

# 느타리(1100mℓ병)의 균사 배양 중 배양기 내부 통기성 개선

유영진<sup>1\*</sup>, 심규광<sup>2</sup>, 구창덕<sup>3</sup>, 김명곤<sup>4</sup>

<sup>1</sup>전북농업기술원, <sup>2</sup>(주)팔오테크, <sup>3</sup>충북대학교 산림학과, <sup>4</sup>전북대학교 바이오식품공학과

## Studies on the aeration improvement of inner bottle(1100ml) culture system during the mycelial culture of *Pleurotus ostreatus*

Young-Jin Yoo<sup>1\*</sup>, Kyu-Kwang Shim<sup>2</sup>, Chang-Duck Koo<sup>3</sup> and Myung-Koon Kim<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Jeonbuk Agricultural Technology Administration, Sinheung-dong, Iksan-si, Jeonbuk, Korea,

<sup>2</sup>ParoTech, 463, Deokjeol-ri Jeongnam-myeon, Hwaseong-si, Gyeonggi-do, Korea,

<sup>3</sup>Chungbuk National Univ., Gaesin-dong, Heungdeok-gu, Cheongju-si, Chungbuk, Korea,

<sup>4</sup>Jeonbuk National Univ. Iksan Campus, Bio Food Technology Ma-dong, Iksan-si, Jeonbuk, Korea

(Received June 5, 2012, Revised June 20, 2012, Accepted June 22, 2012)

**ABSTRACT:** The plastic culture bottle cap types and accumulated concentration of carbon dioxide, media humidity in the process of medium culture and yield were observed in *Pleurotus ostreatus* 1,100ml bottle in Iksan, Jeollabuk-do, Korea, during 2011. The concentration of carbon dioxide in the process of medium culture was the highest after 6~11days cultivation irrespective of cap sizes and types. The upper-under 19~38mm perforation hole and under 26~47mm perforation hole of caps in the 1,100ml bottle were best condition for cultivation of mushroom and increased fruit body, 11.4~23.8% and 6.5~17.9%, respectively. However, the upper-under 33mm perforation hole of fruit body were decreased 23.8%. Also it was weak, lose vitality and the lower of biologically activity substance because the upper medium humidity was too dry.

**KEYWORDS :** Carbon dioxide(CO<sub>2</sub>), Cap, Fruit body, *Pleurotus ostreatus*, Perforation

## 서론

느타리버섯[Oyster Mushroom, *Pleurotus ostreatus* (Kummer)]은 분류학상 담자균류에 송이버섯과(Tricholomataceae) 느타리속(*Pleurotus* spp.)에 해당한다. 느타리버섯은 목재부후균 중의 하나로 셀룰로오스 보다는 리그닌을 우선 분해하는 백색부후균(white rot fungus)의 일종으로서 포플러, 버드나무 등의 고사목을 기주로 하며 재질 내의 cellulos, lignin 등을 분해하여 생장하는 버섯이다 (Kent, 1965).

Zadrazil(1973)는 느타리 균사 성장의 기간 동안에 비교로 볼 때에 느타리 품종의 자실체 형성은 실제로 호기적인 과정이며, 어떤 것은 미생물의 종에 연관되어 선택적인 요인으로 생태계에서 이산화탄소의 서로 다른 농도에 영향을 받는다고 언급하였다. Zadrazil(1974; 1975)은 영양원 배지에서 산소의 감소와 균사 성장사이의 관계를 확인한 바, 공기와 혼합된 전체의 이산화탄소 농도가 16%와 22% 사이에서 3품종의 느타리의 균사 생육에 최적 상태이고, 이산화탄소 농도 37.5%에서는 위 3종 모두 성장이 저해되었다고 하였으

며, 이산화탄소에 대한 느타리류의 높은 내성(tolerance)은 이 실험에서 균사 성장은 기질의 가스 상이 이산화탄소 농도가 높은 semi-anaerobic반 혐기성 조건하에서 영향을 주기 시작한다고 하였다. Miles 등(1997)은 버섯 재배사에서 산소와 이산화탄소는 중요한 인자임을 밝힌 바 있고, Sung 등(1999)은 느타리버섯 균사 생장을 위해 이산화탄소 농도를 15% 이하에서 좋았다고 보고하였다.

