

흰갈대기버섯의 배양적 특성 및 인공재배에 관한 연구

김민경¹, 김동욱², 강희원³, 서건식^{1*}

¹한국농수산대학, ²케이머쉬, ³한경대학교

Cultural Characteristics and Artificial Cultivation of Edible Mushroom, *Clitocybe maxima*

M. K. Kim¹, D. U. Kim², H. W. Kang³ and G. S. Seo^{1*}

¹Korea National College of Agriculture and Fisheries, 1515, Kongjwipatjwi-ro, Wansan-gu, Jeonju-si, Jeollabuk-do, 54874, Korea

²K-Mush, #904 aT Center, 27, Gangnam-daero, Seocho-gu, Seoul, 06774, Korea

³HanKyong National University, 327 chuungang-ro, Anseong-si, Kyonggi-do, 17579, Korea

Abstract

A edible mushroom, *Clitocybe maxima* (*Lentinus giganteus*) commercially cultivated in China and Taiwan. However, the researches of cultivation and cultural characteristics were not reported in Korea. In this study, we conducted on cultural characteristics and artificial cultivation of *C. maxima*. Six isolates were collected from China(3 isolates, commercial strain), Taiwan(1 isolate, commercial strain) and Korea(2 isolates, wild type). *C. maxima* and *L. giganteus* collected in China and Taiwan, respectively, are the same in China and are estimated to be of the same species as cultured characteristics. The mycelial growth of the collected strains was not significantly different in agar medium but it showed the best growth in YPMG in liquid culture. Optimum temperature for mycelial growth and induction of fruit body were 25°C and 30°C, respectively. In order to artificial cultivation of *C. maxima*, cultural characteristics and artificial cultivation were carried out using agricultural by-products and forestry by-products materials. Mycelial growth was suitable in rice straw, cottonwood sawdust, corncob and rice seed medium, and it was selected as a cultivation medium. The suitable medium for artificial cultivation of *C. maxima* was selected to mixed medium 2(compounding ratio(v/v): 55% of hardwood sawdust, 5% of cottonseed pellets, 10% of cottonseed, 15% of beet pulp, 15% of swollen rice husks). It took about 30 days to be able to harvest, it was faster than oyster mushrooms. The cultivation period was about 30days. A isolate, CMA-002 was not initiation to fruit body primordiuma on the used cultivation substrate. Other 5 isolates were initiate and development to fruit body on the substrate used in this study.

The strain CMA-003 was initiated to be fruiting body by 8~10 days after induction of fruiting body in all of the substrates. Isolate CMA-003 was generate to a bundle fruit body. Other isolates, however, were form fruit body individually. The CMA-003 strain was likely highly recommendable strains for farming. The optimum conditions for the induction and growth of *C. maxima* fruit body were 25~30°C, 8 hr illumination per day with white fluorescent lamp, 90~95% relative humidity, and 1,500 ppm of CO₂ concentration in a cultivation room.

Key words : *Clitocybe maxima*, *Lentinus giganteus*, Cultural characteristics, Cultivation conditions, Substrate

* 교신저자 한국농수산대학 g-s-seo@af.ac.kr

I. 서론

흰갈대기버섯(*Clitocybe maxima*)은 송이과(Tricholomataceae)에 속하는 버섯으로 여름에서 가을에 걸쳐 참나무림 혹은 혼합림내의 낙엽이 많은 곳에 주로 발생한다. 중국에서는 大杯蕈(Dà bēi xùn) 혹은 大杯伞(Dà bēi sǎn)으로 불리며, 속명(俗名)으로 笋菇(Sǔn gū)、猪肚菇(Zhū dù gū)、大漏斗菇(Dà lòudǒu gū)등으로 알려져 있고 영양이 풍부하고 기능성이 탁월한 인공재배 버섯으로 보급하고 있다. 또 다른 학명으로 *Lentinus giganteus*(대향고)으로도 알려져 있다. 자실체의 직경은 5~23cm이며, 어릴 때는 평판구형이나 후에 거의 편평형에 가깝게 되며 중앙이 아래쪽으로 오목형, 갈대기 또는 사발형을 이룬다. 갓 표면에는 백색인편이 있으며, 갓의 가장자리에는 분명하거나 불분명한 조문이 있다. 조직은 백색이고, 주름상은 백색에서 옅은 황백색으로 길이도 균일치 않다. 대의 길이는 5~23cm, 직경 1~2.5cm로 원주형이고 속은 차있다(Joseph, 2007; Lee *et al.*, 2008).

흰갈대기버섯은 톱밥, 면자각, 폐면, 볏짚, 등의 임산 및 농산 부산물로 재배가 가능하며(<http://www.chinamushroom.cc/>; Peng-Zhi Hua *et al.*, 1994; Howard, 1970), 균사생장 가능 온도는 15~30°C이고, 25°C 전후가 최적으로 알려져 있다. 자실체 분화 및 생육 가능 온도는 23~32°C로 고온성버섯이다. 또한 흰갈대기버섯의 자실체의 단백질함량은 13.7~18.5%로 현재 재배되고 있는 표고, 양송이, 느타리류 보다는 다소 낮으나, 16종류로 구성된 아미노산은 14~22%로 이중 필수 아미노산(특히 methionine)의 구성비가 43%로 매우 높은 것으로 보고되어 있으며(Peng-Zhi Hua *et al.*, 1994; Acta-Agriculturae-Zhejiangensis), 식용으로 충분한 가치가 있는 것으로 판단된다.

