

꽃송이버섯(*Sparassis crispa*)의 균사생장 최적화

서상영^{1)*} · 유영진¹⁾ · 정기태¹⁾ · 류 정¹⁾ · 고복래¹⁾ · 최정식¹⁾ · 김명곤²⁾

¹⁾전라북도 농업기술원, ²⁾익산대학 식량환경과

Optimal condition for mycelial growth of *Sparassis crispa*

Sang-Young Seo^{1)*}, Young-Jin Yoo¹⁾, Gi-Tai Jung¹⁾, Jeong Ryu¹⁾, Bok-Rai Ko¹⁾,
Joung-Sik Choi¹⁾ and Myung-Kon Kim²⁾

¹⁾Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan, 570-704, Korea

²⁾Department of Food Resources and Environment, Iksan National Collage, Iksan, 570-752 Korea

ABSTRACT : This study was carried out to obtain the basic data on artificial culture of *Sparassis crispa*. The mycelial growth and density were good in the PBA, PDA and PDM media, and especially prominent in the PBA medium. The optimum condition for the mycelial growth was 25 °C and pH 5.0, respectively. The carbon sources such as glucose, fructose, mannose, xylose(monosaccharide) and maltose(disaccharide) were favorable to mycelial growth of *S. crispa*. The optimal concentration of glucose is 1.0~1.5%. As nitrogen sources, threonine, peptone, glycine, glutamine and valine appeared to be favorable to the mycelial growth and density. The optimal concentration of peptone is 0.3%.

KEYWORDS : Carbon source, Media, Mycelial growth, Nitrogen source, *Sparassis crispa*

꽃송이버섯(*Sparassis crispa*)의 분류학적 위치는 민주름 버섯목(Aphyllophoreles), 꽃송이버섯과(Sparassidaceae), 꽃송이버섯속(Sparassis)에 속하며(이·이, 2000), 한국을 비롯한 일본, 중국, 북아메리카, 유럽, 오스트레일리아 등에 자생한다. 우리나라는 주로 8~10월경 낙엽송, 전나무, 잣나무와 같은 침엽수의 지체부에서 주로 발생한다. 자실체는 물결치는 꽃잎이 모인 것 같은 형태로 꽃양배추를 닮았고, 크기는 지름과 높이가 10~30cm 정도 되는 반구형 덩어리이다. 자실체의 색깔은 생육환경에 따라 다른데, 야생 상태의 버섯은 대개 옅은 황갈색이지만 인공재배에서 자란 자실체는 습도가 높고 광선이 약하기 때문에 백색을 띤다.

구름(운지)버섯, 자작나무버섯, 불로초(영지)버섯 등에서 항 종양효과가 보고(Hartwell, 1971; Ikekaea 등 1968)되었고, 목질진흙버섯 균사체 열수 추출물로부터 면역활성 기능(Lee 등, 1996)이 보고되는 등 버섯은 여러 가지 기능성 물질을 함유하고 있는 것으로 밝혀졌는데, 일본 식품분석센터의 분석결과에 의하면, 꽃송이버섯은 항암작용을 하는 $\beta(1-3)$ D glucan 함량이 43.6%로 신령버섯의 약 3.7배에 이르는 것으로 분석되었다(류, 2001). $\beta(1-3)$ D glucan은 활성화된 백혈구의 수를 증가시킴으로 세포조직의 면역기능이 향상되어 항암작용(Ohno 등 2002, 2003), 당뇨의 혈당치의 정상화 및 혈압조절 기능을 하는 것으로

알려져 있다. 이러한 결과로 최근에는 일본 및 한국 등 여러 나라에서 꽃송이버섯을 이용한 건강보조식품이 제조되어 비교적 높은 가격에 시판되고 있다.

야생 꽃송이버섯은 채집이 어렵고 지역간 생육 서식지가 한정되어 있어 자연으로부터 채취하는데 양적 한계가 있다. 꽃송이버섯의 최초 인공재배는 1998년 일본에서 성공되었지만 성장속도가 느리고 재배기술이 어려우며, 개발된 몇몇 기술은 특허출원 되어 있어 일반 농가에서 이용하기에 어려움이 있다. 따라서 본 연구는 꽃송이버섯의 균 배양적 특성을 알아내고 안정적 재배 및 대량생산을 위한 기초 자료로 활용하고자 수행되었다.

재료 및 방법

시험균주 및 접종원

본 실험에 사용한 꽃송이버섯 균주는 농촌진흥청 응용미생물과에서 분양받은 11개 균주와 임실 버섯 농가에서 수집한 1개 균주 등 모두 12개 균주를 사용하였다(표 1). 분양받은 균주는 PDA(potato dextrose agar, Difco) 평판배지에 접종한 후 25 °C 배양기에서 20일간 배양한 후 접종원으로 이용하였다.