본 연구는 느타리 균사 배양 중의 세포호흡 문제를 해결하여 느타리버섯의 다수확 및 고품질을 위하여 배양 병의 외부와 가스 치환이 잘 되도록 하면서도 균사의 활력을 유지하기 위하여 과도한 수분의 증발이 되지 않는 최적의 통기구 크기를 갖는 뚜껑을 선발하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 뚜껑 재료

Kenjiro(1993)는 균사의 배양에서 배양기 내부의 가스 환경에 대하여 언급한 바 있다. 이를 해결하기 위하여 본 실험에 사용된 1100mℓ 뚜껑은 상하, 하 천공의 2종류이고 각각 14, 19, 26, 33, 38, 42, 47mm 천공 뚜껑을 사용하였다. 또한

\* Corresponding author (jin1959@korea.kr)

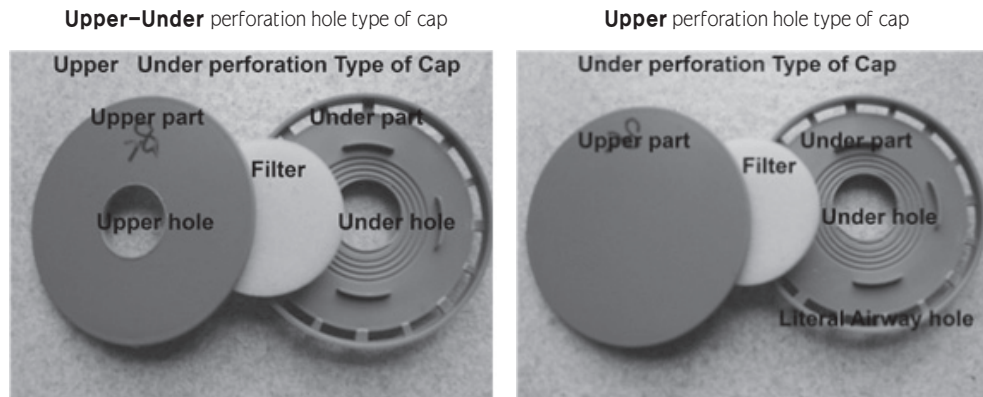


Fig. 1. Upper-Under and Under perforation hole type of cap.

덮개인 상부측과 병과 결합되는 하부측 중간에 필터 (스폰지)를 삽입하였다. 뚜껑의 통기구 표식은 상부측과 하부측에 천공한 구는 상하 천공(upper-under perforation hole), 하부측에만 천공한 구는 하 천공(under perforation hole)으로 명명하였다.

#### 액체종균 제조

실험에 사용된 품종은 느타리버섯(일명 장안 8호 품종) 균주를 사용하였다. 종균계대에서 petri dish에 PDA(potato dextrose agar) 42g/1l의 비율로 조제하여 고압 살균 후에 사면이나 평면 배지를 만들었다. 대용량 배양은 140l에 2.5%설탕 3.45kg, 대두박 0.98kg, MgSO<sub>4</sub> 70g, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 70g, 목초액(상품명; 유기칼) 100ml(1/1500X), antiform 5 ml를 첨가하고, 121℃, 90분간 고압살균 하였으며, 살균이 끝난 후 냉각수를 흘려보내면서 배지의 온도를 상온까지 낮추었다. 접종원량(1/400비율)은 액용량 350ml를 고속 균질기로 12,000rpm에서 40~60초 동안 파쇄하여 접종하였다. 배양실 온도는 20~22℃, 폭기 압력 2.0kg.f/cm<sup>2</sup>의 공기압, 직경 50mm×0.2μm의 필터(Pall Co.)를 3개 직렬로 연결하여 공기를 여과하면서 폭기 배양을 실시하였다. 액체종균의 접종 전 오염검사는 진한 giemsa Sol. 의 단독처리에 의한 현미경 검정으로 확인 하였다.

