

흰목이버섯 대량생산을 위한 용기내 재배 최적화 연구

최성우² · 장현유¹ · 윤정원² · 이찬*

중앙대, ¹버섯연구회, ²수원대학교

Optimization of artificial cultivation of *Tremella fuciformis* in closed culture bottle

Sung Woo Choi², Hyun-You Chang¹, Jeong Weon Yoon² and Chan Lee*

Dept. of Food Science and Technology, Chung-Ang University, Ansong, 456-756 Korea

¹Dept. of Mushroom Science, Korea National Agricultural College, 445 - 890, Korea

²Dept. of Bioengineering and Genetic Engineering, College of Natural Sciences, The University of Suwon

ABSTRACT : The stromatal forms of *T. fuciformis* and the mycelia of *Hypoxyylon* sp. were collected. The DNA sequence in the ITS region of the 5.8S ribosomal genes of isolated strain KG103 was very similar to that of *T. fuciformis* AF042409 with a homology of over 98% in the EMBL/GenBank database through BLAST searching. A second isolate, No KG201, one of the symbiotic strains for cultivating *T. fuciformis* also exhibited high homology with *Annulohyphoxylon stygium* AJ390406. Potato Dextrose Medium exhibited the best mycelial growth of 14 mm/14 days and 85 mm/14 days for *T. fuciformis* and its symbiotic fungi, respectively. Optimum culture conditions for the micelial growth were pH 5 at 25°C. For the optimization of artificial cultivation of *T. fuciformis* in bottle with sawdust medium, several conditions such as type of sawdust, supplements, pH, moisture content, and incubation temperature were investigated. *T. fuciformis* and symbiotic fungi showed fast mycelial growth on corn cob media (77 and 52%) followed by oak tree sawdust and cotton seed meal. The optimal temperature for mycelial growth of *T. fuciformis* and symbiotic fungi on corn cob media was 25°C at 55% of moisture content.

KEYWORDS : *Tremella fuciformis*, artificial cultivation, closed culture bottle

서 론

White fungus 또는 은이(silver ear)이라 불리우는 흰목이버섯은 분류학적으로 이담자균강에 속하며, 흰목이목, 흰목이과, 흰목이속이다(Lowy, 1971). 흰목이버섯균(*Tremella fuciformis* Berk)은 전세계적으로 약 40여종이 있으며(Sawada, 1942; Lowy, 1971), 수국꽃 같은 형태와 반투명의 젤리질이 주요한 자실체의 특성이다. 이 버섯은 국내에는 그다지 알려지지 않은 버섯으로 6월, 7월 장마철에 나무 등, 활엽수 잡목지대와 고사목에서 투명한 형태로 자란다. 흰목이버섯은 균사체와 자실체로 구분되며 담자포자에서 발아된 균사체가 영양기관이 되어 단핵균사와 자실체를 형성하는 이핵균사형태로 존재한다. 흰목이버섯은 이종 간 결합을 하며 전형적인 4극성이며(Bandoni, 1963), 이핵균사는 공생균(*Hypoxyylon* sp.)의 도움하에 자실체를 형성한다(Huang, 1982). 공생균이 필요한 이유는 흰목이버섯균이 섬유소, 리그닌, 전분 등을 분해하는 효소를 생산하지 못하기 때문에 공생균(*Hypoxyylon* sp.)의 도움을 받

아야만 자실체 성장발육에 필요한 영양소를 공급받을 수 있기 때문이다(Yun 등 1987).

중국에서는 흰목이버섯이 전통적으로 항고지혈증, 항염증, 항당뇨, 간보호, 항산화능이 있다고 알려져 있다. 실제로 흰목이버섯 산성다당체는 항암성물질로 밝혀져 있으며(Ukai 등, 1972; Oh 등, 2006), glucuronoxylomannan은 경구 투여시 항당뇨효과가 있다고 보고되었다.(Kiho 등, 1994; Tadashi 등, 1994). 한편, 이 다당류의 다이어트 작용 및 콜레스테롤 증가 억제가 보고되었다(Cheng, 1996; Cheng 등, 2003). 이 외 단백다당체(glycoprotein)의 인터페론의 유도 증진효과가 보고되었으며, 체액성 면역과 세포면역 증진효과와 암환자에게 방사능치료 부작용으로 나타나는 natural killer cell의 활성화와 IL-2 합성저해를 억제하는 활성이 알려져 있다(Lin 등, 1985; Ma 등, 1992; Oh 등, 2006).

