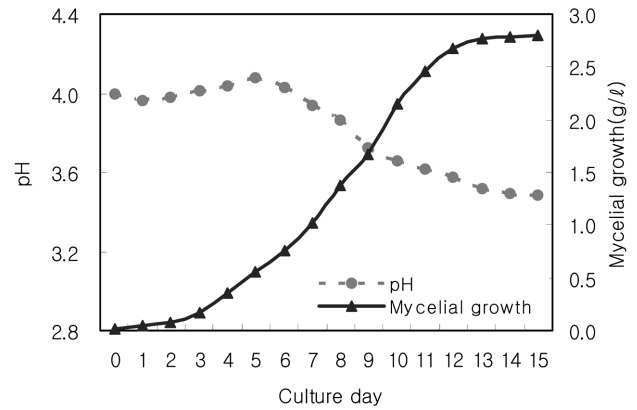


Fig. 2. The changes of medium pH according to mycelial growth of *Sparassis crispa* ASI150010 in the HB liquid medium.

Table 7. Mycelial growth of *Sparassis crispa* ASI150010 with different carbon sources

Carbon source	Dry weight of mycelia (mg·50 mL ⁻¹ ·30 days ⁻¹)
Glucose	5.7
Mannose	7.7
Galactose	5.0
Fructose	13.0
Xylose	7.0
Maltose	7.7
Lactose	4.7
Sucrose	5.3
Starch	0
Inulin	0
Dextrin	1.7
Mannitol	0
Glycerine	5.0
Control	0

Basal medium: GA (glucose 20 g, asparagine 2 g, KH₂PO₄ 1 g, MgSO₄·7H₂O 0.5 g, ferrous citrate 5 mg, ZnSO₄·7H₂O 4.4 mg, MnSO₄·4H₂O 5 mg, CaCl₂·2H₂O 55.5 mg, vitamin B₁ 10 mg, nicotinic acid 10 mg, DW 1,000 mL).

것과 약간의 차이가 있었다. 이는 심 등이 한천평판배지에서 배양한 것과 본 시험의 액체배양한 점 또는 공시균주의 특성 차이에 기인한 것으로 사료된다.

균사체 대량배양 조건

우수균주 선발. 꽃송이버섯균의 균사체 대량배양을 위한 균주 선발을 위하여 통기식 액체배양에 의한 균사체

Table 6. Mycelial growth of *Sparassis crispa* ASI150010 at different pH

	pH				
	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
Diameter of mycelia (mm·20 days ⁻¹)	25.7 ± 0.6 ^a	29.0 ± 1.7	31.7 ± 0.6	30.3 ± 0.6	28.7 ± 0.6

^aSTDEV.

Table 8. Mycelial growth of *Sparassis crispa* ASI150010 with different nitrogen sources

Nitrogen source	Dry weight of mycelia (mg·50 mL ⁻¹ ·30 days ⁻¹)
Ammonium nitrate	3.7
Ammonium sulfate	6.3
Ammonium tartrate	6.0
Ammonium chloride	2.7
Sodium nitrate	2.3
Alanine	8.7
Asparagine	7.0
Aspartic acid	23.3
Glutamic acid	11.0
Glutamine	28.0
Glycine	2.3
Methionine	7.3
Threonine	20.3
Tryptophan	7.3
Valine	12.0
Control	2.7

*Carbon source : fructose 20 g·L⁻¹, Basal medium: GA medium.

Table 9. Mycelial growth of *Sparassis crispa* strains in HB-M medium for massive production

	Strain (ASI NO.)			
	150003	150006	150007	150010
Dry weight of mycelia (g·L ⁻¹ ·14 days ⁻¹)	0.8 ± 0.5	2.2 ± 0.4	2.5 ± 0.6	3.3 ± 0.6

무게를 조사한 결과, 균사생장량이 많은 ASI150010을 본 시험의 균사체 대량배양용 균주로 선발하였다(Table 9).

액체배양용 염가배지. 꽃송이버섯은 살아있는 낙엽송, 잣나무 등 침엽수의 지체부에서 자연 발생하는 버섯으로 자실체의 인공재배가 어렵고 균의 생장이 장기간을 소요하므로 경제적인 재배가 곤란하다. 따라서 균사체의 생장을 촉진시킬 수 있는 액체배양 기술을 적용하여 균사체의 이용성을 검토해볼 필요가 있다고 본다. 균사체 대량배양을 위한 값싼 배지재료를 선발하고자 시험한 결과 ASI150010 균주는 대두박 15 g/l 추출시 균사량이 1.85 g·30일⁻¹, 감자 200 g/l 추출시 1.05 g·30일⁻¹로써 대두박과 감자는 균사체배양용 배지의 추출재료로 이용이 가능하였다(Table 10).