#### 입병, 접종 및 배양

배지 조제에서 재료로는 미송 발효 톱밥 47.6%, 면실펠릿 35.7%, 비트펄프 7.1%(165kg), 면실박 7.1%(총 N원 함량=42%, 호추산), 조개껍질 가루 2.4%의 중량 비율로 혼합하고 일정시간 후에 물을 첨가하여 배지 수분을 66.4%로 조절 한 다음 입병을 하였다.

느타리버섯의 병재배에 있어서는 1100ml용량의 병에 입병하였다. 병에 골고루 배지를 충전하여 입병하고 가운데에 1

구를 타공 하였으며 1병당 순수수 배지량은 각각 712~786g (평균 중량 749g/1100ml)가 되도록 하였다. 1바구니에 16병을 담아 뚜껑을 닫은 후 이를 적재하여 즉시 고압살균을 실시하였다. 배지 병 방랭은 살균 후 청결한 방랭실에서 하룻밤 동안 유지하여 접종시에 느타리버섯 병 내부의 배지 품온이 15℃ 이하가 되도록 방랭한 후, 상부와 타공한 2곳에 병당 15ml정도 접종하였다. 배양은 통상 재배사에서 행해지는 방법에 따라 배양실의 온도는 21~22℃, 배양실의 이산화탄소 농도는 1,000~1,700ppm 범위이고 별도의 가습은 하지 않았다. 느타리버섯 1100ml병은 접종 일부터 17일째까지 배양을 실시하며 접종 후 수확까지는 평균 25일째부터 28일째까지 4일간 자실체를 수확하여 누적량으로 표시하였다.

#### 배양 중 병 내부의 이산화탄소 농도 측정

배양 중에 각각의 1개 병에서 배양이 종료되는 때까지 병안의 이산화탄소 농도를 검지관으로 매일 측정하였다. 방법으로 토치 램프로 코크 보러를 가열하고 뚜껑의 상부 중앙부 천공하였으며, 측정용 검지관(GASTEC, Carbon Dioxide Detector Tube, Made in Japan)의 흡입 용량과 병 내부의 공기의 공간 용적(예 ; 1100ml의 경우 타공의 면적에 따라 95~130ml 공간) 등을 고려하여 주로 1stroke의 20% 량을 흡입하여 검지관(1stroke=100ml를 흡입하여 측정값)의 변색된 값에 희석비(5배)를 곱하여 측정값을 %로 표기하였다. 측정 후에는 삽입관 구멍을 테이프로 밀봉하였다.

#### 균상 상부의 배지 수분 측정

팽이 톱밥재배에서 배지의 통기성 양부(良否)가 자실체 수량에 미치는 영향이 크다고 지적된 바(Kent 등, 1965) 있고, 발이 유기 과정부터 버섯 수확시 까지는 물론 전 재배기간 동안 균상의 표면을 건조되지 않도록 관리(차 등, 1989)해야 한다고 발표한 바 있다. 따라서 배지 균상의 상부 수

분을 평가하기 위하여 배양이 종료되는 27일의 균균기시에 일정량을 채취하여 100℃의 dry oven에서 항량이 될 때까지 건조시켰다. 건조 전후의 중량 차이로 상부 배지의 수분량을 측정하였다.

### 시료의 화학적 특성 분석

유리당은 Im(1998), 정(2004)의 시험방법을 준용하여 분석하였다. 느타리버섯 시료를 분쇄한 후 20g을 칭량하여 80% 에탄올 100ml를 넣은 후 85℃ 수욕조에서 30분간 초음파 추출을 실시하였다. 그 후 80% 에탄올 100ml를 가하여 0.45µm membrane filter로 여과한 후 fructose, glucose, maltose, sucrose, lactose를 HPLC로 분석하였다.