흰목이버섯을 가장 먼저 인공재배한 곳은 중국의 사천성 통강지역이다. 이 지역에서 인공재배가 1894년 시작되었으며, 1954년 '생물학 통보'라는 잡지에 흰목이버섯 포자균종의 분리와 접종기술이 발표된 후 귀주성, 호북성, 섬서성, 복건성으로 그 재배방법이 전해졌다. 최근에는 인공

*Corresponding author: <chanlee@cau.ac.kr>

재배에 대한 활발한 연구로 중국의 복건성, 절강성, 운남성, 사천성 등지와 대만, 베트남, 라오스, 태국 등 동남아시아에서 흰목이버섯이 생산되고 있다. 이와 같이 중국에서 흰목이버섯 인공재배에 대한 연구가 활발하게 진행되어 그 기술이 비약적으로 발전되었으나, 국내에서는 현재까지 흰목이버섯의 인공대량생산에 대한 시도와 연구가 이루어지지 않았다. 그러므로 국내, 외에서 대량으로 생산, 소비되고 있는 이 버섯의 생산기술을 확립하고 가공기술을 개발시 흰목이버섯의 국내 활용가치가 증대되게 되며, 농가의 소득확대에 중요한 역할을 담당한다.

흰목이버섯의 재배방법은 다른 버섯에 비해 다소 까다로우며, 공생균을 활용하는 특수한 재배기술이 필요하다. 국내에서 흰목이버섯을 재배하기 위해서는 우리나라의 자연환경을 극복할 수 있는 연중재배방법 개발이 절실하며, 단기 대량생산법의 체계를 확립하는 것이 시급한 실정이다. 즉, 고온다습한 조건에서만 흰목이버섯의 안정적인 생산이 가능하며, 사계절이 뚜렷한 기후조건을 극복하기 위한 특수한 재배법이 개발되어야 한다. 이와 같은 배경하에 본 연구에서는 국내 현실에 맞는 인공재배 용기를 개발하고 흰목이버섯의 대량생산 체계를 확립하여 흰목이버섯 인공재배를 실용화 하고자 한다.

재료 및 방법

흰목이버섯균과 공생균의 분리 및 동정

흰목이버섯균(*T. fuciformis* KG 103)과 공생균인(*A. stygium* KG 201)을 자실체가 형성된 심부에서 분리하였다

다. 자실체가 형성된 골목에서 자실체를 제거한 후 2-3일 동안 겉 표면의 습기를 제거한 후 자실체를 제거한 부위로부터 0.5-1 cm 깊이 이내에서 골목내 흑색 부분을 무균적으로 내부의 조직을 절취하였다. 절취된 부분을 PDA 배지 위에 올려놓아 26 ℃ 항온기에 7일 동안 배양한 후 성장한 균사체를 모두 분리하여 흰목이버섯균과 공생균을 분리하였다. 그리고 흰목이버섯(*T. fuciformis* KG 101 104)과 공생균(*A. stygium* KG 201)을 순수 분리하여 혼합배양하여 자실체 형성 유무를 관찰하였다. 흰목이버섯 자실체 형성 흰목이버섯균과 공생균을 PDA배지에서 배양하여 ITS(Internal transcriber spacer) 영역의 5.8S rDNA의 염기서열 분석을 통하여 균을 동정하였다(Kim 등, 2006).

흰목이버섯과 공생균의 배양

흰목이버섯균(*T. fuciformis* KG 103)과 공생균(*A. stygium* KG 201) 균주의 일반적인 배양은 PDA(Potato dextrose agar) 배지 상에서 이루어 졌다 (26℃, 14일 배양). 흰목이버섯균 접종시 젤라틴 형태의 흰목이버섯균 사체 조직을 핀셋으로 적당량을 취하여 접종원으로 사용하였다. 흰목이버섯균과 공생균의 균사생장에 적합한 배지를 선별하기 위하여 PDA, MCM, YM, Czapek, MEA 등의 배지에서 균사체 생육을 비교 하였다(Table 1).

