

## 억새배지를 이용한 느타리 봉지재배

유영진\* · 강찬호 · 최규환 · 김효진 · 정종성 · 김희준 · 문윤호<sup>1</sup>

전북농업기술원, <sup>1</sup>국립식량과학원

## Bag cultivation of *Pleurotus ostreatus* with *Miscanthus* species substrates

Young-Jin Yoo\*, Chan-Ho Kang, Kyu-Hwan Choi, Hyo-Jin Kim, Jong-Seong Jeong, Hee-Jun Kim and Yoon-Ho Mun<sup>1</sup>

Jeollabuk-do Agricultural Research and Agri-food Development Division, Iksan, 570-704

<sup>1</sup>National Institute of Crop Science Bioenergy Crop Research Center, Muan, Korea, 534-833

**ABSTRACT:** In analysis of inorganic components of *Miscanthus sinensis* Andersson var. *sinensis*, Phosphate increased with the progress of growing stage. In other way potassium, calcium and magnesium was inclined to decrease. The total nitrogen content in the *Miscanthus sinensis* Andersson var. *sinensis* was increased until second age cultivated stage, but in its third year, it was decreased apparently. In other way the total carbon content of *Miscanthus sinensis* was not changed until second year cultivation. But rapid increasing was happen in its third year cultivation stage. 3 year cultivated *Miscanthus sinensis* Andersson var. *sinensis* which has a plentiful carbon source can be used as a good culture media source for the formation of mushroom's fruit body. When rice bran added at the amount of 20% to the keep in 65% moisture *Miscanthus sinensis* Andersson var. *sinensis*, the fermentation of culture material was well done and the temperature of 50~55°C fittest for thermophilic microorganism growth was maintained for 5 days from 5 days after treatment. Rice bran 20% added to the *Miscanthus sinensis* Andersson var. *sinensis* was the fittest fermentation culture media for the *Pleurotus ostreatus* vinyl-bag type cultivation. When *Pleurotus ostreatus* was cultivated in this culture media, the yield was increased by 60% than whole *Miscanthus sinensis* Andersson var. *sinensis* containing culture media. The fermentation *Miscanthus sinensis* Andersson var. *sinensis* culture media could be substituted by 20% the sawdust in existing culture media(sawdust 50%+cottonseed bark 30%+cottonseed meal 20%)

**KEYWORDS:** *Miscanthus sinensis*, *Pleurotus ostreatus*, Vinyl-bag type cultivation

### 서론

한국버섯의 생산량은 년 간 156,000M/T의 생산되고 있지만 버섯 생육배지의 수급안정을 위해 다양한 연구가 이

루어지고 있다. 하지만 버섯배지의 원료는 버섯 종류 및 재배양식에 따라 다양한데, 버섯배지는 폐면(cotton waster), 옥공이(com cob), 볏짚 그리고 톱밥 등이 주원료로 사용되고, 미강, 밀기울, 비트펄프, 면실박, 건비지 등은 주원료에 첨가배지로 이용하여 버섯을 생산하고 있다. 그리고 버섯의 성육단계는 버섯형태로 변화하기 이전의 단계인 균사체(mycelium) 단계와 버섯의 형태로 성장하는 자실체(fruit body) 단계로 구분된다. 특히 버섯의 일종인 백색부후균(white rot fungi)에 의한 lignocellulose의 분해에 관한 연구(Mark등, 1984; Manuel 등, 1990; Kannan와 Oblisami, 1990; hadar 등, 1993; Andrew와 Anita, 1995; Tuomela 등, 2000; Makela 등, 2002)가 있으며, 버섯의 균사체 배양 과정에서 균사체는 lignin과, cellulose 결합을 분해와 관련 연구와 톱밥은 표고버섯이 약50% 정도의 lignin 분해효소가 관여한다. 이러한 버섯의 영양원은 버섯재배에 있어 생육 환경요인과 더불어 배지선택이나 그 조성은 생

J. Mushrooms 2014 June, 12(2):122-126  
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2014.12.2.122>  
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853  
 © The Korean Society of Mushroom Science

\*Corresponding author  
 E-mail : jin1959@korea.kr  
 Tel : +82-63-290-6031, Fax : +82-63-290-6059

Received April 3, 2014  
 Revised June 27, 2014  
 Accepted June 28, 2014

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.