### 배양 후 생육 및 수확

배양이 종료된 후에는 균균기 작업을 실시하였고, 생육은 바구니에 16병을 담아서 느타리버섯 1100(1200)ml병의 생육을 실시하였다. 접종부터 첫 수확까지의 생육 과정에서 작업 시간 이외에는 빛을 조사하지는 않았다. 균균기 작업 후 물을 분무하였고 가슴에 의한 수침을 방지하기 위하여 병을 거꾸로 하여 초발이를 유도하였다. 발이실의 온도는 14℃ 전후에서 중앙가슴기(회전 분산형) 수분은 자육한 안개 상으로 하고 시간의 흐름에 따라 발이 단계에 따라서 초기 습도는 95~90%이고, 생육 후기에는 80%가 되도록 하였다. 발이실에서 환기는 어린 버섯의 발생을 유도할 때 이산화탄소의 농도가 1,000ppm 정도로 관리하고, 생육 기간은 9~14일 동안 유지하면서 점차적으로 자실체를 수확 하였다.

## 결과 및 고찰

### 느타리버섯 병 배양 중 이산화탄소 농도 측정

느타리버섯 1100(1200)ml병의 실험에서 얻어진 Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4과 같이 상하 천공 및 하 천공된 뚜껑을 사용하였을 경우 모두 통기구가 큰 구에서는 병 안에 존재하는 이산화탄소 농도는 낮게 검출된 반면 통기구가 작은 구에서는 병 안에 존재하는 이산화탄소 농도가 높게 검출되었고 하 천공 뚜껑에서보다는 상하 천공 뚜껑 구에서 전반적으로 검출된 양이 적었다. 1200ml에서는 무통기성 뚜껑보다는 하25mm천공에서 이산화탄소 농도가 낮게 유지되었다. 이는 균사가 호흡 반응에 의하여 배출된 이산화탄소 농도이기 하나 그 농도가 적게 검출되었다고 해서 균사의 호흡 반응이 적게 된 것이 아니라 오히려 호흡 반응이 잘 되도록 유도하였다는 것을 의미하게 된다. Fig. 5와 같이 통기구가 적은 뚜껑에서의 최대 이산화탄소 농도는 높은 농도로 검출되었으며 누적된 상대적 이산화탄소 농도가 높게 검출되었다.

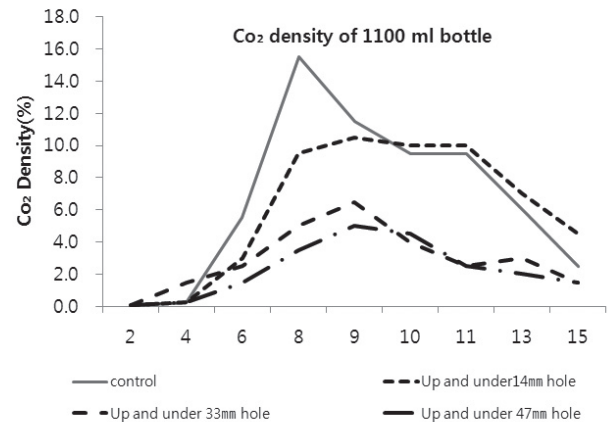


Fig. 2. The summary that some of control group about that concentration of carbon dioxide in the inner the bottle culture of upper-under perforation in the *Pleurotus ostreatus* 1100ml bottle.

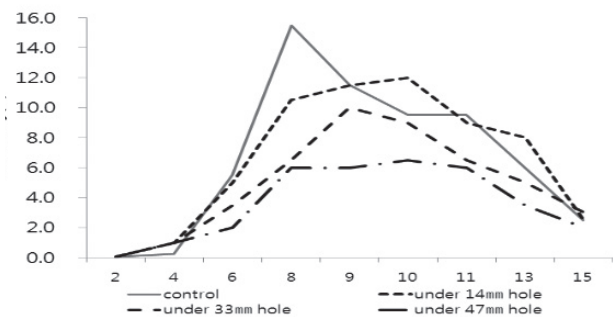


Fig. 3. The summary that some of control group about that concentration of carbon dioxide in the inner the bottle culture of under perforation in the *Pleurotus ostreatus* 1100ml bottle.