적정 배양온도 측정을 위하여 15℃~ 35℃까지 5℃간격으로 균사체의 생육을 관찰하였으며, pH 4.0~8.0 까지 0.5 간격으로 pH를 조정하여 최적 pH를 결정하였다. 이외 균사생육 시 적합한 탄소원, 질소원, 각종비타민, C/N률 등은 Chang(1997)의 논문을 참고로 하였다.

Table 1. Composition of the media used

(g/ℓ)

Nutritional reagents	Medium				
	PDA	MCM	YM	Czapek	MEA
potato	20				
dextrose	20				
sucrose				30	
glucose		20	10		
peptone		2	5		5
MgSO ₄ · 7H ₂ O		0.5		5	
KH ₂ PO ₄				1	
K ₂ HPO ₄		1			
malt extract		0.5	3		20
yeast extract		2	3		
NaNO ₃				2	
KCL				0.5	
FeSO ₄ · 7H ₂ O				0.01	
agar	20	20	20	20	20

MCM(Mushroom Complete Medium), PDA : Potato Dextrose Agar, MEA : Malt Extract Agar, MCM : Mushroom Complete Media, YM : Yeast Extract Media

흰목이버섯균과 공생균의 혼합종균 제조방법

흰목이버섯 재배시 다른 버섯 재배방법과 달리 공생균을 이용해야 되는 특수한 기술이 필요하다. *T. fuciformis* KG 103과 *A. stygium* KG 201, 두가지 균을 사용하여 혼합접종을 위한 최적배지 조성과 흰목이 버섯균과 공생균이 잘 혼합 할 수 있도록 혼합방법을 연구하였다. 두 균주를 PDA 배지에서 26℃ 항온기에서 14일간 배양하여 접종균으로 사용하였다. 이때 흰목이버섯의 경우 젤라틴 형태의 찢긴 조직을 핀셋으로 적당량을 취하여 접종원으로 사용하였다. 배양한 두가지 균을 동시에 선발한 배지에 접종하여 26℃ 항온기에서 30일간 배양하여 1차 접종원을 제조하였으며 대량의 종균을 확보하기 위하여 2차, 3차 계대접종 배양하여 대량 종균으로 사용하였다.

대량 연중생산을 위한 재배용기 개발 및 병속 재배법 개발

흰목이버섯 재배시 고온다습한 조건을 유지해주기 위하여 새로운 용기를 개발하였다(실용신안 20-0438046). 접종된 배양용기를 배양실에 옮겨놓고 최초 3일 동안 26℃로 배양실 온도를 맞추어 균사 활착이 빨리 되도록 하였다. 그리고 4일째부터는 배양실 온도를 24℃로 유지하였다. 종균 접종 후 14일째부터 내측필터를 열고 생육부 뚜껑을 닫아 일정한 온도와 습도를 유지시켜주어 자실체생육을 촉진시켰다. 생육실내 습도를 75%유지시켜 일정한 습도를 유지시켰다.

T. fuciformis KG 103의 병속재배 배지의 최적화를 위하여, 일반적으로 버섯재배에 많이 이용되고, 값이 비교적 저렴하며 쉽게 구입할 수 있는 배지원료를 병속재배시 주재료로 사용하였다. 주재료로 선택된 참나무 톱밥, 면실피 그리고 콘코브의 자실체 형성 효과를 비교하였으며, 보조재료로 미강을 첨가하였다. 이외 첨가제로 sugar 1%, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1.5%, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.5%를 사용하였다.

결과 및 고찰

흰목이버섯과 공생균의 특성

흰목이버섯균과 공생균의 채집을 위하여 경기도 홍천, 전

라도 지리산, 강원도 치악산 등의 야산과 표고버섯 재배사 근처에서 야생 흰목이버섯을 수집하였으며, 다수의 흰목이버섯균과 공생균을 분리하였다. 분리된 균들 중 오염이 되지 않고 활력이 있는 균주를 선발하였다(KG 101, 102, 103, 104 균주). KG 101-104중 103균주가 PDA배지에서 균사체 직경이 14.6 mm/14 days로 균사생장률이 가장 높았다. 4가지 균주 모두 PDA배지에서 균사생장과 밀도가 가장 높았으며, 그 다음은 MCM, MEA, YM, Czapek 순이었다. 공생균도 PDA에서 가장 왕성한 균사생장을 나타냈다(Table 2).