산의 중요 요소가 된다. 느타리버섯류는 담자균류에 속하는 백색부후균의 일종으로 다양한 종류의 lignocellulose를 함유한 재료에서 재배가 가능하다. 중국이나 일본에서는 표고를 비롯한 일부 버섯들을 원목을 이용하여 오래전부터 재배하기 시작하였고, Flack(1917)는 원목을 이용한 느타리버섯의 재배를 시도하였다. 그러나 특정종류의 재배원목은 구입에 문제점이 있고, 구입비용이 많이 소요되며 또한 많은 노동력을 요구한다. 따라서 근래에는 재배방식의 변화가 시도되었는데 병이나 붕지를 이용한 톱밥재배 농가가 증가하는 추세이로 이에 수반되어진 연구가 많이 이루어 졌다. 톱밥재배는 Block 등(1958)에 의해 개발되어 현재 팽나무버섯을 비롯한 느타리버섯, 큰느타리버섯(새송이) 등 주요버섯이 이용되고 있다. 한편 배지재료에 대한 연구는 벗짚을 이용한 느타리버섯 재배방법에 대한 연구가 시도되어 그 후 방울솜을 이용한 재배기술을 보고되었다. 애느타리버섯은 균사생장 및 자실체형성에는 포플러톱밥과 건비지를 80:20(v/v)로 혼합한 배지가 가장 적합하였으며 애느타리버섯 병재배에 미송톱밥, 비트펄프, 면실박을 혼합한 배지가 미송톱밥과 미강을 혼합한 배지보다 약 125% 수량이 증가를 보였다. 또한 마늘껍질을 이용한 원형느타리버섯 재배에 20%의 미강이 함유된 혼합배지에서 약 40%의 수량증수 효과가 있었으며, 수한느타리버섯은 미송톱밥, 비트펄프, 미강, 면실박을 50:40:8:2(v/v)로 혼합했을 때 자실체 품질이 우수하였다. 이외에도 농산부산물물 버섯 재배에 이용하는 연구(Sivaprakasan and Kundaswamy, 1981)와 커피박, 땅콩피, 산패유, 사과 가공부산물 등과 같은 부산물을 배지재료로 이용하는 연구가 지속적으로 이루어지고 있다. 그런데 느타리버섯은 국내 총재배면적 933ha 중 비중이 27%를 차지하고 주재료는 미루나무톱밥 및 미송톱밥이 사용되고 있다. 우리나라의 미송톱밥 수입량은 년 간 116,000M/T으로 연중재배에 따른 톱밥의 사용이 증가될 것으로 예상되는데, 톱밥의 수급불안정을 대체하기 위한 배지재료의 안정적 공급을 위한 역새재료의 가능성을 검토하고자 본 연구를 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 공시균주

본시험에 사용한 균주는 국립원예특작과학원 인삼특작부 버섯과에 보존하고 있는 느타리버섯균주를 사용하였다. 원균은 미리 준비된 PDA(potato dextrose agar)의 평판배지에 접종하여 25°C에서 15일간 배양한 후 자란 균주를 PEG-8000(보존제)10% 용액을 1.2 ml 마이크로 튜브에 0.8 ml씩 분주한 다음 121°C, 15분간 멸균 후 보존액이 상온(25°C)이 되었을 때 직경이 8 mm인 코크보러를 사용하여 균사절편 8개씩 보존액에 침지한 후 4°C에 보관하여 시험에 사용하였다.