Zadrazil(1975)은 영양원 배지에서 산소의 감소와 균사 생장사이의 관계를 확인한 바, 공기와 혼합된 전체의 이산화탄소 농도가 16%와 22% 사이에서 3품종의 느타리의 균사 생육에 최적 상태라고 하였지만 이들의 실험은 접종 5일 후의 짧은 기간 동안에 균사의 증식된 직경의 비교이고, 공기와 이산화탄소 농도와의 혼합 비율이었으므로 위와 같은 조건의 혼합공기의 조성에는 이산화탄소 농도가 16%와 22% 이더라도 이 조성 중에는 실험으로 설정된 배양기의 내부에는 공기와 이산화탄소와의 일정비율 조성이었으므로 유입된 산소가 있었던 결과였으며, 병 재배에서의 3차원적인 공간이 아닌 페트리 디쉬의 단면적에서의 비교를 한 결과였다. 하지만 본 연구는 접종 후 가장 많은 호흡반응이 진행되는 배양 대수기에서 위의 Zadrazil(1975)의 경우와는 달리 통기부족으로 인한 과도한 이산화탄소 농도와 제한된 산소 농도에 의하여 이루어지는 3차원적인 배양용기 내부에서의 왕

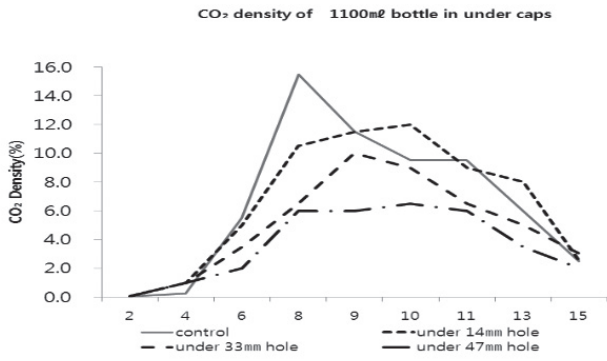


Fig. 4. The concentration of carbon dioxide(%) in the inner the bottle culture during the aeration in the existing (non sponge) cap of the *Pleurotus ostreatus* 1200mL bottle and under perforation of 25mm.

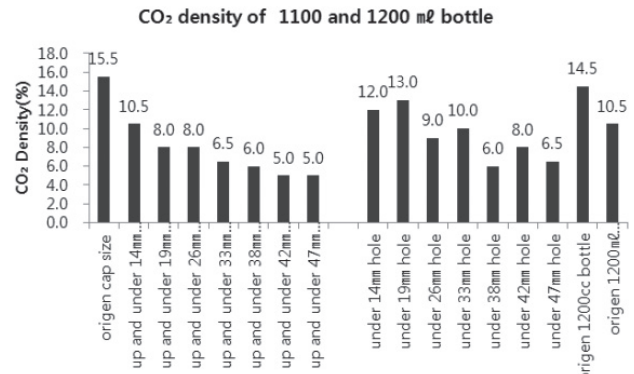


Fig. 5. The concentration of carbon dioxide of maximum peak(%) in the inner the bottle culture during the aeration in the *Pleurotus ostreatus* 1100(1200)mL bottle.

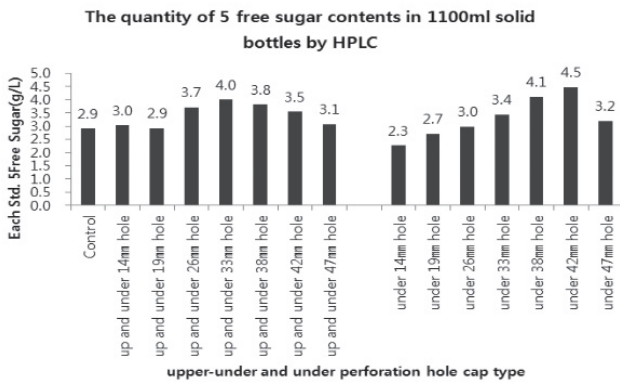


Fig. 7. The quantity of free sugar contents in *Pleurotus ostreatus* 1100mL solid bottle by HPLC

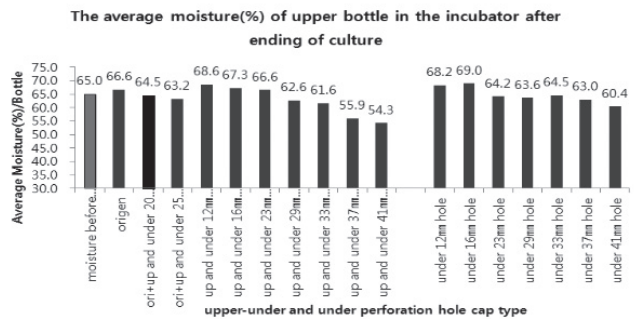


Fig. 6. The average moisture(%) of upper bottle in the incubator after ending of culture of *Pleurotus ostreatus* 1100(1200) mL bottle.