ITS영역 5.8S rDNA sequencing을 이용한 흰목이버섯균과 공생균의 동정

분리된 균주 중 KG 103균주와 KG 201균주를 실험에 사용하였다. 두 균을 각각 PDA배지에서 배양한 후 ITS 5.8S rDNA sequencing 하여 유전자 서열을 분석한 후 Gene Bank Data homology search를 통하여 균주를 동정하였다. 분리된 균주는 흰목이버섯균인 *Tremella fuciformis* AF042409와 99%의 유전자 상동성을 나타내는 것으로 확인되었다. 분리된 공생균도 같은 방법으로 유전자 서열을 분석하였다. Gene Bank Data homology search를 통하여 분리된 균주는 흰목이버섯 공생균인 *Annulohyphoxylon stygium* AJ390406 과 유전자 서열상 99% 상동성을 보여주는 것으로 확인되었다(Kim 등, 2006).

T. fuciformis KG 103과 *A. stygium* KG 201의 균사체 배양최적화

T. fuciformis KG 103균주를 25℃에서 균사 배양시 PDA 배지 상에서 14mm/14days의 생육을 나타냈으며, 35℃이상 고온과 15℃이하 저온에서는 현저하게 균사 생장이 억제됨을 관찰할 수 있었다. 그리고 *A. stygium* KG 201 균주도 흰목이버섯균과 유사한 온도 범위에서 가장 좋은 균사생장을 나타냈으며 20℃~30℃까지 넓은범위의 최적생육온도를 관찰할 수 있었다. 이와 같이 본 연구에서 Huang (1982)이 *T. fuciformis*의 균사는 25~26℃의 범위에서 잘 자랐으며 최적배양 온도는 23~28℃라고 보고한 것과 거의 일치하는 결과를 얻었다(Table 3).

Table 2. Mycelial growth of *T. fuciformis* KG 103 and *A. stygium* KG 201 at different media.

(mm/15 days)

strains (KG)	Medium				
	PDA	MCM	YM	Czapek	MEA
101(강원도 홍천)	12.4	12.4	10.7	9.3	9.3
102(지리산)	12.5	11.8	10.7	8.9	10.4
103(치악산1)	14.0	12.6	10.3	10.2	12.3
104(치악산2)	10.6	11.4	9.5	7.9	7.2
201(강원도 홍천)	86	72	69	51	59

Mycelial density : +; Poor, ++; Good, +++; Excellent

목이버섯의 경우 Kann(1991) 등에 의하여 균사생장 최적온도가 30℃로 보고되었으며, Quimio (1981)도 28℃라고 보고하였다. 즉 흰목이버섯균보다 목이버섯균이 더 높은 생장 최적온도를 나타내었으며, glucose, yeast extract, kauffmans, potato dextrose, V-8 juice agar를 첨가하였을 때 목이버섯의 균사생장이 우수하다고 보고하였다.

흰목이버섯균과 공생균의 배양 최적 pH

T. fuciformis KG 103 균주는 pH 5.0에서 14 mm/14 days으로 최대의 균사생장을 나타내었으며, 비교적 낮은 pH에서 잘자라는 경향이 관찰 되었다. 그리고 pH 6.0이상에서부터 균사의 증식이 급격히 억제됨을 관찰할 수 있었다(Table 4). 공생균인 *A. stygium* KG 201 균주도 흰목이버섯 균주와 마찬가지로 pH 5.0에서 86 mm/14 days의 최대 균사생장을 나타내었다. 그리고 흰목이버섯균과 유사한 pH 4.0~6.0 사이의 산성 pH가 생육에 필요하다고 분석되었다. Chang(1997)이 흰목이버섯균은 pH 5.5에서, 공생균은 pH 5.0에서 균사생장이 가장 양호하였다고 보고한바와 같이 유사한 결과를 얻었으며, Chen과 Hou (1978)가 흰목이 균사생장의 pH범위는 pH 5.2~7.2이나 최적산도는 pH 5.2~5.8이라고 보고한 것과 거의 일치하는 결과이었다. 목이버섯의 경우 균사체 생장에는 pH 6.5~7.5의 약간 높은 최적 pH를 나타낸다고 보고되었다(Khan 등, 1991).