주로 중국 남부지역에서 생산, 시판되고 있는

흰갈대기버섯은 1999년 이후 인공재배 되기 시작했으며, 5월에서 8월 사이 발생하는 고온성의 버섯이고, 필수아미노산과 유익한 미네랄(cobalt, molybdenum, zinc 등)을 함유한다고 알려져 있으나, 그 성분이나 재배법에 대해서 국내에 알려진 바 없다. 흰갈대기버섯의 안정적인 재배법을 개발 보급하면 국내의 버섯산업 저변을 확대할 수 있고 다양한 육구의 소비자의 입맛을 충족시킬 수 있으며 새로운 농가 소득원으로 개발할 수 있을 것으로 판단되며, 또 농가소득 증대에 충분히 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

한편 우리나라의 버섯재배는 전통적으로 원목재배로 버섯을 생산한 표고버섯 이외에는 균상재배와 병재배 및 봉지재배 방법으로 느타리, 큰느타리, 팽이, 양송이를 생산하고 있다. 표고버섯은 2000년대 중반 이후 톱밥 봉지재배법이 보급되면서 2009년에는 44,675톤이 생산되었으나 그 이후 매년 감소하여 2014년에는 25,350톤이 생산되었다. 그러나 2015년부터 2017년까지는 생산량이 약간 증가하여 매년 30,000톤 내외가 생산되고 있다(농업전망 2018). 1980년대 중반 팽이버섯의 자동화 시설재배가 시작된 이래 자동화 시설재배법으로 생산하는 느타리, 새송이, 팽이의 생산량이 급증하여 2016년도에는 각각 58.8천톤, 48.6천톤, 38.1천톤이 생산되었고, 아직도 재배기술과 시설이 열악한 양송이버섯의 경우 10.2천톤, 기타 버섯이 6.7천톤이 생산되어 농산버섯 총 생산량은 162.3천톤이다(농업전망 2018).

최근에는 이들 양송이를 포함하는 농산버섯의 자급률이 103.3%에 달하고 있어 가격하락으로 재배농가가 어려움을 겪고 있다(농업전망 2018). 버섯 재배농가에서는 이러한 버섯가격의 하락에 따른 소득 감소를 극복하기 위하여 만가닥버섯, 잎새버섯 등의 재배도 시도하고 있으나 시장 확대에 어려움이 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 중국 등지에서 봉지재배법으로 균을 배양하여 복토를 한 후 버섯을 발생

Table 1. List of *Clitocybe maxima* and related species used for this study

Isolate No.	Scientific Name	Source
CMA-001	<i>Clitocybe maxima</i>	Commercial fruit body, Sanghai, China(050905) ¹⁾
CMA-002	<i>Clitocybe maxima</i>	MKACC 52543, China
CMA-003	<i>Clitocybe maxima</i>	MKACC 53270, Korea
CMA-004	<i>Clitocybe maxima</i>	Wild fruit body, Incheon City Univ., Korea(060710)
LGI-001	<i>Clitocybe maxima</i>	Commercial fruit body, Taipei(060626), <i>Lentinus giganteus</i>
LGI-002	<i>Clitocybe maxima</i>	Commercial fruit body, China(070421), <i>Lentinus giganteus</i>

¹⁾Numbers in parenthesis indicate collected day of fruit body.

시키는 재배 방식을 취하고 있는 흰갈대기버섯을 국내에서 자동화 시설재배로 과잉 공급되고 있는 느타리버섯과 큰느타리버섯 재배방식으로 재배하여 보급한다면 인공재배버섯의 다양화와 과잉 생산되고 있는 병재배 버섯의 안정화를 기할 수 있을 것으로 기대되어 배양적 특성 조사와 함께 느타리버섯 병재배 방식으로 인공재배를 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 흰갈대기버섯의 유전자원 수집

본 연구와 관련하여 흰갈대기버섯의 유전자원은 중국과 대만에서 인공재배하고 있는 버섯을 수집하여 항생제가 첨가된 PDA배지를 이용하여 조직분리 방법으로 분리하여 공시하였고, 국내에서는 농촌진흥청 농업과학기술원에서 야생버섯에서 조직 분리한 2균주와 인천대학교에서 1균주를 분양받아 본 실험에 공시하였다(Table 1).

2. 흰갈대기버섯의 배양적 특성 조사

가. 배양적 특성 조사

공시버섯 균주 배양을 위한 최적의 한천배지를 선별과 산업에 응용할 수 있는 값싼 배지 재료를 개발하기 위하여 Table 2와 같이 시판용 배지

[PD(potato dextrose), MG(malt-glucose), CM(complete media), MYP(malt-yeast-peptone), SY(sucrose-yeast), YPMG(yeast-peptone-malt-glucose)]와 미강(rice bran), 밀기울(wheat bran), 대두박(soybean meal) 등 농산부산물을 이용하여 한천배지와 액체배지를 제조하였으며 25°C에서 10일간 배양한 후 균사생장량을 측정하였다.

공시버섯 균주의 최적배양 온도를 구명하기 위하여 PDA배지에 공시균주를 접종한 후 15°C, 20°C, 25°C, 30°C 그리고 35°C로 조절된 항온기에서 12일간 배양하여 균사 생장을 조사하였다. 한편, 자실체 형성을 유도하기 위하여 PDA배지에 접종한 후 각각의 온도에서 30일간 배양하여 자실체 형성여부를 조사하였으며, 한편으로는 25°C에서 10일간 균사 생장을 시킨 후에 각각의 온도로 옮겨 자실체를 유도하여 자실체 유도 최적 온도를 조사하였다.

