

무리우산버섯균의배양적 특징과 목재부후 특성 파악

윤대령¹⁾ · 채정기^{1)*}

¹⁾ 전남대학교 임학과

The cultivate characteristics and the wood rotting ability and type of the *Kuehneromyces mutabilis* Sing. et A. H. Smith.

Dae-Ryoung Yun¹⁾ and Jyung-Ki Chai^{1)*}

¹⁾Department of Forestry Graduate School Chonnam National University

ABSTRACT : The mycelial mass of *K. mutabilis* greatly increased at pH 5.5~6.0 but decreased pH 6.0. The linear mycelial growth was mostly supported on sawdust of *Quercus acutisima* and the mycelial density was high on sawdust of *Q. acutisima* and corn cob. Much mycelial distribution could be shown in ray parenchyma cell and ray tracheid. Severe degradation of ray parenchyma cell was found but little degradation of ray tracheid cell was found. The dry weight loss was 5.9% after agar-block test. And the pH was acidified from 6.07 to 4.31 and hot water extractives was decreased after degradation of *Q. serrata* sawdust by *K. mutabilis*.

KEYWORDS : Mycelial mass, Mycelial density, Dry weight loss

무리우산버섯 (*Kuehneromyces mutabilis* Sing. et A. H. Smith)은 주름버섯목(Agaricales) 독청버섯과(Strophariaceae) 무리우산버섯속(*Kuehneromyces*)에 속하며 발생시기는 봄부터 가을에 걸쳐 활엽수·침엽수의 죽은 나무, 그루터기나 통나무 등에 속생하며, 전세계에 분포한다.

이러한 무리우산버섯균에 대해서는 추출물을 이용한 influenza virus 실험(Mentel R. et al., 1994), 액체배양(Wissig E. et al., 1990; Pashenova NV. et al., 1989), 부산물을 이용한 재배법(Schmidt O. et al., 1985; Reshetnikova IA. et al., 1988), 현미경적 특징과 식물분해(Reshetnikova IA. et al., 1986; Reshetnikova IA. et al., 1990), 생물학적 특징과 구조(Reijnders A F M., 1971), 균사배양과 형태상특징(Pashenova NV. et al., 1989; Pashenova NV. et al., 1990), 자실체의 화학적 구성요소(Badalyan SM. et al., 1997) 등이 외국에서 보고되어 있으나, 아직까지는 국내에 소개되거나 연구가 수행된 적은 없다.

따라서 본 실험에서는 무리우산버섯균의 배양적 특징과 기초적인 자료를 연구함으로써 앞으로 있을 인공재배 및 균사체 대량증식법 등의 연구에 있어서 발판이 되고자 한다.

재료 및 방법

무리우산버섯균의배양 조건

본 실험에서 사용한 무리우산버섯균(*K. mutabilis*)은 전남대학교 산림자원 미생물학 실험실에 보관 중이던

CNU5-3을 사용하였으며, Potato dextrose agar(이하 PDA)배지에 접종하여 25±1℃에서 2주간 배양 후 사용하였다. PDA배지 20ml를 Petri dish(Ø87mm)에 분주한 평판배지에 보존균을 접종하여 10일간 배양한 다음 고체 실험은 Cork borer NO 3.(Ø7mm), 액체실험은 Cork borer NO 1.(Ø3mm), 톱밥실험은 Cork borer NO 7.(Ø15mm)을 사용하여 떼어낸 절편을 접종원으로 사용하였다.

공시균의 최적 액체 배지를 선발하기 위하여 합성배지를 table1.과 같이 조제하였다. 합성배지는 100ml 삼각플라스크에 50ml씩 넣은 후 30분간 고압살균(121℃, 1.2kg/cm²)하여 실온으로 냉각시킨 후 공시균을 접종, 25±1℃의 배양실에서 18일간 배양 후 균체량을 측정하여 최적 배지를 선정하였다. 균체량 측정은 Whatman No.2(110mm)여과지로 여과시킨 후 균체량을 건조평량 하였다.

공시균의 최적 고체 배지를 선발하기 위하여 합성배지를 table2.와 같이 조제하였다. 합성배지는 30분간 고압살균(121℃, 1.2kg/cm²) 후 petri dish에 20ml씩 분주하여 사용하였으며, 25±1℃의 배양실에서 10일간 배양 하면서 균사생장 측정 및 균사밀도를 육안으로 조사하여 최적 고체 배지를 선발하였다.