### 종균준비 및 배양

종균은 포플러톱밥에 첨가제는 밀기울을 사용하였고, 혼합은 톱밥 80과 밀기울 20%(v/v)로 하고 수분 함량은 65%로 조절한 후, 250 ml 삼각플라스크에 100 ml씩 배지를 담고 잘 다진 후 121°C에서 60분간 고압멸균 하였다. 멸균이 끝난 톱밥과 첨가제별 혼합비 처리 시험관에 미리 PDA(potato dextrose agar)에서 15일간 배양시킨 균사를 직경 1.5 cm 코크보러로 절단하여 톱밥종균 배지원별 배지 증양에 접종하고, 25°C에서 12일간 배양하였다.

### 역새가공

역새는 국립식량과학원 바이오에너지작물센터에서 분양받아 시험을 수행하였다. 분양받은 역새를 톱밥대체효과를 규명하기 위해 식물체를 (주)해표산업에서 보유하고 있는 절단기를 이용하여 역새 크기를 2-3 mm로 가공하여 사용하였다.

### 역새의 화학분석

배지의 화학성분을 분석하기 위해 혼합배지를 건조하여 사용하였다. 유기물함량은 시료 100 g를 채취하여 CN분석기(Vario MAX, Elementar GmbH)를 이용한 총농도결정법으로 측정하였으며 무기성분은 건조시료를 토양식물체 분석법에 준하여 분석하였다. 총질소함량은 kjeldahl법, 인은 Vanadate법으로 분석하였고, 양이온과 미량원소는 ICP(Perkinelma 7000 DV)를 이용하여 분석하였다.

### 역새발효

역새의 발효는 느타리버섯 재배의 발효방법을 변형하여 실시하였다. 발효는 외기온도가 10°C 이상 되고, 강우에 의한 과습 피해가 없는 환경조건을 유지하고, 발효를 촉진하기 위해 역새배지를 비닐과 보온덮개로 덮어서 수분 증발을 막고, 열이 축적되어 발열이 잘 되도록 관리하였다. 발열을 촉진하기 위한 방법으로 첨가물을 첨가하여 발열생태를 확인하고자 하였다.

### 입봉

배양봉지는 식용버섯 재배에 널리 사용하는 내열성 PP(Poly-propylene) 재질을 사용한다. 일반적으로 사용하는 가로 12 cm, 세로 8 cm, 높이 30 cm의 PP 봉지에 1kg의 혼합배지로 재배한다. 역새톱밥의 처리는 톱밥50%를 역새로 대체하기 위해 톱밥 50%에 대한 대체로 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30%를 첨가하여 처리하고 수분함량을 60%로 만든 배지 등으로 준비한다. 혼합배지를 봉지에 담은 후 배지 가운데에는 직경 1.5-2 cm, 깊이 5-10 cm의 구멍을 1개 만들고 필터가 달린 마개로 입구를 막는다. 각 배양봉지에 담겨진 배지는 121°C에서 90분간 멸균하였다. 접종은 준비된 접종용 톱밥 종균병의 윗부분을 잘라 약 20 g씩 배양봉지의 뚜껑을 연 후 1~2 군데를 중심으로 조심스

럽게 뿌렸다. 접종 후 필터가 달린 마개로 입구를 다시 막은 후 배양실로 옮겼다.

**배양**

재배의 적정 배양조건을 온도 23±2℃, 상대습도 60±5%하고, 암배양 조건으로 20일 이상 실시하였고, 균사의 생육상황 점검 이외에는 빛을 제공하지 않는 것이 좋다.