배지종류

꽃송이버섯 균사생장에 적합한 기본배지를 선발하기 위하여 PDA 등 7종의 배지(표 2)를 121 °C (1.5kg/cm²)에서

*Corresponding author: <ssy7717@nate.com>

Table 1. List of *Sparassis crispa* used in this experiment

| Tentative No. | Isolates | Collection year | Source |
|---------------|------------|-----------------|-------------------|
| SC-1 | MKACC51121 | 2001 | China |
| SC-2 | MKACC53318 | 2000 | Korea, KCTC 26168 |
| SC-3 | MKACC53319 | 2000 | Korea, KCTC 26170 |
| SC-4 | MKACC53320 | 2001 | Korea |
| SC-5 | MKACC53321 | 2001 | Japan |
| SC-6 | MKACC53323 | 2001 | Japan |
| SC-7 | MKACC53325 | 2001 | German, ATCC38048 |
| SC-8 | MKACC53326 | 2001 | Japan |
| SC-9 | MKACC53327 | 2001 | Japan |
| SC-10 | MKACC53331 | 2001 | Netheland |
| SC-11 | MKACC53334 | 2001 | Poland |
| SC-12 | | 2002 | Korea |

15분간 고압살균 후 살균된 petri-dish(87 15mm)에 약 20ml씩 분주하여 사용하였다. 먼저 PDA배지에서 자란 12종 균주의 균사 선단부분을 직경 7mm cork borer로 잘라 낸 다음, 조제한 8종의 배지에 각각 접종하고 24±1℃의 항온기에서 4주간 배양하면서 균사의 성장정도 및 밀도를 조사하였다.

배양온도

균사생장에 적합한 온도를 조사하기 위하여 기본배지로

선발된 PBA(Potato Bamboo Agar) 배지를 조제하여 상기와 동일한 방법으로 살균, 분주, 균 접종한 후 온도를 10, 15, 20, 25, 30, 35℃로 각각 조절된 항온기에서 4주간 배양하면서 균사의 성장정도 및 밀도를 조사하였다.

배양 pH

균사생장을 위한 최적 수소이온농도(pH)를 조사하기 위하여 0.1N HCl과 0.1N NaOH를 이용하여 PBA 배지의 산도를 4.0, 5.0, 6.0, 7.0 및 8.0으로 조절된 후 상기와 동일한 방법으로 살균, 분주, 균 접종한 후 25±1℃의 항온기에서 4주간 배양하면서 균사의 성장정도 및 밀도를 조사하였다.

탄소원

시험균주의 균사생장에 적합한 영양원을 선발하기 위하여 기본배지로 사용한 PBA 조성 가운데 탄소원인 dextrose와 malt extract를 제외하고 galactose등 모두 13종의 탄소원을 1.4%(PBA 기본배지에 포함된 dextrose 10g과 malt extract(maltose 60.0%) 7g을 합한)농도로 첨가하여 배지를 조제하였다. pH를 5.0으로 조절된 후 고압 살균하여 petri-dish에 분주하고 시험균주를 접종하였다. 25±1℃의 항온기에서 4주간 배양한 후 균사의 성장정도 및 밀도를 조사하였다. 또, 탄소원의 최적 농도를 선발하기 위하여 선발된 탄소원 농도를 0~7%(w/v)까지 달리하여 조제한 평판배지에 각각의 시험균주를 접종하고 배양하여 균사생장 정도를 조사하였다.

Table 2. Compositions of culture media for *Sparassis crispa*

| Media ingredients | Medium ^a (g/L) | | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | CDA | HA | HBA | HOP | PBA | PDA | PDM |
| Potato | | | | | 200 | 200 | 200 |
| Banana | | | 20 | | | | |
| Honey | | | 20 | | | | |
| Dry compost | 40 | | | | | | |
| Bamboo sawdust | | | | | 20 | | |
| Hyponex | | 3 | | | | | |
| Ebiose | | 5 | | | | | |
| Dextrose | 10 | 20 | | 10 | 10 | 20 | 20 |
| Malt extract | 7 | | | | 7 | | 5 |
| Yeast extract | | 3 | 3 | | | | |
| Peptone | 1 | | 1.5 | | 1 | | |
| KH ₂ PO ₄ | 1 | | | 0.1 | 1 | | |
| MgSO ₄ | 0.5 | | | 0.5 | 0.5 | | |
| KNO ₃ | | | | 2 | | | |
| Agar | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | |

^aCDA: Compost Dextrose Agar, HA: Hamada Agar, HBA: Honey Banana extract Agar, HOP: Hoppkins media, PBA: Potato Bamboo Agar, PDA: Potato Dextrose Agar, PDM: Potato Dextrose Malt.

질소원

최적 질소원 선발은 PBA 기본배지에 적정 탄소원으로 선발된 glucose를 15g/L 첨가하고, 질소원인 peptone을 제외한 후 ammonium phosphate 등 12종의 질소원을 1g/L 되도록 조절하여 배지를 조제하고 고압살균하였다. 평판배지에 시험균주를 접종한 다음, 25±1℃의 항온기에서 4주간 배양하면서 균사생장 및 밀도를 조사하였으며, 선발된 질소원의 최적농도는 0~1.0%(w/v)까지 농도를 달리하여 배지를 조제한 후 상기와 동일한 방법과 조건하에서 배양하여 선발하였다.