성한 호흡반응과는 완전히 다르다고 할 수 있다. Sung 등 (1999)은 느타리버섯 균사 성장을 위해 이산화탄소 농도를 15% 이하가 좋다 하였고 본 연구에서도 균사 배양 중의 이산화탄소 농도는 낮을수록 좋은 것으로 판단되었지만 과도한 이산화탄소 배출로 배지의 수분이 과도한 손실까지도 염두에 두어야 할 것으로 판단하였다. 최대 이산화탄소 농도에 비례하여 배양기간 중의 배양기 내부에 지속적인 영향을 주기 때문에 배양이 진행되면서 균사 배양기간 중에서도 특히 배양 대수기의 정점기간을 지나게 될 때에 배양기의 내부는 제한된 산소량과 과도한 이산화탄소 량에 너무나 큰 영향을 받는다는 것이 입증되었다.

**느타리버섯 재배방법에 의한 배지 수분의 영향**

본 실험에서도 배지수분을 66.4%로 조절하였으며 배양종료 후 배지 상부의 수분량을 측정하여 비교하였다. 상하 천공에서 기존 무스폰지 뚜껑에서는 통기는 부족하였지만 배

지상부의 수분의 유지는 양호하였으며 통기구가 적은 실험구 또한 배지상부의 수분유지는 양호하였다. 상하 천공에서는 상하 19~26mm천공은 배지 상부의 수분량이 63.2~62.3%로 대조구의 61.5% 보다 높게 유지하였지만 이보다 큰 통기구인 상하 33~47mm천공 뚜껑에서는 배지 상부의 수분량이 60.3~49.4%로 배지수분 감소량이 많았다. 상하 천공 실험구에서는 다른 버섯 품종의 배양기간보다 짧았음에도 불구하고 상대적으로 가파른 감소를 보인 반면 1100mL의 하 천공 및 1200mL 실험구에서는 상대적으로 대조구보다 높게 배지의 상부수분이 잘 유지되었다. 느타리버섯 병재배에서 수분함량이 67~72%일 때 자실체 수량이 가장 높았다(장, 1976)는 내용보다는 다소 낮은 배지수분 값을 보였다. 하 천공 뚜껑류(Fig. 6)에서와 같이 배지의 상부 수분이 높게 유지되었다 하더라도 수량(Fig. 8)이 다소 적게 나온 것은 역시 배양 대수기에서의 이산화탄소 농도의 과도한 량(역비례 관계인 산소량의 부족)이 가장 큰 원인으로 판단되었다.



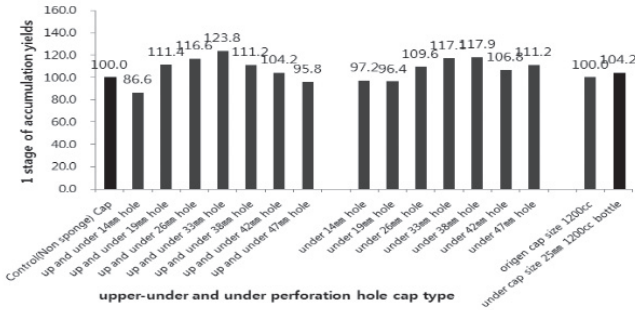


Fig. 8. The comparison of control(100%) based on the average rate in the cumulative harvest of *Pleurotus ostreatus* 1100(1200) ml bottle yield.

균상 상부의 영향이 주된 원인 중의 호흡 중의 과도한 이산화탄소 농도와 제한적인 산소 농도와 아울러서 또 하나의 주요 인자로 균상 상부의 수분이 중요하다. 이러한 근거는 세포 호흡반응식[C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> + 6O<sub>2</sub> → 6CO<sub>2</sub> + 6H<sub>2</sub>O + Energy(kcal/mol)]과 같이 반응식에 열거된 모든 요인(항목)이 독립적인 변수가 아니라 서로 연관되어 균사의 세포호흡 반응에 영향을 주는 것을 이해해야 한다.