고체배양용 배지재료. 기능성버섯으로 알려진 상황버섯이나 동충하초는 자실체의 생산은 물론 현미 등 식용가능한 곡물을 이용한 균사체 배양으로 균사체와 곡물을 직접 식용하기도 한다. 따라서 본 시험은 꽃송이버섯의 균사체 고체배양을 위하여 현미, 밀, 보리를 배지재료로 선정하였다. 그리고 재료의 수분조절 방법으로 1일간의 침수처리와 물로 삶는 방법을 공시하였다. 현미는 1일간 침수 처리에서 균사체 생장이 잘 되었으며 밀과 보리는 삶

Table 10. Mycelial growth of *Sparassis crispa* ASI150010 for selection of cheap material of liquid medium (g·L⁻¹·15 days⁻¹)

Materials	Weight for extraction (g·L ⁻¹)			
	5	10	15	20
Soybean mill	1.13	1.61	1.85	1.72
Rice bran	0.49	0.79	0.80	0.52
Beet mill	0.49	0.51	0.81	0.92
Potato (× 10) ^a	—	0.89	—	1.05

^aBecause fresh potato has lots of moisture, it is extracted 100 g and 200 g per litter.

Table 11. Mycelial growth of *Sparassis crispa* ASI150010 according to methods for moisture control of media

Methods of moisture control	Days of terminated mycelial growth		
	Uncleaned rice	Wheat	Barley
Submersion for a day	9	20	20
Boiling	12	9	11

는 방법이 좋았다. 그리고 밀은 보리보다 균배양이 빨랐다(Table 11). 침수처리는 삶는 방법보다 간편하나 밀과 보리는 껍질을 제거하지 않은 상태이기 때문에 1일간의 침수로 수분침투가 충분하지 않았으며, 고압살균시에 껍질이 터지는 현상도 많았다. 따라서 통밀과 통보리는 물을 대우면서 재료를 잘 저어 껍질이 터지지 않도록 잘 삶아내는 것이 좋을 것이다.

적 요

본 시험은 국내외에서 수집한 꽃송이버섯균 8균주에 대하여 균의 배양적 특성 및 균사체 대량배양 조건을 밝히고자 몇 가지 실험을 하였다. 꽃송이버섯균의 고체배양시 HBA(벌꿀바나나추출배지)에서 53.0 ± 5.3 mm·15일⁻¹로 균사생장이 빨랐다. 최적배양온도는 23°C이었으며 pH는 6.0이었고, 탄소원으로 fructose, 질소원은 glutamine을 잘 이용하였다. 꽃송이버섯균의 균사체 대량배양을 위한 균주로는 통기식 액체배양시 균사체 생산량이 많은 ASI150010을 선발하였다. 액체배양용 추출배지 재료인 대두박추출배지(15 g·L⁻¹)에서 30일 동안의 균사량은 1.85 g으로 감자추출배지(200 g·L⁻¹)의 1.05 g보다 1.7배가 많았다. 곡물을 이용한 꽃송이버섯 균사체 배양시 수분조절 방법으로 현미는 1일간 침수 처리에서 균사체 생장이 빨랐으며, 밀과 보리는 삶는 방법이 좋았다. 그리고 밀은 보리보다 균배양이 빨라서 좋았다.

인용문헌

김현중. 1993. 꽃송이버섯균, 해변버섯균 및 덕다리버섯균에 의한 낙엽송 근주 심재부후균에 관한 연구. 강원대학교 농학박사학위논문.

- 김지연. 2000. 꽃송이버섯(*Sparassis crispa*)의 리보솜 DNA. 동국대학교대학원 이학석사학위논문.
- 서상영, 유영진, 정기태, 류정, 고복래, 최정식, 김명곤. 2005. 꽃송이버섯의 균사생장 최적화. 한국버섯학회지 3:45-51.
- 이태수, 이지열. 2000. 한국 기록종 버섯 재정리 목록. 임업연구원. p. 48.
- 정종천, 김한경, 김광포. 1996. 병버섯 배지제조용 액체종균 개발. 농업과학기술원. 시험연구사업보고서(생물자원부편): 635-644.
- 정종천, 홍인표, 장갑열, 박정식. 2003. 버들송이(*Agrocybe cylindracea*)의 액체종균 배양조건과 접종량. 한국균학회지 31:94-97.
- 中島三夫. 1999. 驚異の免疫キノコ, ハナヒラタケ. 史輝出版. 東京.
- 今關六也, 大谷吉雄, 本郷次雄. 1997. 日本のきのこ. 山と溪谷社. p. 430.
- 福島隆一. 1994. ハナヒラタケの人工栽培. キノコの科学 1:15-17.
- Chang, H. Y. and Choi, S. O. 2004. Characteristics of mycelial culture of *Sparassis crispa*. *J. of Mushroom Science and Production* 6:163-167.
- Ohno, N., Harada, T., Masuzawa, S., Miura, N., Adachi, Y., Yadomae, T. and Nakajima, M. 2002. Antitumor activity and hematopoietic response of a beta-Glucan extracted from an edible and medicinal mushroom *Sparassis crispa*. *International J. Medicinal Mushrooms* 4:13-26.
- Ohno, N., Nameda, S., Harada, T., Miura, N., Adachi, Y., Yadomae, T., Nakajima, M., Yoshida, K. and Yoshida, H. 2003. Immunomodulating activity of a beta-Glucan preparation, SCG, extracted from a culinary-medicinal mushroom, *Sparassis crispa*, and application to cancer patients. *International J. Medicinal Mushrooms* 5:359-368.
- Shim, J. O., Son, S. G., Yoon, S. O., Lee, Y. S., Lee, T. S., Lee, S. S., Lee, K. D. and Lee, M. W. 1998. The optimal factors for the mycelial growth of *Sparassis crispa*. *Kor. J. of Mycology* 26:39-46.