결과 및 고찰

배양 배지종류별 균사생장

*Sparassis crispa*의 균사생장에 적합한 배지를 선발하기 위하여 표 2와 같이 7종의 배지를 사용하여 균사생장 및 밀도를 조사하였으며 그 결과는 표 3과 같다.

균사생장 및 밀도는 감자 추출물을 이용한 PBA, PDA, PDM 배지에서 좋은 경향을 나타내었으며, 특히 대나무톱밥 추출물을 이용한 PBA배지에서 양호하였다. PDA와 PDM 두 배지 중에서는 탄소원 성분인 maltose가 더 함유된 PDM 배지에서 균사생장이 약간 저조하였다. SC7와 SC8 균주는 HOP배지에서 균사생장은 양호하였으나 밀도가 아주 낮았는데 이는 Shim 등(1998)이 보고한 내용과

유사하였다. HA와 HBA 배지에서 균 밀도는 양호하였으나 균사생장이 저조하여 시험균주의 배양에는 적합하지 않은 것으로 조사되었다. 이러한 결과로 이후 시행된 시험에서 PBA 배지를 기본 배지로 이용하였다.

선발된 PBA 배지의 조성물질인 대나무톱밥 성분 분석 결과는 수분이 9.8%이었고, 탄수화물이 86.3%로 가장 많았다. 무기성분 함량은 칼륨>인산>칼슘>마그네슘>나트륨 순이었으며, C/N율은 325:1로 분석되었다 (표 4).

배양 온도별 균사생장

균사생장에 적합한 최적온도를 구명하기 위하여 10~35℃ 범위로 조절된 항온기에서 4주간 배양한 결과 온도가 높아 질수록 균사 배양이 양호한 경향이었으며, 25℃가 최적 배양온도로 조사되었다.(그림 1). 그러나 30℃ 이상에서는 본 실험에서 사용된 모든 균주에서 균사생장을 관찰할 수 없었다. 이러한 결과는 Shim 등(1998)이 보고한 *S. crispa*의 최적 배양온도와는 동일한 결과였으나, 30℃ 배양에서 균사 생장이 이루어진 것과는 다른 결과였다.

번데기동충하초(*Cordyceps militaris*) (Sung, 2002), 풍뎅이동충하초(*Cordyceps scarabaeicola*) (Lee et al., 2000), 낙엽진흙버섯(*Phellinus pini*) (Rew et al., 2000) 그리고 개암버섯(*Naematoloma sublateritium*) (Kang et al., 2001)의 균사 배양시 적정온도는 25℃로 본 실험과 같은 온도로 보고된 바 있으나, Yoo 등(2001)이 보고한

Table 3. Mycelial growth and density of *S. crispa* on various media incubated at 25℃ for 4 weeks

| Media | Mycelial growth(mm/4 weeks) and density | | | | | | | | | | | |
|-------|---|-----------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|
| | SC1 | SC2 | SC3 | SC4 | SC5 | SC6 | SC7 | SC8 | SC9 | SC10 | SC11 | SC12 |
| CDA | 37 ⁺ d ^b | 30 ^f | 58 ^{cd} | 42 ^e | 40 ^f | 70 ^b | 47 ^d | 47 ^e | 44 ^d | 42 ^d | 40 ^c | 48 ^d |
| HA | 20 ^f | 28 ^f | 32 ^g | 31 ^f | 30 ^g | 29 ^d | 28 ^f | 26 ^f | 26 ^f | 28 ^f | 30 ^d | 29 ^e |
| HBA | 28 ^e | 51 ^d | 43 ^f | 28 ^g | 42 ^{ef} | 43 ^c | 52 ^c | 62 ^c | 32 ^e | 30 ^{ef} | 55 ^c | 68 ^b |
| HOP | 53 ^b | 36 ^e | 55 ^d | 60 ^b | 54 ^d | 32 ^d | 65 ^a | 71 ^a | 44 ^d | 50 ^c | 22 ^e | 55 ^c |
| PBA | 65 ^a | 60 ^b | 79 ^a | 62 ^{ab} | 73 ^b | 73 ^a | 59 ^b | 66 ^b | 70 ^a | 67 ^a | 59 ^a | 75 ^a |
| PDA | 54 ^b | 65 ^a | 71 ^b | 64 ^a | 77 ^a | 74 ^a | 49 ^{cd} | 54 ^d | 60 ^b | 61 ^b | 56 ^a | 56 ^c |
| PDM | 44 ^c | 55 ^c | 61 ^c | 53 ^c | 63 ^c | 60 ^b | 42 ^e | 56 ^d | 56 ^c | 48 ^c | 48 ^b | 48 ^d |

^aMycelial density: +;thin, ++;moderate, +++;compact.