**느타리버섯 시료의 화학적 특성**

1100ml병에서 뚜껑별 5종의 유리당 함량은 상하 천공에서는 33mm > 38mm > 26mm > 42mm > 47mm > 14mm > 19mm천공의 순으로 줄었으며 하 천공에서는 42mm > 38mm > 33mm > 47mm > 26mm > 19mm > 14mm천공 순으로 줄었다. 하 14mm천공에서 가장 적었다. 기존 뚜껑과 비교시 상하 26~42mm천공에서 높았고, 하 33mm~42mm천공 시험구에서 높게 나타났다(Fig. 7). 하지만 균사 배양 중의 호흡기작은 양호하여 균사의 생리활성은 높더라도 균상 상부의 건조증상(Fig. 6)으로 발이불량이 되며, 균사 호흡기작으로 축적된 영양원이 많다 하더라도 균상 상부의 건조상태에 따라서 자실체의 수량은 영향을 받는 것으로 확인되었다.

**느타리버섯 배양 후 생육 및 수확**

생육 중간 시기에서 발이량이 많고 빨리 자란 자실체는 결국 수확 중점에서도 빨리 수확이 이루어질 뿐 만 아니라 품질도 양호하고 자실체 수량도 증가하는 것이 확인되었다. 통기가 불량한 구에서는 세포호흡에 산소의 부족으로 배양이 늦어졌고 이로 인하여 이후의 모든 과정에서 생리활성 저해를 겪었으며 수확이 종료되는 시점에서도 이러한 현상은 동일하게 유지되었다. 또한 통기량이 너무 크게 되면 겉보기 배양은 상대적으로 빨리 이루어졌더라도 이후의 균상상부가 건조되어 자실체의 발이가 현저히 저하되었으며, 수량의 감

소로 이어졌다. 통기구가 동일한 크기에서는 상부 천공된 실험군에서는 특히 배양은 빨리 이루어졌다 하더라도 균상 상부의 건조 증상이 심하여 발이 불량으로 이어졌으며 하 천공구에 비하여 발이불량이 많았다.

1100ml병 느타리버섯 수량은 상하 뚜껑에서 19mm > 14mm > 26mm > 33mm > 38mm > 42mm > 47mm천공 순으로 수량이 적었으며, 하 뚜껑에서는 26mm > 33mm > 19mm > 38mm > 42mm > 47mm > 14mm천공 순으로 수량이 적었다. 전반적으로 배양 기간이 짧아서 다른 품종인 팽이버섯, 새송이버섯 등의 유사 실험에 비하여 1100ml병 느타리버섯 수량은 상하 뚜껑에서 특히 상하 천공에서 19~38mm천공에서도 11.4~23.8%로 증수되어 폭넓게 수량이 좋았으며, 하 천공에서 26~47mm천공 뚜껑에서 대조구에 비하여 6.5~17.9%가 수량이 증수되었다. 또한 빠른 균사배양속도를 고려하면 상하 33mm천공 뚜껑에서 기존 무스폰지 뚜껑보다도 23.8%의 높은 증수효과를 나타내었는데 이는 대수기 정점시기에서 여타의 다른 품종에 비하여 왕성하며 배양이 빨리 종료된다는 것을 고려해보아야 한다.

상하 14mm천공, 하 14mm, 19mm천공구는 기존 뚜껑과 비교하여 2.8~13.4% 수량이 감소하였는데 이는 통기구가 너무 작아 배양 중 산소부족으로 세포호흡 및 생리활성에 장애를 받았기 때문이며, 상하 47mm에서와 같이 배양기간이 짧았음에도 불구하고 수량이 감소한 것은 외부로 증발되어 지는 수분량이 많아지게 되어 배지의 상부 표면에 존재하는 균사는 활력이 약해지거나 생리활성의 저하가 원인으로 판단되었다.