균사배양에 적합한 최적온도를 구명하기 위하여 PDA배지 20ml를 Petri dish(Ø87mm)에 일정하게 분주한 평판배지에 보존균을 접종하였으며 접종된 배지는 15, 20, 25, 30 및 35℃로 조절된 항온기에서 10일간 배양하면서 균총 직경을 측정하고 균사밀도를 육안으로 조사하였다.

공시균의 최적 pH를 선발하기 위하여 Potato

Table 1. Composition in submerged cultures

Nutrition reagents	Medium and Composition(g/ ℓ)						
	Czapek Dox	Glucose pepton	Synthetic	*MCM	Hennergerg	Lilly	Glucose Tryptone
Surose	30.0						
KCl	0.5		0.01				
KNO ₃					2.0		
K ₂ HPO ₄	1.0		0.003				
KH ₂ PO ₄	1.0		1.0	0.05	1.0	1.0	
MgSO ₄ · 7H ₂ O	0.5		0.5	0.05	0.5	0.5	
MnSO ₄ · 5H ₂ O			0.03				
ZnSO ₄ · 7H ₂ O							
FeSO ₄ · 7H ₂ O	0.01						
CuSO ₄ · 5H ₂ O			0.001				
(NH ₄) ₂ HPO ₄							
(NH ₄) ₆ MO ₇ O ₂₄			0.001				
CaCl ₂ · 2H ₂ O					0.1		
CaCl ₃							
NaNO ₃	3.0				2.0		
Glucose		10.0	20.0		50.0		5.0
Maltose						10.0	
Thiamine-HCl				2.0			
DL-asparagine			0.01				
peptone					2.0	2.0	
Malt extract		10.0	5.0	0.2			
Yeast extract		15.0					
Tryptone		10.0		0.2			3.0

* MCM : mushroom complete media.

Table 2. Composition of various solid nutrient media

Nutrition reagent	Medium and Composition(g/ ℓ)							
	MCM	MYPA	ME	YM	YMPG	YMG	HA	Lilly
Potato								
K ₂ HPO ₄	1.0							
KH ₂ PO ₄	0.46				2.0			1.0
MgSO ₄ · 7H ₂ O	0.5				1.0			0.5
Glucose	20.0			10.0	10.0	4.0		
Maltose								10.0
Dextrose							20.0	
Thiamine HCl					1.0			
DL-Asparagine					1.0			2.0
Peptone	2.0	1.0	5.0	5.0	2.0			
Malt extract		30.0	20.0	3.0	10.0	10.0		
Yeast extract	2.0	2.0		3.0	2.0	4.0	2.0	
Agar	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	15.0	20.0	20.0

MCM : mushroom complete media, MYPA : malt-yeast-peptone agar, ME : malt extract agar, YM : yeast-malt agar, YMPG : yeast-malt-peptone-glucose agar, YMG : yeast-malt-glucose agar, HA : hamada medium.

dextrose broth(이하 PDB) 배지에 1N-HCl과 NaOH를 사용하여 배지의 pH범위를 4.0, 5.0, 6.0 및 7.0 으로 조절하여 100ml 삼각플라스크에 50ml씩 넣은 후 30분간 살균(121°C, 1.2kg/cm²) 하였다. 여기에 공시균을 접종하고 25 ± 1°C의 배양실에서 18일간 배양 후 균체량을 측정하였다. 균체량 측정은 Whatman No.2여과지로 여과시킨 후 균체량을 건조평량 하였다. 무리우산버섯균의 군사생육을 위한 최적 탄소원, 질소원을 선별하기 위하여 상기 실험으로부터 얻은 최적조건(온도, 배지, pH)을 이용하여 다음과 같이 조사하였다.

첨가된 영양원은 table 3과 같으며 탄소원의 경우 최적배지에 0.1%를 첨가하였고, 질소원은 최적배지에 0.04%를 첨가하여 18일간 배양하여 완전 건조시킨 균체량을 조사하여 최적 영양원을 선별하였다. 균체량 측정은 Whatman No.2여과지로 여과시킨 후 균체량을 건조평량 하였다.