흰목이버섯 대량생산을 위한 배지최적화 및 용기개발

본 연구에서 흰목이버섯 대량재배법을 확립하기 위하여 기존의 병버섯 재배용 용기를 활용하고자 하였으나, 고온다습 조건을 맞추기 어려우며, 입병작업, 접종작업, 생육관

리, 수확 등의 전반적으로 모든 과정에서 불편하여 새로운 용기를 개발하게 되었다. 즉, 기온변화가 심한 국내 계절 자연환경을 극복하고 연중 계획생산을 위하여 재배용기를 개발하게 되었다. 이 용기는 각종 다른 버섯류 재배에 있어 일정한 온, 습도가 요구되는 버섯류를 쉽게 재배할 수 있도록 고안되었다.

용기내 재배를 위한 *T. fuciformis* KG 103, *A. stygium* KG 201의 혼합종균제조

분리된 *T. fuciformis* KG 103 공시균주를 PDA 배지에 26℃ 항온기에서 14일간 배양하였으며, 젤라틴형태로 배양된 것을 4 8등분하여 떼어낸 절편을 접종원으로 사용하였다. 같은 방법으로 분리된 *A. stygium* KG 201을 배양하여 접종원 H로 사용하였다. 떼어낸 절편 접종원 T와 H를 동시에 종균배양용 배지인 참나무톱밥 77.5%, 미강 20%, 석고 1.5%, 황백당 1%에 접종하여 26에서 30일 동안 배양을 한 후 1차, 2차, 3차 계대 접종하여 종균을 확보하였다. 그리고 혼합 배양된 *T. fuciformis* KG 103와 *A. stygium* KG 201균이 서로 잘 섞이도록 혼합하여 종균을 제조하는 것이 중요하였다. 자체 제작한 파쇄기를 이용하여 골고루 섞어서 접종원인 종균을 제조하였다.

흰목이버섯 용기내 재배 주재료 선별

흰목이버섯의 재배최적조건의 고온다습한 까다로움으로 인하여 흰목이버섯을 최적의 조건으로 생산할 수 있는 대량재배법을 확립하기 위하여 일반적으로 버섯재배 시 국내에서 많이 사용 되고 구입이 손쉬운 배지들을 사용하여 최적의 혼합비율에 대한 실험으로 최적배지를 선별하여 생산성을 높일 수 있었다.

T. fuciformis KG 103의 재배에 있어 배지 최적화를 위

Table 3. Mycelial growth of *T. fuciformis* KG 103 and *A. stygium* KG 201 on the basal medium at different temperatures. (mm/14 days)

Strain	Temperature (°C)				
	15	20	25	30	35
<i>T. fuciformis</i> KG 103	3±1	12±2	14±2	11±1	2±1
<i>A. stygium</i> KG 201	43±2	75±2	86±4	70±5	34±2

Radial growth(mm) of colony after 14 days in 9 cm petri-dish and represent the average of five separate cultures for each treatment.

Table 4. Mycelial growth of *T. fuciformis* KG 103 and *A. stygium* KG 201 on the basal medium at different pH ranges. (mm/14 days)

Strain	pH						
	4.0	5.0	5.5	6.0	7.0	8.0	9.0
<i>T. fuciformis</i> KG 103	13±2	14±1	11±3	7±1	5±1	3±1	2±1
<i>A. stygium</i> KG 201	78±4	86±5	84±3	74±5	46±3	21±2	13±1

Radial growth(mm) of colony after 14 days in 9 cm petri-dish and represent the average of five separate cultures for each treatment.