또한 1200ml병 재배에서도 기존 무스폰지 뚜껑의 수량을 기준으로 할 때보다는 하 25mm천공구에서 4.2%로 1100ml병에 비하여 증가량이 많지 않았는데 이는 입병량이 많고 배양온도가 다소 높음에 따른 배지내부의 온도가 영향을 주어 생리활성에 영향을 준 것으로 판단되나 이에 대한 상세한 검토는 배지내부에서의 온도나 생리활성의 효소역가 등을 좀 더 비교해서 판단할 문제로 사료되었다.

**적요**

본 연구는 느타리버섯 1,100ml 배양용기의 뚜껑종류 및 크기에 따른 배양중 이산화탄소농도변화, 수분함량, 유리당, 및 수량을 조사하였다. 이산화탄소 농도는 기존의 비통기성 무스폰지 뚜껑구가, 상하 천공과 하 천공 모두에서 천공 구멍이 작을수록, 또한 상대비교는 하 천공구에서 높게 유지되었다. 배양중 이산화탄소 변화는 배양 뚜껑 종류와는 관계없이 배양 경과 6~11일경 이산화탄소발생량이 최고치에 도달하였다. 뚜껑종류별 느타리버섯(1100ml병)의 수량

은 상하 뚜껑 천공의 19~38mm천공에서 11.4~23.8%로 증수되어 폭넓게 수량이 좋았으며, 하 천공에서 26~47mm천공 뚜껑에서 대조구에 비하여 6.5~17.9%가 수량이 증수되었다. 또한 빠른 균사배양속도를 고려하면 상하 33mm천공 뚜껑에서 기존 무스폰지 뚜껑보다도 23.8%의 높은 수량으로 제일 양호하였다.

### 감사의 글

본 연구는 농림수산식품 기술기획평가원(IPET)의 2009년 4월~2012년 4월까지 수행된 결과로서 이를 수행할 수 있도록 지원하여 주신 모든 분께 감사드립니다.

### 참고문헌

장학길. 1976. 톱밥 培地에 對한 營養添加가 팽이버섯의 生長 및 培地의 化學的 成分 變化에 미치 는 影響. 한국균학회지. 4(1) : 31~44.

정민욱. 2004. *Fomitella fraxinea* 균사체의 대량생산과 기능성 연구. 영남대학교.

차동렬. 1989. 최신버섯재배기술. 상록사. 348-354.

Im, M. H., Choi, J. D., Chung, H. C., Lee, S. H., Lee, C. W., Choi, C. and Choi, K. S. 1998, Improvement of Meju preparation method for the Production of Korea traditional

Kanjang. Korean J. Food Sci Technol. 30 : 608-614.

Kenjiro Kinugawa. 1993. CHAPTER 5 Physiology and the Breeding of *Flammulina velutipes*. pp.87-109(Genetics and Breeding of Edible Mushrooms, Edited by SHU-TING CHANG JOHN A. BUSWELL, Department of Biology The Chinese University of Hong Kong Shatin New Territories and PHILIP G. MILES. Department of Biological Sciences State University of New York at Buffalo USA, Gordon and Breach Science Publishers.

Kent, K. T. and A. Kelman. 1965. Lignin degradation as related to the phenoloxidasas of selected wood-decaying Basidiomycetes. *Phytopath.* 55 : 739-744.

Miles, P.G. and S.T. Chang. 1997. *Mushroom biology: Concise basics and current developments*. World scientific publishing Co. Pte. Ltd. p48.

Sung, J. M., Moon, H. W. and Okumura, S. 1999. Growth condition of liquid culture by *Pleurotus ostreatus*. *Kor. J. Mycol.* 27 : 1-9.

Zadrazil, F. 1973. Anbauverfahren fur *Pleurotus florida* Fovose. *Champignon* 13. pp3-4.

Zadrazil, F. 1974. The ecology and industrial production of *Pleurotus osteratus*, *Pleurotus floride*, *Pleurotus cornucopiae* and *Pleurotus eryngii*. *Mushroom Sci.* IX, pp621-652.

Zadrazil, F. 1975. Influence of CO<sub>2</sub> concentration on the mycelium growth of three *Pleurotus* species. *European J. Appl. Microbiol.* 1 : 327-335.