^bDuncan's multiple range test(p < 0.05)

Table 4. The properties of Bamboo sawdust (%)

| Water content | Carbo-hydrate | protei | Fat | Ash | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO | Na ₂ O | T-C | T-N | C/N Ration |
|---------------|---------------|--------|-----|-----|-------------------------------|------------------|------|------|-------------------|-------|------|------------|
| 9.8 | 86.3 | 1.7 | 0.3 | 1.9 | 0.29 | 0.68 | 0.08 | 0.05 | 0.03 | 45.51 | 0.14 | 325:1 |

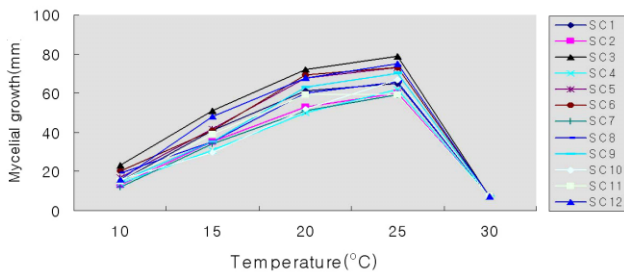


Fig. 1. Effect of temperature on the mycelial growth of *S. crispa* (Colony diameter was measured after 4 weeks of incubation in PBA medium).

*H. petaloides*의 균사체 배양 최적온도는 30°C라고 보고한 것과는 다른 양상이었다.

균사 밀도는 균주 간에는 차이를 보였지만, 온도 처리별 균사밀도는 변화가 없었다. (Data was not shown)

배양 pH별 균사생장

pH 4.0~8.0의 범위에서 균사생장 및 밀도를 조사한 결과, pH 4.0~5.0 범위에서 균사생장이 양호하였다. (그림 2). 그러나 SC12를 제외한 대부분 균주는 pH 4.0에서 균사밀도가 낮아(표 5), 생장 및 밀도를 고려하면 pH 5.0이 최적 배지산도로 조사되었다. 정 등(2002)은 꽃송이버섯균의 적정 배양 pH가 5.0~6.0으로 보고하였는데 이것은 균주 차이에 의한 결과로 생각된다.

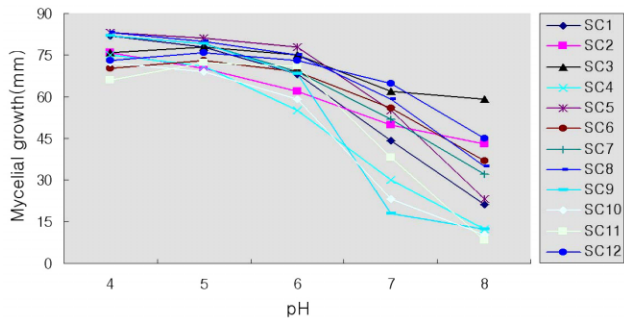


Fig. 2. Effect of pH on the mycelial growth of *S. crispa* (Colony diameter was measured after 4 weeks of incubation in PBA medium at 25 °C).

대부분 균주는 pH 6.0 이상에서 산도가 높아짐에 따라 균사생장이 크게 감소하는 경향이었으나, SC3 균주의 경우 pH 8.0에서도 60mm 정도의 생장을 보여 알카리 범위에서 균사 적응성이 뛰어난 것으로 조사되었다. 이러한 결과는 Shim 등(1998)이 보고한 pH 8.0에서 균사생장이 전혀 이루어지지 않은 것과는 대조적인 결과를 보여 꽃송이 균주에 따라 적응 산도범위가 각각 다른 것으로 판단되었다.

탄소원 종류별 균사생장

탄소원은 균류에 있어서 탄수화물, 단백질, 지질, 핵산 등의 합성과 에너지 공급원으로서 균주의 생장에 필수적인 영양원이다. 13종의 탄소원이 *S. crispa*의 균사생장에 미치는 영향을 조사한 결과(표 6), 단당류 중에서는 glucose, fructose, mannose, xylose, 이당류 중에서는 maltose에서 균사생장이 80mm 정도로써 좋았으며 밀도가 높았다. 이러한 결과는 Shim 등(1998)이 보고한 내용과 일치하는 경향이였다. 5탄당인 arabinose와 다당류인 starch 첨가 배지에서 균사생장은 좋았지만 밀도가 낮은 것으로 조사되었다.

홍 등(1986)은 영지버섯 균사생장에 탄소원으로 souble starch와 cellobiose가 가장 양호하다고 하였고, 팽이버섯은 mannitol이 균사생장과 자실체 형성에 가장 효과가 있다고 보고하였다. 또한 표고버섯에서는 glucose(김 등, 1987), 버들송이는 starch, dextrine(김 등, 1988), 잣버섯은 galactose(김 등, 1994), 개암버섯은 sorbitol(강 등, 1994)이 균사생장에 양호한 탄소원으로 보고된 바 있다. 이러한 결과를 볼 때 버섯 균주 종류별로 적합한 탄소원이 각각 다른 것으로 판단된다.