**생육**

버섯 생육실은 상대습도 90-95% 내외로 유지하며 조도는 명배양의 조건인 500 lux 수준을 유지한다. 버섯 생육실로 옮긴 봉지에서는 일주일이 채 되지 않아 봉지의 바깥으로 어린버섯이 올라오게 된다. 자실체의 생장을 유도하는 기간은 발생실로 옮긴 이후 15일 내외이지만, 배양 조건에 따라 차이가 발생할 수 있다

**결과 및 고찰**

**역세의 성분분석**

역세의 생육기간에 대한 무기성분의 함량은 Table 1과 같이 생육 시기별 성분은 2년생 역세가 1년생, 3년생 보다 칼리는 대부분의 식물에서 가장 많이 흡수하는 성분의 하나이지만 실물체내에서 칼리의 생리적 역할은 효소의 활성화, 단백질합성, 광합성과 그 식물의 수송, 삼투압조정 등으로 알려져 있다. 또한 광합성이 왕성한 잎이나 세포분열이 왕성한 증기 및 뿌리의 끝 부분에 많이 함유되고, 세포의 팽압을 조절하여 잎의 기공개폐에 관여하거나 세포의 신장을 돕는 기능이 있어 거대역세는 C4 식물로 생체량을 높이는데 관여 한 것으로 본다.

**역세의 생육 년 수별 C/N율 분석**

역세의 생육기간별 총질소, 총탄소 및 C/N율 분석은 Table 2와 같다. 생육시기별 총 탄소원은 생육기간이 길어 지는 3년생에서 95.9%로 높게 측정되었다. 탄소원은 버

**Table 1.** Chemical compositions of growing stage in *Miscanthus sinensis*

Division	P(mg/kg)	K(mg/kg)	Mg(mg/kg)	Ca(mg/kg)
first age	2,700	13,000	741	800
second age	3,300	8,200	630	523
third age	1,400	3,920	74	186

**Table 2.** Analysis of C/N ratio in *Miscanthus sinensis*

Division	N(%)	C(%)	C/N ratio
First age	0.61	43.2	71
Second age	1.15	43.7	38
Third age	0.21	95.9	457

섯의 생활에너지원으로 이용되는 주요한 영양원인데 버섯의 종류에 따라 다양한 탄소원을 이용하며, 그 양에도 차이가 있다. 총질소는 2년생 역세에서 1.15%로 다른 처리보다 높게 측정되었다. 질소는 아미노산, 단백질, 효소의 합성에 필수적인 영양원으로 버섯의 적당한 질소농도는 0.03-0.06%이다. 탄소원과 질소원의 양적 비율인 C/N율은 영양생장과 생식 생장의 경우 각각의 최적치가 다르다. 그러므로 버섯의 생장은 탄소원, 질소원, C/N율 등에 있어서 양자의 최적 조건이 달라진다.

**역세의 발효**

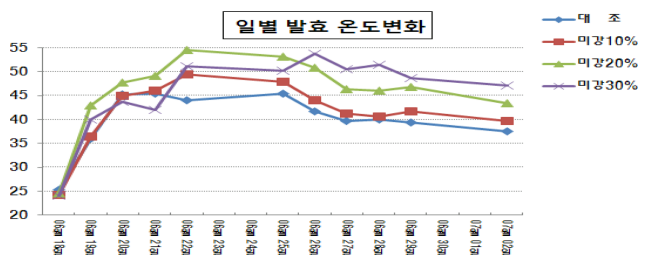
역세의 발효는 역세 3년생 황숙기의 시료를 사용하였고 조건은 양송이의 발효방법을 변형하여 실시하였다. 또한 발효를 촉진하기 위해 역세천연배지에 미강을 처리하여 발효 시기의 온도변화를 측정 한 결과는 Table 3과 같다. 대조 미강을 처리하지 않은 온도와 미강을 처리한 온도변화에서 미강을 처리한 역세가 온도 상승이 있었다. 미강처리별 온도 변화는 20%처리가 15일간 누적온도는 46.2℃로 높게 형성되었다. 미강을 처리한 역세의 최고온도 추이는 Fig. 1과 같이 발효 4일부터 온도가 상승하여 5일부터 8일까지 3일간 45-55℃를 유지하였는데 이온도는 발효에 관여한 고온성 미생물이 버섯생육에 알맞은 배지를 생성한 것으로 판단된다. 양송이버섯에서도 퇴비에 관여하는 미생물의 45-60℃에서 고온성 미생물이 발생 양송이 배지에 알맞은 영양배지를 생성하는데 그 결과와 동일하였다. 그 중 미강 20%처리가 고온미생물 생육의 최적 조건인 50-55℃를 유지하여 역새배지를 영양배지로 전환하는 최적 조건으로 생각된다.