공시균주의 배양 최적 pH를 조사하기 위하여 PD broth를 1N NaOH와 1N HCl로 pH를 4.0부터 8.0까지 조절한 후 공시균주를 접종하여 25±1°C 온도에서 10일간 정지배양한 후 여과하여 균사체의 건조 중량을 조사하였다.

광 조사가 공시버섯 균주의 균사 생장에 미치는 영향을 구명하기 위하여 PDA배지에 CMA-001 균주와 LGI-001 균주를 접종하여 25±1°C 온도에서 백색형광등으로 광도를 약 1,000Lux로 조절한 다음 매일 8시간, 16시간 그리고 24시간 주기로 광을 조사하면서 10일간 배양하였다.

Table 2. Mycelial culture media for *Clitocybe maxima*

	PD	MG	CM	MYP	SY	YPMG	SB	RB	WB	LY
Glucose		20g	20g			10g				
K ₂ HPO ₄			1g							
KH ₂ PO ₄			0.46g		1g		1g	1g	1g	1g
Malt extract		5g		30g						
Meat extract						3g				
MgSO ₄ · 7H ₂ O			0.5g		1g		0.5g	0.5g	0.5g	0.5g
Potato dextrose broth	24g									
Peptone			2g	1g		5g				
Sucrose					30g					
Yeast extract			2g	2g	3g	3g				
Soybean flour							3g			
Rice bran								3g		
Wheat bran									3g	
Feed										3g
Brown sugar							3g	3g	3g	3g
Agar										2%

나. 종균 및 인공재배용의 최적의 배지 재료 및 수분함량 조사

인공재배용 배지와 종균용 배지를 선발하기 위하여 참나무, 미루나무, 미송톱밥과 면실박, 볏짚, 콘코브 등을 주재료로 하고 미강을 영양원으로 첨가한 배지와 느타리버섯 재배용 배지인 532배지(미송50%, 비트펠프30%, 면실박20%)와 농가에서 느타리재배에 이용하고 있는 농가의 배지를 이용하여 배지를 조제한 후에 공시균주를 접종하여 균사 생장을 조사하였다. 모든 배지의 수분함량은 65%로 조절하였다. 그리고 적합한 영양원의 배합비율을 알아보기 위하여 미루나무 톱밥을 주재료로 하고 미강과 밀기울을 각각 10, 20, 30%(v/v)로 조절하고 수분을 65%로 조절한 후 고압 살균하여 배지를 조제한 후 공시균주를 접종하여 25°C에서 20일간 배양한 후 균사 생장을 조사하여 최적의 영양원을 선발하였다.

균사 생장을 위한 최적의 배지수분함량은 미루나무 톱밥을 주재료로 하고 미강을 20%(v/v)로 첨가하여 수분을 50, 60, 70, 그리고 80%로 조절한 후 고압 살균하여 배지를 조제한 후 공시균

주를 접종하여 25°C에서 20일간 배양한 후 균사 생장을 조사하였다.

3. 흰갈대기버섯의 최적 인공재배용 배지 및 재배 환경 조사

가. 배지의 종류에 따른 자실체 형성 및 품질 조사

인공재배용 최적배지 조성을 조사하기 위하여 공시균주를 느타리 재배농가에서 일반적으로 사용하고 있는 폐면배지 등 7종류의 버섯재배용 배지에 접종하여 25±1°C의 배양실에서 20일간 배양한 후 균굵기를 실시한 처리구와 균굵기를 실시하지 않은 처리구를 두고, 백색형광등으로 8시간/1일 광을 조사하면서 공중 습도를 95%로 가습한 생육실에서 자실체 발생 및 자실체 생육을 조사하였다.

자실체 발생 및 생육을 조사하기 위하여 일반적으로 느타리 재배농가에서 사용하고 있는 폐면배지 등 7종류의 배지를 공시하였으며 폐면배지는 수분함량 70%로 조절한 폐면을 55°C에서 2일

간 발효시킨 후 850mL P.P. 병에 입병한 후 고압 증기멸균하여 사용하였고, 그 외의 배지는 느타리 버섯 및 팽이버섯 농가에서 사용하는 배지 비율로 조제하여 수분함량을 폐면배지와 동일하게 조성한 후 입병하여 고압 증기멸균 한 후 사용하였다.

한편 배지의 수분 함량이 자실체 발생에 미치는 영향을 조사하기 위하여 혼합배지 2의 수분함량을 50, 60, 70, 그리고 80%로 조절한 배지에 공시균주를 접종하여 25°C에서 20일간 배양한 후 자실체 발생 유도 및 생육을 실시하여 배지의 최적 수분함량을 조사하였다.

Table 3. Substrate preparation for artificial cultivation of *Clitocybe maxima* Unit : %(v/v)

	Quercus	Popular	532	Farm medium 1	Farm medium 2	Farm medium 3
Quercus sawdust	80					
Popular sawdust		80				
Douglas sawdust			50			
Broudleaves tree sawdust				10	55	10
Rice bran	20	20				35
Corn cob				30		35
Cotton seed meal			20	10	10	
Beet pulp			30		15	
Peanut hull				25		
Beet						15
Maize germ				25		
Swollen rice husk					15	
the others					5	5

Ⅲ. 결과 및 고찰

나. 자실체 유도 및 생육관리에 적합한 환경 조건 조사

자실체 유도 및 생육에 미치는 환경 조건을 조사하기 위하여 혼합배지 2에 공시균주를 접종하여 25±1°C에서 20일간 균사배양을 시킨 후 15°C, 20°C, 25°C, 30°C 그리고 35°C로 조절된 항온기에서 20일간 배양하면서 자실체 발생 및 생육 최적 온도를 조사하였다. 또 백색형광등으로 광도를 약 1,000Lux로 조절한 다음 매일 8시간, 16시간 그리고 24시간 주기로 광을 조사하면서 자실체 발생 및 생육을 위한 광 조건을 조사하였다.