균사생장 및 밀도가 양호한 glucose, fructose, mannose, xylose, maltose 중에서 가격이 비교적 저렴하여 농가에서 대량 배양하기에 적합한 glucose를 이용하여 농도선발 시험을 수행하였고 그 결과는 표 7과 같다. glucose를 첨가하지 않은 처리는 균사생장이 낮고 밀도가 낮은 경향이였으며, glucose 1.0% 농도에서 균사생장 및 밀도가 양호하였다. 한편 3.0% 이상 농도에서는 농도가 증가 할수록 균사 밀도는 영향이 없었으나 균사생장이 늦어졌다. 탄소원 종류 및 농도 시험결과를 종합하면, 적정 탄소원은 glucose이며, 농도는 1.0~1.5%를 사용하였을 때 균사생장이 양호하였다.

Table 5. Mycelial density of *S. crispa* after 4 weeks of incubation on various pH at 25 °C

| pH | SC1 | SC2 | SC3 | SC4 | SC5 | SC6 | SC7 | SC8 | SC9 | SC10 | SC11 | SC12 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| 4.0 | +a | + | ++ | + | ++ | ++ | + | + | + | + | ++ | +++ |
| 5.0 | ++ | ++ | +++ | ++ | +++ | +++ | ++ | ++ | ++ | ++ | +++ | +++ |
| 6.0 | ++ | ++ | +++ | ++ | +++ | +++ | ++ | ++ | ++ | ++ | +++ | +++ |
| 7.0 | ++ | ++ | +++ | ++ | +++ | +++ | ++ | ++ | ++ | ++ | +++ | +++ |
| 8.0 | ++ | ++ | +++ | ++ | +++ | +++ | ++ | ++ | ++ | ++ | +++ | +++ |

^aMycelial density: +;thin, ++;moderate, +++;compact.

Table 6. Effect of carbon sources on the mycelial growth and density of *S. crispa* after 4 weeks of incubation in the PBA basal medium

| Carbon sources (1.4%) | Mycelial growth(mm/4 weeks) and density | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | SC1 | SC2 | SC3 | SC4 | SC5 | SC6 | SC7 | SC8 | SC9 | SC10 | SC11 | SC12 |
| Arabinose | 37 ⁺ ^a | 64 ^{ab} | 82 ^a | 43 ^c | 44 ^e | 78 ^a | 68 ^c | 50 ^d | 40 ^d | 40 ^{bc} | 43 ^d | 79 ^{ab} |
| Fructose | 67 ⁺⁺ | 72 ^a | 82 ^a | 70 ^a | 62 ^d | 79 ^a | 79 ^{ab} | 71 ^{ab} | 70 ^{ab} | 71 ^a | 73 ^{ab} | 80 ^{ab} |
| Galactose | 30 ⁺ | 46 ^c | 73 ^b | 43 ^c | 35 ^{fg} | 60 ^b | 63 ^{cd} | 37 ^{gh} | 35 ^e | 45 ^b | 30 ^{ef} | 65 ^d |
| Glucose | 69 ⁺⁺ | 73 ^{ab} | 82 ^a | 71 ^a | 80 ^a | 77 ^a | 77 ^{ab} | 75 ^a | 71 ^{ab} | 74 ^a | 72 ^c | 79 ^{ab} |
| Mannose | 73 ⁺⁺ | 57 ^b | 81 ^a | 68 ^a | 78 ^{ab} | 80 ^a | 71 ^{bc} | 74 ^a | 74 ^a | 71 ^a | 77 ^a | 80 ^{ab} |
| Ribose | 32 ⁺ | 45 ^c | 52 ^c | 41 ^c | 38 ^f | 59 ^b | 53 ^e | 38 ^{fg} | 29 ^f | 34 ^c | 27 ^f | 61 ^d |
| Xylose | 57 ⁺⁺ | 44 ^{cd} | 80 ^a | 56 ^b | 75 ^{bc} | 75 ^a | 71 ^{bc} | 59 ^c | 67 ^b | 73 ^a | 62 ^c | 75 ^{bc} |
| Cello-biose | 46 ⁺⁺ | 31 ^e | 21 ^f | 31 ^d | 46 ^e | 20 ^e | 26 ^f | 43 ^e | 45 ^d | 32 ^c | 16 ^g | 29 ^f |
| Maltose | 66 ⁺⁺ | 69 ^a | 83 ^a | 69 ^a | 74 ^{bc} | 80 ^a | 77 ^{ab} | 70 ^b | 69 ^{ab} | 71 ^a | 76 ^a | 79 ⁺⁺ |
| Sucrose | 30 ⁺ | 62 ^{ab} | 72 ^b | 38 ^c | 30 ^h | 50 ^c | 58 ^{de} | 33 ^h | 30 ^{ef} | 42 ^b | 30 ^{ef} | 71 ⁺ |
| Starch | 49 ⁺ | 72 ^a | 83 ^a | 69 ^a | 46 ^e | 79 ^a | 80 ^a | 59 ^c | 51 ^c | 69 ^a | 69 ^b | 81 ⁺⁺ |
| Mannitol | 32 ⁺⁺ | 35 ^{de} | 42 ^d | 24 ^e | 36 ^{fg} | 42 ^d | 32 ^f | 43 ^e | 30 ^{ef} | 20 ^d | 36 ^e | 45 ⁺⁺ |
| Sorbitol | 31 ⁺⁺ | 28 ^e | 26 ^e | 18 ^f | 33 ^{gh} | 35 ^d | 28 ^f | 41 ^{ef} | 26 ^f | 16 ^d | 27 ^f | 40 ⁺⁺ |

^aMycelial density: +;thin, ++;moderate, +++;compact.