**발효 후 역세의 성분 분석**

역새발효배지의 무기성분 분석은 Table 4와 같다. 무기

**Table 3.** Temperature gradient after treatment of rice bran in *Miscanthus sinensis* (After treatment 15 days)

Division	Treatment of Rice bran			
	Control(0%)	10%	20%	30%
Temperate(°C)	40.2	41.7	46.2	45.6



**Fig. 1.** Transition of temperature according to treatment of rice bran in *Miscanthus sinensis*.

염류는 적은양이 소모되지만 무기염류는 촉매작용으로 버섯 생장의 대사과정을 돕는다. 무기염류는 일반적으로 목재, 낙엽, 부식질 및 토양에서 흡수되는데 버섯의 생장에 다량으로 요구되는 것은 인, 카리, 질소, 황 등으로, 억새 발효배지는 미강 20%를 첨가한 배지에서 대조구에 비해 적정 무기염류를 함유 한 것으로 판단하였다.

또한 발효억새배지의 총탄소, 총질소 및 C/N율은 Table 5와 같다. 탄소원은 버섯의 생활에너지원으로 이용되는 주요한 영양원인데 버섯의 종류에 따라 다양한 탄소원을 이용하며, 그 양에도 차이가 있다. 억새에 미강을 처리한 억새발효배지의 총 탄소은 대조와 비교 하였을 때 차이를 보이지 않았다. 하지만 총질소는 미강20%는 1.2%, 미강 30%는 1.6%로 미강 함량이 늘어날수록 함량이 증가되어 미강처리효과로 판단되었다. C/N율은 탄소와 질소의 양적 비율에 따라 영양생장과 생식 생장의 경우 각각의 최

적치가 다르다. 그러므로 버섯의 생장은 탄소원, 질소원, C/N율 등에 있어서 양자의 최적 조건이 달라진다.

**억새 발효배지를 이용한 느타리 붕지재배**

억새발효배지의 느타리 자실체발생을 검증하기 위해 붕지재배를 실시한 결과 처리별 수량 Table 6과 같다. 발효를 촉진하기 위한 미강을 처리하지 않는 대조의 수량은 1 kg배지에서 31 g이 생산되었지만 미강을 처리한 배지는 59-93g까지 생산되어 발효를 위해 미강을 처리한 배지가 자실체 수량을 향상 시켰다(Fig. 2). 그중 미강 20% 처리에서 수량이 대조에 비해 33%가 증가되었다.

**느타리붕지재배의 억새 발효배지 첨가량 설정**

억새발효배지를 이용한 느타리버섯 붕지재배의 톱밥을 대체하기 위한 발효억새배지의 첨가량의 수량은 Table 7 과 같이 일반붕지재배의 배지조성인 톱밥50%+비트펄프 30%+면실박20%배지를 기본으로 해서 톱밥50%에 대한 억새발효배지를 첨가한 결과로 억새발효배지를 25%첨가 부터 수량이 줄어 20%까지는 톱밥을 대체할 수 있을 것으로 판단되었다.