하여 주재료 배지선발실험에서는 국내에서 일반적으로 버섯재배에 많이 사용되고 있고, 값이 비교적 저렴하고 쉽게 구입할 수 있는 배지원료를 위주로 선별 하였으며 비교 실험 배지재료는 참나무 톱밥, 면실피 (Ting, 1987) 그리고 콘코브를 비교 실험하였다(Table 5). 톱밥, 콘코브 그리고 면실피 중 주재료를 선별하기 위하여 각각에 대하여 흰목이버섯 자실체 생육에 미치는 영향에 대한 결과를 Fig. 12에 나타내었다. 콘코브가 77%일 때 9.0 cm로 가장 좋은 결과를 보였으며, 참나무 톱밥 과 면실피가 77%일 때 각각 5.0 cm, 4.5 cm로 생육이 극히 저조 하였다. 콘코브를 주재료로 사용 하였을 때 가장 월등하게 성장 하는 것을 확인할 수 있었다. 콘코브 함량을 줄일수록 생육이 저조해짐을 알 수 있었다. 그리고 면실피를 77%로 단독으로 사용했을 때 톱밥과 마찬가지로 자실체 크기가 4.9 cm로 저조하였으나, 콘코브를 혼용 하였을 때는 생육상태가 좋아지는 것을 볼 수 있었다(Table 5). Chang(1997)은 흰목이버섯 재배 시 참나무와 포플라톱밥 등 활엽수 톱밥이 양호하였고 소나무 톱밥이 가장 저조하였으며 공생균은 아카시나무 톱밥이 가장 양호하고 오리나무톱밥이 가장 저조하였다고 보고하였다.

흰목이버섯이 이용하는 탄소원은 주로 유기탄소화합물로서 cellulose, hemicellulose, lignine, pectine, pantotanic acids, lactic acids, alcholes류 등을 이용한다. glucose, sacharose등 당류 들은 각종 식물성 원료인 면실피, 활엽수 톱밥, 콘코브, 사탕수수박 등의 원료에서 온다. 질소성분은 흰목이버섯 단백질핵산과 효소류를 합성하는 주요원료이며 밀기울, 미강, 대두분등 질소화합물에 의해 제공된다. 참고로 톱밥의 탄소함량은 49.18%이고 질소함량은 0.1% 이며, 초본식물의 C/N율은 30~80:1이며 목본식물의 C/N율은 200~350:1이다. Chang(1997)이 C/N율이 30:1 일 때 양호 하였으며 10:1 일 때 저조 하였다고 보고하였다. 흰목이버섯균사가 성장하는데는 탄소와 질소의

비율은 20:1이 적합하며, 자실체 생육 시 탄소와 질소의 비율은 30:1이 적합하다고 하였다 첨가제로서는 황백당, 석고, 황산마그네슘 등을 0.5~3%를 첨가하여 흰목이버섯 균사와 자실체의 성장발육에 필요한 유기탄소, 산도 조절 그리고 무기염 등을 공급 해주기 위하여 첨가하였다. 황백당은 배양액중의 유기 탄소 공급원으로서 균사의 증식과 성장에 유리하게 하기위하여 배지조합 중 1%를 첨가 하였으며, 석고는 약산성으로 배지의 산염기도를 조절하여 주고 배지 조합 중 1.5%를 사용하였다. 그리고 황산마그네슘은 효소를 활성화시키고 대사를 촉진하여 균사의 성장을 돕기 위하여 배지조합에 0.5% 사용하였다.

Huang(1986)에 의하면 흰목이버섯 종균제조에 쓰이는 주재료로서 활엽수톱밥 79 kg을 혼합한다고 보고하였고, Ting(1987)은 목화씨 껍질을 이용한 plastic bag재배라는 보고에서 목화씨 껍질 100 kg, 석고 4 kg, 황산마그네슘 0.5 kg, 물 100~120 kg을 혼합한 배지와 목화씨 껍질 50 kg, 분쇄 옥수수숙 50 kg, 밀기울 25 kg, 석고 4 kg, urea 0.4 kg, 물 100~120 kg을 각각 첨가한 배지를 사용하였으며, 중국의 Fujian 지방의 Gutian 지역에서는 목화씨 껍질을 사용하여 톱밥보다는 높은 수량을 나타내었다고 보고한 바와 같이 가장 이상적인 주 배지원료로는 초본류인 콘코브 및 면실피 등이 버섯생육에 유리함을 본 실험을 통해서 확인할 수 있었다.

흰목이버섯 용기내 재배법 배지의 최적 수분함량

T. fuciformis KG 103와 *A. stygium* KG 201을 혼합 배양된 종균을 접종하여 배지수분함량에 따른 생산량을 비교 하였다. 영양생장에 있어서는 수분함량이 다소 낮은 것이 균사 생장이 빨랐으며 수분농도가 높을수록 균사생장이 더디었다. 높은 수분농도에서는 균사생장이 느려서 충분한 균사가 확산되지 않아 배지의 영양분을 충분히 이용하지 못하여 생산량에서 저조함을 관찰할 수 있었다.