^bDuncan's multiple range test(p < 0.05)

Table 7. Effect of different concentrations of glucose on the mycelial growth and density of *S. crispa* in the PBA basal medium

| Con. (%) | Mycelial growth(mm/4 weeks) and density | | | | | | | | | | | |
|----------|---|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|
| | SC1 | SC2 | SC3 | SC4 | SC5 | SC6 | SC7 | SC8 | SC9 | SC10 | SC11 | SC12 |
| 0 | 37 ⁺ | 72 ^a | 74 ^b | 42 ^c | 38 ^d | 68 ^a | 48 ^e | 48 ^c | 35 ^d | 45 ^d | 36 ^c | 73 ^a |
| 0.5 | 58 ⁺⁺ | 70 ^a | 79 ^a | 72 ^a | 71 ^a | 66 ^a | 77 ^a | 72 ^a | 60 ^a | 58 ^{ab} | 60 ^a | 69 ^{ab} |
| 1.0 | 59 ⁺⁺ | 69 ^a | 80 ^a | 70 ^a | 62 ^b | 66 ^a | 76 ^{ab} | 71 ^a | 62 ^a | 61 ^a | 58 ^a | 67 ^b |
| 3.0 | 59 ⁺⁺ | 60 ^b | 80 ^a | 69 ^a | 60 ^b | 62 ^a | 73 ^{bc} | 72 ^a | 61 ^a | 57 ^{ab} | 59 ^a | 60 ^d |
| 5.0 | 55 ⁺⁺ | 60 ^b | 73 ^b | 62 ^b | 57 ^{bc} | 63 ^a | 71 ^c | 70 ^a | 56 ^b | 52 ^{bc} | 55 ^{ab} | 64 ^{bcd} |
| 7.0 | 46 ⁺⁺ | 52 ^c | 73 ^b | 55 ^b | 51 ^c | 60 ^a | 64 ^d | 60 ^b | 49 ^c | 46 ^{cd} | 50 ^b | 62 ^{cd} |

^aMycelial density: +;thin, ++;moderate, +++;compact.

^bDuncan's multiple range test(p < 0.05)

질소원 종류별 균사생장

질소원은 세포질을 구성하고 있는 주요 성분의 합성에 필수적인 영양원으로 본 연구에서 12종의 질소원을 사용하

여 *S. crispa*의 균사생장에 미치는 영향을 조사한 결과는 표 8과 같다. Threonine, peptone, glycine, glutamine, 그리고 valine을 첨가한 배지에서 균사생장이 양호하고 밀도

Table 8. Effect of nitrogen sources on the mycelial growth of *S. crispa* in the PBA basal medium