**Table 4.** Chemical compositions after fermented in cultivated media mixed the rice bran

Division	P(mg/kg)	K(mg/kg)	Mg(mg/kg)	Ca(mg/kg)
Control	0.02	0.32	0.05	0.10
Rice bran 10%	0.04	0.42	0.11	0.07
Rice bran 20%	0.06	0.48	0.23	0.08
Rice bran 30%	0.07	0.40	0.26	0.07

**Table 5.** Analysis of C/N ratio after fermented in cultivated media mixed the rice bran

Division	N(%)	C(%)	C/N ratio
Control	0.6	95.8	174.1
Rice bran 10%	0.8	95.3	113.2
Rice bran 20%	1.2	94.1	77.0
Rice bran 30%	1.6	93.5	60.2

**Table 6.** Yield of fermented media in cultivated bag after treatment of rice bran of *Pleurotus ostreatus*

Division	Fermented media after treatment of rice bran			
	Control (Nature media)	10%	20%	30%
Yield(g/Back)	31	59	93	74

**Table 7.** Yield of fermented media on cultivated bag of *Pleurotus ostreatus*

Division	Fermented media mixed rice bran 20%						
	Control	5	10	15	20	25	30
Yield(g/1 kgBag)	252	275	284	270	251	235	205

\* Poplar sawdust(50%)+Beat pulp(30%)+Cotten seed meal(20%)

**적 요**

천연 억새 1년, 2년, 3년생의 화학성분 분석결과 인산은 증가하는 반면 칼슘과 칼리는 낮아지는 경향이었고 총 질소는 2년생 억새에서 증가하였고, 총 탄소는 3년생 억새에서 급격히 증가하는 경향으로 버섯배지의 이용성이 높게 평가되었다. 억새의 발효조건은 미강20%를 혼합할 경우 발효는 5일부터 5일간에 지속되고 이때 온도는 50-55°C로 유지되어 고온성 미생물 군이 형성됨을 알 수 있었고 처리효과 구명은 미강20% 첨가발효배지가 무처리



**Fig. 2.** Status of *Pleurotus ostreatus* using fermented media after treatment of rice bran.

역새배지보다 수량이 60% 향상되었다. 느타리봉지재배의 역새배지는 포플러톱밥 50%의 포플러톱밥 20%를 역새발효배지 20%로 대체한 혼합배지인 포플러톱밥 30%, 역새발효배지 20%, 비트펄프 30%, 면실박 20% 배지를 개발하였다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구(과제번호 : PJ008963002012) 사업의 2012년 5월~2013년 12월까지 수행된 결과로서 이를 수행할 수 있도록 지원하여 주신 모든 분께 감사드립니다.

## 참고문헌

Andrew, S. B. and Anita, M. J. 1995. The recovery of lignocellulose-degrading enzymes from spent mushroom compost. *Bioresouruce Tech.* 54:311-314.  
Block, S. S., Taso, G. and L. Han. 1958. Production of mushroom from sawdust. *J. Agric. food. Chem.* 6:923-

927.  
Falck, R. 1917. Uber die Waldkultur des austempilzes auf Laubholzstubben. *Z. Forest-Jagdwes.* 49:159-165.  
Hadar, Y., Zohar, K. and Barbara, G. 1993. Biodegradation of lignocellulosic agrocltural wastes by *Pleurotus ostreatus*. *Journal of Biotechnology* 30:133-139.  
Kannan, K. and Oblisami, G. 1990. Enzymology of lignocellulose degradation by *Plurotus sajor-caju* during geowth on paper-mill sludge. *Biological wastes* 33:1-8  
Makela, M., Galkin, S., Hatakka, A. and Lundell, T. 2002. Production of organic acids and oxalate decarboxylase in lignin-degrading white rot fungi. *Enzyme and Microbial Technology* 30:542-549.  
Mark, W. P., Hadar, Y. and Dan, C. 1984. Fungal activities involved in lignocellulose degradation by *Pleurotus*. *Appl Microbial Biotechnol* 20:150-154.  
Sivaprakassan, K, and Kundaswamy, T. K. 1981. Waste material for the cultivation of *Pleuroyus sajaor-caju*. *Mushroom J.* 101:178-179.  
Tuomela, M., Vikman, M., Hatakka, A. and Itavaara, M. 2000. Biodegradation of lignin in a compost environment a review. *Bioresource Tech* 72:169-183.