1. 공시균주의 배양적 특성

공시버섯 균주 배양을 위한 최적 배지를 선별하기 위하여 Table 2와 같이 10종의 배지를 한천 및 액체배지로 조제하여 *C. maxima*인 CMA-001 균주를 접종한 후 25±1°C, 10일 동안 배양하면서 균사 생장을 조사한 결과는 Table 4와 같다.

한천배지에서의 흰갈대기버섯의 균사생장은 배지의 종류에 따라 큰 차이가 없었으나 액체 배양의 경우에는 YPMG 배지(88mg)에서 다른 배지에 서보다 2배 이상의 균사생장을 보였다. 그러나 YPMG 배지는 PDA와 같은 합성배지로 배지를

조성하기 위해 소요되는 비용도 비싸고, 일반 농가에서 쉽게 구하기 힘들다는 단점이 있다. 화학 합성배지보다 쉽게 제조가 가능한 SB(대두박배지), RB(미강추출배지), WB(호밀추출배지) 등의 곡물 혹은 농업부산물 배지를 이용한 배지에서의 균사 생장도 YPMG를 제외한 배지와 비교하여 저조하지 않아 농업 혹은 산업에 이용할 시에는 곡류를 이용한 종균을 제조하는 것이 경제적으로 유리할 것으로 사료되었다. 특히 미강을 추출하여 제조한 배지는 이들 곡물 혹은 농산부산물로 제조한 배지 중 가장 양호한 균사생장을 보였고 쉽게 구할 수 있기 때문에 산업에 즉시 이용 가능할 것으로 판단된다.

배양 온도가 흰갈대기버섯균의 균사생장에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 5와 같다. 공시한 흰갈대기버섯 균주(*C. maxima*)를 접종하여 10일간 배양한 결과 25°C에서 평균 55mm로 가장 양호한 균사 생장을 보였으나, LGI-001균주는 30°C에서 59.3mm로 가장 좋은 균사 생장을 보였다. 이는 중국의 저두고 재배방법 특허(王超, 2012)에 제시한 적정 균사 배양온도인 26~28°C와 Kumla 등(2013)이 보고한 *Pleurotus giganteus*의 균사 생장온도 25~30°C에도 부합되는 결과이다. 공시한 모든 균주는 35°C에서 균사생장이 불가능하였고, 15°C와 20°C에서는 균사생장이 저조하였다(Table 5).

Table 4. Mycelial growth at the agar and liquid media for strain CMA-001, *Clitocybe maxima*

Media	Solid culture		Liquid culture
	Mycelial growth(mm)	Aerial mycelia	Weight (mg)
PD	34.5±3.3	+++	25±2
MG	31.8±6.4	+	9±3
CM	38.8±2.3	+++	38±3
MYP	40.5±2.7	+++	40±4
SY	32.6±3.7	+	18±3
YPMG	40.2±2.5	+++	88±6
SB	31.4±3.5	++	35±2
RB	36.6±3.8	++	46±3
WB	36.7±3.2	++	30±3
LY	32.7±2.2	++	32±2
Average	32.0±3.3		36.1±3

Table 5. Mycelial growth at the variety temperature of *C. maxima*

	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C
CMA-001	11.3±0.5	31.7±2.5	59.7±6.4	52.5±4.2	0
CMA-002	10.8±1.8	35.8±3.5	59.7±6.5	47.2±4.1	0
CMA-003	11.0±1.0	33.3±4.9	47.0±6.2	45.0±2.6	0
CMA-004	10.8±1.0	31.0±3.6	52.5±2.9	48.0±3.8	0
LGI-001	10.5±0.9	35.0±1.6	54.7±6.8	59.3±1.3	0

흰갈대기버섯의 균사생장에 적합한 pH를 조사한 결과(Table 6) pH의 변화에 따라 균사생장량의 큰 차이는 없었으나 pH6-7사이의 중성부근의 pH에서 균사생장이 양호하였고 산성부위보다는 알칼리성의 배지에서 균사생장이 양호하였다. 균사배양 후의 pH는 산성으로 변하지 않고 오히려 알칼리성으로 변하는 것으로 측정되었다. 이는 느타리버섯균과 같은 목재부후성 버섯균이 배양 후

oxalate 등과 같은 유기산의 축적으로 pH가 산성으로 변하는 것과는 달리 pH의 변화가 거의 없거나 알칼리성으로 변하는 것을 보아 목재부후성 균과는 다르게 영양원 이용하거나 유기산 등을 그다지 분비하지 않는 것으로 추정할 수 있다. 중국(2006)에서는 균사생장에 최적 pH5.0-5.5, 톱밥배지는 살균 후, pH5.1-6.4로 보고된 바 있다.

Table 6. Effect of initial pH on mycelial growth of *C. maxima*

pH Isolate No.	4	5	6	7	8
CMA-001	64±18 ¹⁾	96±12	110± 5	108±20	89±11
CMA-002	154±18	119±20	176±19	158±32	114±24
CMA-003	165±22	170±49	210±22	200±25	179±10
CMA-004	51±23	65±21	158±18	147±29	102±50
LGI-001	126±15	123±25	185±19	156±18	110±10

¹⁾Mycelial weight unit: mg

일반적으로 광은 담자균류의 균사 생장을 억제하는 것으로 알려져 있고, 광은 또한 영양생장에서 생식생장으로 전환하는데 중요한 환경요인이 된다. 양송이 등 일부 버섯을 제외하고 대부분의 담자균류는 자실체를 형성하는데 광이 필수적으로 작용한다.