Table 5. The comparison of yield of fruiting body on various media.

NO	Oak sawdust	Corn cob	Cotton seed meal	Yield (cm/40day)
1	77	0	0	5.0±1.5
2	52	0	25	7.3±0.5
3	25	0	52	4.5±0.7
4	0	77	0	9.0±2.5
5	0	52	25	8.5±1.2
6	0	25	52	8.0±1.1
7	0	0	77	4.5±0.6
8	25	52	0	8.8±1.1
	52	25	0	7.5±0.8
9	25	0	52	8.1±1.2

Yellow sugar(1%), CaSO₄·2H₂O(1.5%) and MgSO₄·7H₂O(0.5%) were added to each treatment.

Table 6. Effect of moisture content in media on growth fruiting body of *T. fuciformis* KG 103.

(cm / growth)

Strain	Moisture content (%)						
	40	45	50	55	60	65	70
<i>T. fuciformis</i> KG 103 자실체	5.2±1.6	7.4±1.1	8.6±0.8	9.3±2.1	8.9±1.5	6.5±0.6	2.9±0.1



Fig. 1. Artificial cultivation of *Tremella fuciformis* in closed culture bottle

Table 6을 보면 55%에서 140 g/bottle으로 가장 많은 생산량을 관찰할 수 있었다. 톱밥 배지의 수분함량이 40~55%에서 21~22 mm/15 day로 균사생장이 양호하였고 60~75%로 비교적 수분이 많을 경우 균사생장이 저조하였다. Chang(1997)이 보고한 것과 일치하는 결과를 보였다.

Chen과 Hou(1978)에 의하면 배지의 수분은 1차 종균의 경우 건조가 잘되지 않기 때문에 50%, 생육배지는 55~60% 정도로 조절해야하며 이 같은 수분은 흰목이버섯 균사생장에 적합하다고 하였다.

적 요

흰목이버섯 균주와 공생균을 수집하고 ITS 5.8S rDNA sequencing을 하여 유전자 서열을 분석하였다. Gene Bank Data homology search 결과 분리된 균의 rDNA 서열이 이 *Tremella fuciformis* AF042409의 rDNA 서열

과 99% 일치하는 것으로 확인되었다. 그리고 함께 분리된 공생균은 같은 방법으로 *Annulohyphoxylon stygium* 으로 확인하였다. 분리된 *T. fuciformis* KG 103과 *A. stygium* KG 201 균주는 PD배지에서 각각 14 mm/14 days과 85 mm/14 days의 균사생육을 나타내었다. *T. fuciformis* KG 103 균주의 생육최적온도는 25℃ (14mm/14days) 이었으며, 35℃ 고온과 15℃이하 저온에서 균사 생장이 억제되었다. *A. stygium* KG 201은 흰목이버섯균과 유사한 최적온도를 나타내었다. *T. fuciformis* KG 103 균의 생육 최적 pH는 5.0이었으며, *A. stygium* KG 201도 pH 5.0에서 생육이 가장 왕성하였다.

흰목이버섯 종균용 최적 배지로 참나무톱밥 77.5%, 미강 20%, 석고 1.5%, 황백당 1%가 선정되었다. *T. fuciformis* KG 103과 *A. stygium* KG 201 혼합 종균을 제조하고 흰목이버섯 자실체생산을 위한 병속재배 방법을 확립하였다. 콘코브(Corn cob) (77%와 52%)가 사용한 재료 중 최적의 자실체 성장률을 나타냈으며, 콘코브 함량을 줄일수록 생육이 저조하였다. 면실박과 참나무톱밥은 단독 사용시 생육이 저조하였고, 콘코브를 첨가시 수율이 증대되었다. 최적수분농도는 55%로 결정되었다.