| Nitrogen Sources (0.1%) | Mycelial growth(mm/4 weeks) and density | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---|-------------|---------------|-------------|--------------|---------------|------------|--------------|-------------|-------------|----------------|--------------|
| | SC1 | SC2 | SC3 | SC4 | SC5 | SC6 | SC7 | SC8 | SC9 | SC10 | SC11 | SC12 |
| Threonine | 68 + cd | 48 ++ d | 69 +++ cd | 54 + f | 75 ++ b | 71 +++ e | 67 + c | 70 + bcd | 70 + d | 61 ++ e | 62 ++++ fg | 71 +++ cd |
| Peptone | 72 + abc | 77 +++ a | 75 ++ abc | 74 + b | 78 +++ ab | 77 +++ cd | 76 + a | 72 ++ d | 75 ++ ab | 68 +++ c | 68 ++++ cde | 76 ++ b |
| Arginine | 45 + f | 61 + c | 71 +++ bcd | 42 + h | 62 ++ d | 71 +++ e | 58 + e | 32 + f | 57 + f | 47 ++ g | 60 ++++ g | 72 ++ bc |
| Phenylalanine | 53 ++ e | 60 ++ c | 67 +++ d | 62 +++ e | 45 +++ e | 60 +++ f | 65 ++ c | 57 ++ e | 58 ++ f | 55 +++ f | 49 +++ h | 58 +++ e |
| Aspartic acid | 75 + a | 79 ++ a | 82 + a | 78 + a | 81 + a | 83 + a | 77 + a | 77 + a | 77 + a | 78 + a | 75 ++ a | 82 + a |
| Ammonium phosphate | 55 + e | 62 ++ c | 71 +++ bcd | 44 + g | 67 +++ c | 73 ++ de | 62 + d | 37 + f | 62 + e | 54 ++ f | 64 ++++ efg | 67 +++ d |
| Asparagine | 66 + d | 70 + b | 60 +++ e | 70 + c | 70 +++ c | 61 ++ f | 76 + a | 70 ++ cd | 71 + d | 65 + d | 53 +++ h | 60 ++ e |
| Glycine | 72 + abc | 78 + a | 81 ++ a | 66 + d | 81 ++ a | 81 ++ ab | 79 + a | 73 + d | 75 + ab | 75 + a | 71 ++++ abc | 81 + a |
| Glutamic acid | 73 + a | 79 ++ a | 79 + a | 72 + c | 82 ++ a | 82 ++ a | 78 + a | 76 + ab | 76 + ab | 76 + a | 70 +++ bcd | 81 + |
| Glutamine | 73 ++ ab | 77 ++ a | 78 +++ a | 61 + e | 81 +++ a | 75 +++ cde | 77 + a | 75 ++ abc | 75 ++ ab | 72 +++ b | 73 ++++ ab | 76 +++ |
| Valine | 72 + abc | 77 +++ a | 77 +++ ab | 75 + b | 81 ++ a | 74 +++ cde | 77 ++ a | 74 + d | 74 ++ bc | 68 ++ c | 70 ++++ bcd | 73 +++ |
| Alanine | 69 + bcd | 71 + b | 78 ++ ab | 77 + a | 78 ++ ab | 77 ++ bc | 70 + b | 69 + d | 71 + cd | 64 + d | 65 +++ def | 81 + |

^aMycelial density: +;thin, ++;moderate, +++;compact.

^bDuncan's multiple range test(p < 0.05)

Table 9. Effect of different concentrations of peptone on the mycelial growth and density of *S. crispa* in the PBA basal medium

| Con. (%) | Mycelial growth(mm/ 4weeks) and density | | | | | | | | | | | |
|----------|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|-----------|------------|------------|------------|
| | SC1 | SC2 | SC3 | SC4 | SC5 | SC6 | SC7 | SC8 | SC9 | SC10 | SC11 | SC12 |
| 0.0 | 68 + | 70 + | 74 ++ | 65 + | 73 ++ | 75 + | 73 + | 69 + | 70 + | 61 ++ | 68 +++ | 73 ++ |
| 0.05 | 68 + | 66 ++ | 74 ++ | 64 + | 75 ++ | 73 ++ | 72 + | 70 + | 70 ++ | 60 ++ | 69 ++++ | 73 +++ |
| 0.1 | 67 + | 63 ++ | 70 +++ | 63 ++ | 73 +++ | 72 +++ | 74 + | 70 + | 69 ++ | 59 +++ | 68 ++++ | 70 +++ |
| 0.3 | 60 +++ | 58 +++ | 56 ++++ | 58 +++ | 61 ++++ | 68 ++++ | 65 +++ | 66 ++ | 68 ++ | 56 ++++ | 44 ++++ | 69 ++++ |
| 0.5 | 58 +++ | 52 +++ | 49 ++++ | 48 +++ | 52 ++++ | 63 ++++ | 55 +++ | 63 ++ | 56 +++ | 48 ++++ | 33 ++++ | 56 ++++ |
| 1.0 | 57 +++ | 49 ++++ | 50 ++++ | 44 ++++ | 51 ++++ | 61 ++++ | 46 ++++ | 57 ++ | 58 +++ | 46 ++++ | 37 ++++ | 56 ++++ |

^aMycelial density: +;thin, ++;moderate, +++;compact.

가 높았다. 그러나 aspartic acid, glutamic acid, alanine을 첨가한 배지에서는 균사생장은 양호하였으나, 균 밀도가 현저히 낮았다.

버섯 종류별 질소원에 대한 연구 결과로는 잣버섯이나 영지, 표고, 고온성 양송이, 느타리버섯은 복합질소원인 peptone이 균사생장에 양호하다고 한 바 있다(김 등, 1994; 홍 등, 1981, 1983; 김 등, 1987). 이상의 결과로 균사생육 및 밀도가 양호한 질소원 중에서 가격이 저렴한 peptone을 선발하여 농도 선발 시험을 수행한 결과(표 9), 균사생장은 peptone 농도가 증가할수록 늦어지는 경향이었고, 밀도는 농도가 증가할수록 높아졌다. Peptone 0.1% 처리가 0.3% 처리보다 균사생장이 좀 더 양호하였으나, 밀도는 0.3% 처리에서 양호하였던 결과로 볼 때, 질소원은 peptone을 0.3% 첨가하였을 때 균사생장이 제일 양호하였다.