버섯을 발생시키기 위한 환경요인 중, 광에 민감한 버섯 균주는 보통 균사생장 억제가 심하게 나타나는 경향이 있는데 흰갈대기버섯 균주는 모두 광을 조사함에 따라 균사 생장 억제가 두드러지게 나타났다. 또, 24시간 연속광을 조사한 결

과, CMA-001 균주의 경우 암상태(61.0mm/10 days)에서 배양한 경우보다 약 1/2 정도의 균사 생장을 보여 광에 의해 심하게 억제 받은 것이 확인되었다(Table 7). 또한 Fig. 1과 같이 광조사에 의해 균사생장뿐 아니라 균사체의 밀집도에도 영향을 미쳤다. 따라서 이 흰갈대기버섯균주도 균사 배양 중에는 광이 필요치 않다. Fig. 2와 같이 PDA 배지에서 30일간 광을 조사하여 배양하였을 때, 자실체 유도 및 형성이 가능함을 확인하였다. 버섯을 발생 시키거나 발생을 촉진시키기 위해서는 광의 조사가 필수적인 것으로 추정할 수 있다.

Table 7. Effect of light on mycelial growth of *C. maxima*

	24hr dark	8hr light - 16hr dark	16hr light - 8hr dark	24hr light
CMA-001	61.0±1.7	54.3±0.6	36.0±1.7	33.0±1.0
LGI-001	65.5±0.7	55.5±0.7	37.7±1.5	28.0±1.0

¹⁾Mycelial growth unit : mm/10days

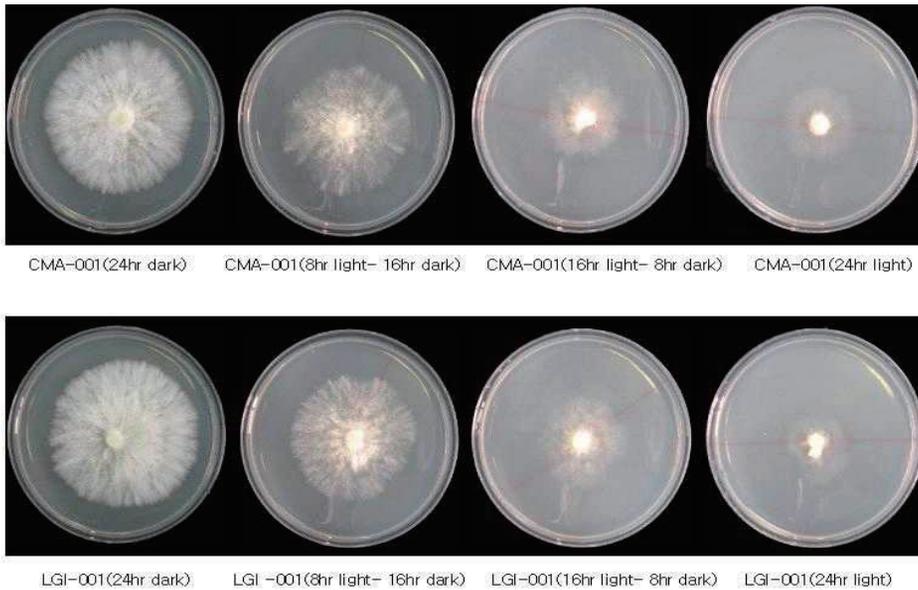


Fig. 1. Mycelial growth of *C. maxima* by illumination with fluorescent lamp

2. 흰갈대기버섯의 인공재배

인공재배용 배지와 종균용 배지를 선별하기 위하여 Table 3과 같이 제조한 배지에 공시균주를 접종하여 균사생장을 조사한 결과는 Table 8과 같다.

공시한 톱밥 중에서는 미루나무 톱밥에서 균사생장이 가장 좋았고 미송톱밥에서도 균사생장은 양호하였으나 참나무 톱밥 배지에서는 균사생장이 미루나무와 미송톱밥에 비하여 균사생장이 저조하였다. 따라서 흰갈대기버섯 균주의 종균용 배지는 미루나무톱밥이 가장 적당한 것으로 밝혀졌다.

Table 8. Effect of cultivating substrate on the mycelial growth of *C. maxima*

	CMA-001	CMA-002	CMA-003	CMA-004	LGI-001
Chamnamu(80%)+rice bran(20%)	58.3±11.5	61.7±5.8	80.7±4.0	76.6±0.6	63.0±1.7
Mirunamu(80%)+rice bran(20%)	113.3±10.4	95.3±9.5	109.7±4.2	110.0±10.0	103.3±5.8
Misong(80%)+rice bran(20%)	82.0±8.5	84.7±9.9	86.3±3.5	86.7±5.8	81.0±1.7
Cottonseed meal(80%)+rice bran(20%)	-	33.5±16.3	-	-	-
Cotton waste(80%)+rice bran(20%)	40.5±6.4	23.0±3.6	42.3±6.4	38.3±7.6	32.3±17.5
Corncoobs(80%)+rice bran(20%)	103.3±5.8	75.7±2.1	95.7±1.2	103.3±10.4	90.0±5.0
Kangchamnamu(80%)+rice bran(20%)	83.3±7.6	87.0±2.6	94.3±1.2	83.3±2.9	83.3±5.8
532 medium	70.7±1.2	67.3±2.5	80.7±4.0	70.7±1.2	69.7±2.5
Farm medium(Hwasung 1)	75.0±7.1	-	7.5±3.5	40.0±0.0	72.5±38.9
Farm medium(Hwasung 2)	88.3±7.6	70.0±17.3	113.3±12.6	95.0±8.7	105.0±5.0
Rice straw medium	123.3±2.3	114.0±5.3	118.3±7.6	116.7±5.8	115.0±5.0