감사의 글

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것임

참고문헌

- Bandoni, R.J. 1963. Conjugation in *Tremella mesenterica*. Can. J. Bot. 41:467-474.
- Cheng, P.C.K. 1996. The hypocholesterolemic effect of two edible mushroom: *Auricularia auricular*(tree ear) and *Tremella fuciformis* (White jelly leaf) in hypocholesterolemic rats. Nutrition Research, 16(10):1721-1725
- Chang, H.Y 1997. Artificial cultivation of *Tremella fuciformis* Berk. using associated fungus, *Hypoxylon* sp. PhD Thesis, Gangwon University
- Chen, P.C. and Hou, H.H. 1978. *Tremella fuciformis* in the biology and cultivating of edible mushrooms. Chang, S.T. and Hays, W. A. Eds, Academic press, New York. 6:25.
- Cheng, H.H., How, W.C. and Lu, M.L. 2003. Interactions of lipid metabolism and intestinal physiological with *Tremella fuciformis* Berk. edible mushroom in rats fed a

- high cholesterol diet with or without nebacitin. J. Agric. Food Chem. 50:7438-7443
- Huang, N.L. 1982. Cultivation of *Tremella fuciformis* in Fujian, China, Mushroom News 1. Trop. 2(3):2.
- Huang, N.L. 1986. Cultivation of *Tremella* (in chinese), Promotion of science press. Beijing. 31-104.
- Khan, S.M., Mirza, J.H. and Khan, M.A. 1991. Physiology and cultivation of wood's ear mushroom(*Auricularia polytricha*(Mont.)). Science and cultivation of edible mushroom fungi. 573-578.
- Kiho, T., Tsujimura, Y., Sakushima, M., Usui, S. and Ukai, S. 1994. Polysacchrides in fungi. X X X III. Hypoglycemic activity of on acidic polysaccharide(AC) from *Tremella fuciformis*. Yakugaku zasshi. 114(5):308-315.
- Kim, K.A., Chang, H.Y., Choi, S.W., Yoon, S.W., and Lee, C. 2006. Cytotoxic effects of extracts from *Tremella fuciformis* strain FB001 on the human colon adenocarcinoma cell line DLD-1, Food Sci and Biotechnol. 15(6):889-895
- Lin Z.B., Qin Z.L., Xia H.L., Guan H.C., Jiao K. 1985. Effects of *Tremella* polysaccharides on immunological status and content of cytochrome P-450 in mouse liver homogenates. Zhongguo Yao Li Xue Bao. 6:201-204
- Lowy, B. 1971. Flora neotropica. Monograph No. 6. *Tremellales*, Hafner Pub. Comp. New York. 153-165.
- Ma, L. and Lin, Z.B. 1992. Effect of *Tremella* polysaccharide on IL-2 production by mouse splenocytes. Yao Xue Xue Bao. 27(1):1-4.
- Oh, Y.H., Kim, S.B., Lee, G.W., Kim, H.Y., Shim, M.J., Rho, H.S., Lee, H.S., Lee, M.W., Lee, U., and Lee, T.S. 2006. The immunomodulatory and antitumor effects of crude polysaccharides extrated from *Tremella fuciformis* Berk. The korean journal of Mycology. 24(2):105-111.
- Quimio, T.H. 1981. Philippines *Auricularia*; Taxonomy nutrition and cultivation, Mush. Sci. 2:685-687.
- Sawada, K. 1942. *Tremella fuciformis* Berk. Descriptive catalogue of Taiwan(Formosan) fungi. 7:67-69.
- Tadashi K., Yumiko T., Miho S., Shigeyuki U. and Shigeo U. 1994. Polysaccharides in fungi X X X III . Hypoglycemic activity of an acidic polysaccharides(AS) from *Tremella fuciformis*. Yakugaku Zasshi. 114:308-315.
- Ting, H. G. 1987. High yield technique for cultivation of *Tremella* in cotton seed hulls in bag culture. Edible Fungi (in chinese). 3:17-21
- Ukai S., Hirose, K., Kiho, T., Hara, C. and Irikura, T. 1972. Antitumor activity on sarcoma 180 of the polysaccharides from *Tremella fuciformis* Berk. Chem Pharm Bull (Tokyo). 20(10):2293-2294.
- Yun, F.S., Chiu, P.M., Zhang, H.S. and Zhang, K.F. 1987. Isolation of *Tremella aurantia* Schw. ex Fr. and its physiological characteristics, (in chinese). Publication of the Shanxi Biological Research Institute, Taiwan, Shanxi Province, China.