적 요

농촌진흥청 응용미생물과와 농가에서 수집한 꽃송이버섯 균주의 배양적 특성을 조사하였다. 기본배지는 감자 추출물을 이용한 PBA, PDA, PDM 배지에서 균사생장이 양호한 경향이었고, 특히 대나무톱밥 추출물이 함유된 PBA 배지에서 균사생장 및 밀도가 가장 좋았다. 꽃송이버섯 균사의 최적 배양온도는 25℃이었으며, 30℃ 이상에서는 균사생장이 전혀 이루어지지 않았다. 최적 pH 조건은 모든 균주가 pH 5.0에서 균사생장 및 밀도가 양호하였다. 대부분 균주가 pH 4.0에서 균사생장은 좋았으나 밀도가 현저히 낮은 경향이었지만, SC12 균주는 pH 4.0에서도 균사생장이 양호하였다. 탄소원은 단당류인 glucose, fructose, mannose, xylose와 이당류인 maltose에서 균사생장이 양호하고 밀도가 높았다. 이중 가장 경제적인 탄소원 glucose를 1.0~1.5% 농도로 처리하였을 때 균사생장이 양호하였다. 질소원은 threonine, peptone, glycine, glutamine 그리고 valine을 첨가한 배지에서 균사생장이 양호하고 밀도가 높았으며, 질소원 peptone을 0.3% 처리하였을 때 균사생장 및 밀도가 가장 좋았다.

참고문헌

강안석, 차동렬, 홍인표, 장현유, 유승헌. 1994. 개암버섯의 균사생장에 영향을 미치는 배양조건에 관한 연구. 한국균학회지 22(2): 153~159.
 김한경, 박용환, 차동열, 정환채. 1987. 표고버섯 톱밥 인공재배에 관한 연구. 한국균학회지 15(1): 42~47
 김한경, 박정식, 김양섭, 차동열, 박용환. 1988. 버들송이의 균사생장 조건에 관한 연구. 농시논문집 30(3): 141~150.
 김한경, 박정식, 차동열, 김양섭, 문병주. 1994. 잣버섯 인공재배에 관한 연구(I)-균사체 배양조건에 관하여. 한국균학회지 22(2): 145~152.

류태형 번역. 2001. 암을 이기는 신비의 약용버섯 꽃송이버섯. pp. 96~98
 이태수, 이지열. 2000. 한국 기록종 버섯 재정리 목록. 임업연구원. p48
 정종천, 박정식, 홍인표, 석순자. 2002. 꽃송이버섯의 생육조건 구명 시험. 농진청 시험연구사업 보고자료. 432~447.
 홍재식, 권용주, 정기태. 1983. 담자균류에 관한 연구(2). 느타리와 목이의 진탕배양에 의한 균사체 생산에 관하여. 한국균학회지 11(1): 1~7.
 홍재식, 이종배, 고무석, 김정숙, 이극노, 김명곤, 정기태. 1986. 합성배지에서 불노초가 생산하는 섬유소 분해효소에 관한 연구. 한국균학회지 14(2): 121~130.
 Hartwell, J. L. 1971. Plants used against cancer. A. Survey. *Lloydia*. 34: 386~389.
 Ikekawa, J., Nakamishi, M., Uehara, N., Chihara, G. and Fukuoka, F. 1968. Antitumor action of some Basidiomycetes especially *Phellinus linteus*. *Gann* 59: 155~157.
 Kang, A. S., Kang, T. S., Cho, S. M. and Yu, S. H. 2001. Studies on submerged culture and mycelial components of *Naematoloma sublateritium* mycelia. *J. Mycol.* 29(1): 22~27.
 Lee, J. H., Cho, S. M., Song, K. S., Han, S. B., Kim, H. M., Hong, N. D. and Yoo, I. D. 1996. Immunostimulating activity and characterization of polysaccharide from mycelium of *Phellinus linteus*. *J. Microbiol. Biotechnol.* 6(3): 213~218.
 Lee, J. K., Choi, Y. S. and Sung, J. M. 2000. Investigation on cultural characteristics of mycelial growth by *Cordyceps scarabaeicola*. *Kor. J. Mycol.* 28(2): 81~87.
 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* Wulf.:Fr. (Aphyllphoromycetidae). *International J. Medicinal Mushrooms* 4(1): 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* Wulf.:Fr. (Aphyllphoromycetidae), and application to cancer patients. *International J. Medicinal Mushrooms* 5(4): 359~368.
 Rew, Y. H., Jo, W. S., Jeong, K. C., Yoon, J. T. and Choi, B. S. 2000. Cultural characteristics and fruitbody formation of *Phellinus pini*. *Kor. J. Mycol.* 28(1): 11~15.
 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. Mycol.* 26(1): 39~46.
 Sung, J. M., Choi, Y. S., Bhushan Shrestha and Park, Y. J. 2002. Cultural characteristics of mycelial growth by *Cordyceps militaris*. *Kor. J. Mycol.* 30(1): 1~5.
 Yoo, K. H., Kim, J. h. and Seok, S., J. 2001. Studies on the cultural characteristics of *Hohenbuehelia petaloides*. *Kor. J. Mycol.* 29(1): 52~60.