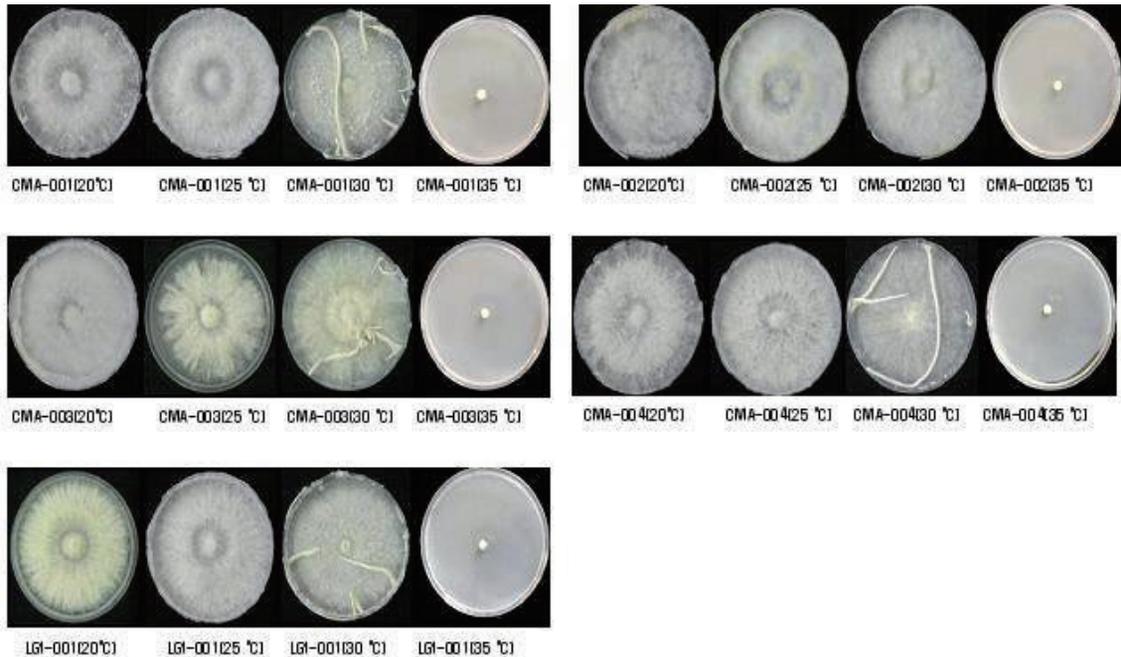


Fig. 2. Effect of light on the fruit body formation of *C. maxima* (in vitro).

한편 흰갈대기버섯 재배용 배지를 선발하기 위하여 공시한 배지에서는 면실박은 CMA-002 (33.5±16.3mm)를 제외하고 균사 생장이 아주 저조하여 재배용 배지재료로는 적합하지 않은 것으로 보이며, 콘코브와 벚짚에서 균사생장이 양호하여 부생균의 특징을 잘 보여주었다.

한편 느타리 재배용 배지인 532배지와 농가(화성 2)의 느타리버섯 재배용 배지에서도 균사생장이 양호하여 흰갈대기버섯 재배용 배지로 선발이 가능하였다.

재배용 배지로 적합성 여부를 판단하기 위해, 공시균주의 균사 생장은 폐면배지에서 균사생장이 가장 빨라 종균 접종 후 15일 후에는 재배용 병에 균사가 만연하였고 폐면배지, 혼합배지 2, 미루나무톱밥배지, 532배지, 참나무톱밥배지, 혼합배지1, 혼합배지3 순으로 균사생장이 빨랐다. 가장 늦게 균사 생장이 완성된 혼합배지 3도 종균 접종 후 20일 후에는 배지 전체에 균사가 만연하여 생육실에서 자실체 유도과 생육을 실시하

였다(Table 9와 Table 10).

공시한 흰갈대기버섯 6균주 중 CMA-002 균주는 공시한 모든 배지에서 자실체가 발생하지 않았고 CMA-003 균주는 공시한 모든 배지에서 자실체유도 처리 8~10일 후에는 자실체 원기가 형성되었다. CMA-003 균주를 제외하면 532배지, 참나무톱밥배지, 혼합배지 1, 혼합배지 3에서는 자실체유도 처리 20일까지도 자실체 원기가 형성되지 않아 이들 배지는 흰갈대기버섯 재배에 부적합한 것으로 사료된다.

폐면배지에서 CMA-002와 CMA-003 균주를 제외한 균주는 모두 배양실에서 20일 배양하는 동안에 모두 자실체 원기가 형성되어 흰갈대기버섯 인공재배용 배지로는 폐면이 가장 적합한 것으로 밝혀졌다.

공시배지에서 CMA-003 균주는 다발성 발이를 하였으나 CMA-001, CMA-004, LGI-001, LGI-002 균주는 모두 개체 발이하는 특징을 보였다. 자실체 원기 발생 후 6~17일 정도 생육으로 자

Table 9. Effect of cultivating substrate on the primordial development of *C. maxima*

	CMA-001		CMA-002		CMA-003		CMA-004		LGI-001		LGI-002	
	1st flush	Matured fruiting										
Cotton waste	2*	11	-	-	8	8	1	10	2	9	1	
532 medium	-	-	-	-	8	8	-	-	-	-	-	-
Chamnamu(80%)+rice bran(20%)	-	-	-	-	8	6	16		-	-	-	-
Mirunamu(80%)+rice bran(20%)	17	-	-	-	8	6	13		-	-	-	-
Farm medium 1	17	-	-	-	9	10	-	-	-	-	-	-
Farm medium 2	10	12	-	-	8	7	14	15	14	20	13	20
Farm medium 3	-	-	-	-	10	12	16		-	-	-	-

실체를 수확할 수 있었으나 LGI-002 균주는 원기 발생 후 20일 후에도 자실체 원기 수준을 벗어나지 못하였다.

다발성으로 자실체를 발생한 CMA-003 균주는 폐면배지에서 15일 배양, 15일 자실체 유도 및 생육으로 총 재배기간이 30일 이내로 자실체를 수확할 수 있어 재배기간이 40여일 소요되는 느타리보다 10여일 빠르게 자실체를 수확할 수 있었다.

한편 공시한 7개의 배지 중 532배지와 혼합배지 3은 모두 정상적으로 자실체 원기가 형성되지 않고 산호모양의 비정형 자실체를 형성하여 영양원의 균형이 적합하지 않은 것으로 사료되며 추

후 원인 구명을 위한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

한편 정상적으로 생육한 자실체를 수확하여 자실체의 크기를 조사한 결과 Table 10 및 Fig. 3과 같이 CMA-003 균주의 갓 직경은 미루나무 톱밥에서 생장한 자실체가 45.6 45.6±19.5mm로 가장 크고, 대길이와 대의 굵기 역시 미루나무 톱밥배지에서 각각 61.7±17.3mm와 8.6±4.1mm로 가장 길고 굵게 형성되었다. 폐면배지에서 수확한 CMA- 001, CMA-003, CMA-004 균주 중에서는 CMA- 001 균주와 CMA-004 균주의 갓이 약 100mm 내외로 대형이었으며 대길이와 굵기는 CMA-004균주가 길고 굵은 형질을 가지고 있는

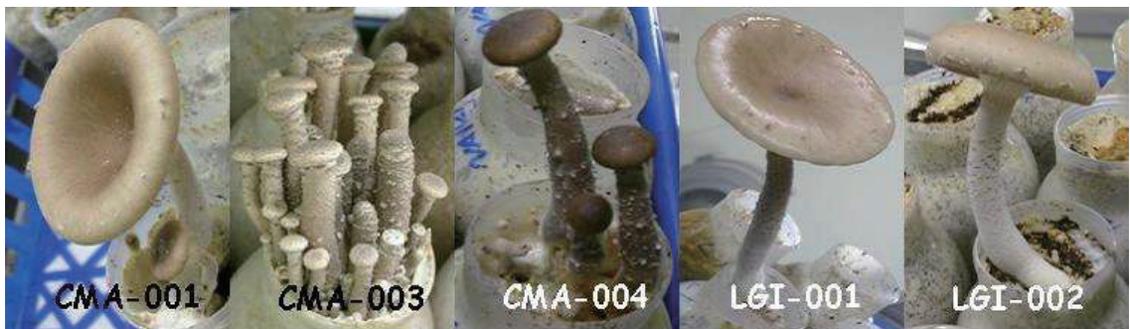


Fig. 3. Fruit bodies of *C. maxima* cultivated on the bottle cultivation

Table 10. The size of fruit body generated from the various substrate of *C. maxima*

		CMA-001		CMA-003		CMA-004		
		Ave.	Min.~Max.	Ave.	Min.~Max.	Ave.	Min.~Max.	
Cotton waste	Phileus (mm)	118.0±68.9	41~174	42.1±21.9	13~114	88.1±27.9	55~135	
	Stipe	length	70.7±28.7	40~97	49.7±18.4	25~81	84.7±16.9	57~100
		thickness	10.3±6.0	4~16	5.8±2.3	2~11	10.1±2.7	6~15
532 medium	Phileus (mm)	-	-	42.6±19.0	11~97	-	-	
	Stipe	length	-	-	59.7±15.2	39~104	-	-
		thickness	-	-	8.3±2.8	4~15	-	-
Chamnamu(80%) + rice bran(20%)	Phileus (mm)	-	-	32.4±15.6	8~66	122.0±20.8	107~146	
	Stipe	length	-	-	53.3±17.0	15~92	120.2±19.6	107~143
		thickness	-	-	5.8±3.0	4~13	18.8±3.3	15~22
Mirunamu(80%) +rice bran(20%)	Phileus (mm)	130	-	45.6±19.5	11~95	-	-	
	Stipe	length	170	-	61.7±17.3	20~93	-	-
		thickness	20	-	8.6±4.1	2~19	-	-
Farm medium 2	Phileus (mm)	106.3±28.5	57~138	42.3±14.3	11~75	120.8±40.4	37~175	
	Stipe	length	95.4±32.0	46~155	57.6±17.2	33~82	115.0±26.5	69~155
		thickness	13.3±3.7	5~18.6	8.6±3.1	3~15	14.0±3.0	7~16

Table 11. Effect of cultivating substrate on the yield of *C. maxima*

	CMA-001		CMA-003		CMA-004		LGI-001	
	No. of Primordia /bottle	Yeild (g)						
Cotton waste	6.0±2.8	61.6	10.7±5.1	60.9	11.5±5.5	53.5	56	105
532 medium	-	-	36.7±9.1	140.8	-	-	-	-
Chamnamu(80%)+ rice bran(20%)	-	-	39.0±24.9	130.0	3.0±2.8	109.1	-	-
Mirunamu(80%)+ rice bran(20%)	-	-	34.6±21.4	122.2	3.0±1.7	-	-	-
Farm medium 2	2.2±1.2	108.8	27.2±12.5	55.8	4.1±2.3	53.4	3.7±2.6	53.3

것으로 밝혀졌다.

병 재배법으로 재배한 결과 CMA-003 균주를 제외한 CMA-001, CMA-004, LGI-001 균주는 개체 발이하는 특성을 보였으며 발이된 자실체 원기 중 1~3개의 자실체만 정상적으로 성장하여 수확이 가능하였다. LGI-001 균주는 대형으로 자실체 1개가 10g을 초과할 정도로 매우 대형의 자

실체를 형성하였고 CMA-001 균주와 CMA-004 균주는 각각 47.3g과 54g 정도의 자실체를 형성하였다. CMA-003 균주는 참나무톱밥배지에서 발이개체수가 평균 39개로 가장 많았고 수확율도 60%를 넘어 자실체 1개당 중량은 매우 가벼웠으나 미루나무 톱밥배지에서는 수확률이 18% 정도로 자실체 1개당 중량도 19g을 넘어 배지의 종류

에 따라 소비자가 원하는 형태의 자실체를 생산 가능할 것으로 사료된다(Table 11).

IV. 적요

흰갈대기버섯(*Clitocybe maxima*) 총 6균주를 한국, 중국, 대만에서 수집 확보하였으며, 중국과 대만에서 각각 수집한 *C. maxima*와 *L. giganteus*는 중국명이 동일하고 배양적 특성 결과 동일종으로 판단되었다.

수집된 흰갈대기버섯 균주의 균사생장은 한천 배지에서는 큰 차이가 없었으나 액체배양에서는 YPMG에서 가장 좋았다. 또한 균사생장 최적온도는 25°C, 자실체 유도 최적온도는 30°C로 밝혀졌으며 균사생장 최적 pH는 6.0-8.0으로 밝혀졌다.

흰갈대기버섯을 인공재배하기 위하여 농산부산물 및 임업부산물을 이용하여 배양적 특성 및 인공재배를 실시하였으며, 볏짚, 미루나무톱밥, 콘코브, 미송배지에서 균사 생장이 양호하여 이를 재배용 배지 재료로 선발하였다. 공시균주를 접종한 7 종류의 배지에서 균사생장 속도는 폐면, 혼합배지2, 미루나무톱밥 순으로 균사 생장이 양호하였다.

흰갈대기버섯을 인공재배하기에 가장 적합한 배지는 혼합배지2(배합비 : 활엽수톱밥 55%, 면실피펄렛 5%, 면실박 10%, 비트펄프 15%, 팽연왕겨 15%)이며, 배양에서부터 수확까지 30여일 소요되어 느타리버섯보다 빠른 수확이 가능하였다.

CMA-003 균주는 공시된 모든 배지에서 자실체 유도처리 8~10일 후 자실체 원기 형성되었고, CMA-003 균주는 다발성 발이를, 그 외의 균주들은 개체발이를 보이며, 원기 발생 후 7~17일 생육으로 자실체 수확 할 수 있었다.

다발성인 CMA-003 균주의 대길이, 갯직경과 개체중량은 개체 발이하는 다른 균주들보다 작았

지만, 수확률이 높아 농가 재배용 균주를 선발하였다.

흰갈대기버섯 자실체 유도 및 생육에 적합한 온도는 25~30°C, 백색형광등 8시간/1일 조사, 상대습도 : 90~95%, 재배실 CO₂ 농도 1,500 ppm 이하로 유지하여, 국내의 여름철 고온기에 냉방시설이 없는 간이재배사, 영세 느타리버섯 재배 농가에서 재배 가능하였다.

V. 참고문헌

1. Howard, E. Bigelow. (1970). Basidiocarp production by *Clitocybe tenuissima* in Culture, Mycologia, 62(1): 203~205.
2. Joseph, F. Ammirati., Andrew, D. Parker and P. B. Matheny. (2007). *Cleistocybe*, a new genus of Agaricales, Mycoscience 48:282~289.
3. Kumla, J., N. Suwannarch, A. Jaiyasen, B. Bussaban and S. Lumyong. (2013). Development of an edible wild strain of Thai oyster mushroom for economic mushroom production. *Chiang Mai J. Sci.* 40(2) : 161-172.
4. Lee, G. W., H. Y. Kim, H. Hur, U. Y. Lee and T. S. Lee. (2008). Antitumor and Immunopotentiating activity against mouse Sarcoma180 by crude polysaccharides from fruiting body of *Lentulus giganteus*. *Kor. J. Mycol.* 36(1):75-83.
5. Peng, Z. H. and Gong, A. F. (1994). 大杯蕈的营养价值及生物学特性研究. *浙江农业学报*. 3:165.
6. 농업전망. (2018). 농촌경제연구원. p. 602.
7. 농업전망. (2018). 농촌경제연구원. p.662~668.

8. 王超. (2012). Planting method for *Clitocybe maxima*. CN102450161A.
9. <http://www.chinamushroom.cc/>
10. <https://unicornbags.com/cultivation/clitocybe-maxima/>

본 연구는 농촌진흥청 특화작목연구개발과제(2006~2008)로 수행되었다.