Table 3. Nitrogen and Carbon Sources

Nitrogen Sources	Carbon Sources
Potassium nitrate	Glucose
Ammonium tartrate	Galactose
Urea	Lactose
Glutamine acid	Sucrose
Asparatic acid	Dextrose
Sodium nitrate	Inulin

무리우산버섯균의 인공재배시 배지 재료에 따른 배양적 특성을 조사하기 위하여 Ø2.2 20.0cm인 test tube에 은백양(*Populus alba*), 졸참나무(*Quercus serrata*), 아카시나무(*Robinia pseudo-acacia*), 미송(*Pseudotsuga menziesii*), 상수리나무(*Quercus acutissima*), Corn cob 등 6가지 배지를 사용하였으며, 톱밥은 10~20mesh 채로 친 후, 미강 20%(w/w)를 혼합하여 증류수로 배지의 수분을 65%로 조절하였다. 제조된 배지는 시험관에 31g씩 13cm높이로 충진하여 고압살균기에서 30분간 살균(121°C, 1.2kg/cm²)한 후 상온으로 냉각된 배지를 무균상내에서 배양이 완료된 공시균을 Cork borer NO 7. 로 절취하여 접종하였다. 접종된 배지는 25 ± 1°C로 조절된 배양실에서 30일간 배양하면서 군사생장을 측정하였으며 군사밀도를 육안으로 조사하였다.

무리우산버섯균의 목재부후특성

광학현미경을 이용한 세포벽 물질 분해의 초기시적 특성을 관찰하기 위하여 PDA배지에서 완전히 배양된 무리우산버섯균에 졸참나무의 심재부위를 0.5mm×0.5mm×2cm로 조제하여 40일간 배양하였다. 이렇게 배양된 목편의 부후형태와 분해정도를 관찰하기 위해 시료를 2% glutaraldehyde (GA) + 2% paraformaldehyde (PA) 혼

합고정액 (in 0.05M cacodylate buffer, pH 7.2)으로 처리한 후 동일 buffer로 세척한 다음 ethyl alcohol 계열로 탈수시킨다.

이어 ethyl alcohol과 xylene의 1:1 혼합액과 100% xylene으로 각각 처리하고 xylene과 paraffin의 1:1 혼합액에 처리 후 paraffin 원액으로 치환시킨 다음 paraffin 블록을 만들어 microtome을 사용하여 15-20µm 두께의 절편을 제작한다. 절편은 1% safranin과 2% astra blue로 이중염색한 다음 광학현미경 관찰을 실시한다. 염색하지 않은 절편은 편광현미경 관찰에 사용한다. 주사형전자현미경의 경우 2% GA + 2% PA 혼합고정액으로 고정시킨 톱밥시료를 ethyl alcohol 계열 탈수를 실시한 다음 -20°C에서 1시간 냉동시킨 후 100% t-butyl alcohol로 치환한 다음 동결건조 시킨다. 이 시편을 ion sputter를 사용하여 gold coating하여 주사형전자현미경 (Hitachi S-4000 SEM)을 사용하여 관찰한다. 투과형 전자현미경 관찰(TEM)은 LRW에 포매된 시편을 조제하여 diamond knife를 사용하여 70~90nm (초박절편 두께의 색깔 : gold silver) 두께의 초박절편을 제작한다. 이 절편을 1% KMnO₄(in sodium citrate)로 10분간 염색한 시편을 투과형 전자현미경으로 관찰하였다.

용해된 한천기본배지 20ml 당 α -naphthol 이나 tannic acid를 0.001~1% (in 1ml ethanol)를 첨가하였으며, 멸균 후 배지를 petri dish에 분주하여 시험균을 접종하여 laccase발현 유무를 Bavendam 반응으로 알아보았으며 생육도 또한 조사하였다. 그리고 이에 따른 효소의 분비정도에 따라 목재성분의 분해특성을 분석하였다. 졸참나무 변재를 3×0.5×0.5cm로 조제하여 전건량을 측정 후 증류수에 6시간 이상 침전 시킨다. 침전된 시편을 121°C (1.2kg/cm²)에서 30분간 살균한 후, 무리우산버섯균이 배양된 PDA 배지에 접종한다. 접종된 배지는 25 ± 1°C로 조절된 배양실에서 40일간 배양 후 Dry weight 감소율을 측정하였다.

Dry weight 감소율 L(%)은 다음 식에 의하여 산출하였다.

$$L(\%) = (S - W / S) \times 100\%$$

*S : 배양 전 전건무게(g), W : 배양 후 전건무게(g)

추출은 온수추출법을 이용 했으며 방법은 각 시료 2g을 200ml 삼각플라스크에 넣고 증류수 100ml를 가한 다음 플라스크에 환류냉각기를 부착시켜 3시간동안 비등수조에서 처리하였다. 그 후 미리 측정된 glass filter(1 G3)으로 내용물을 흡인 여과시키고 열수로 세척하여 105 ± 3°C에서 항량이 될 때 까지 건조하여 칭량한다.

온수추출물의 양 H(%)는 다음 식에 의해서 산출하였다.

$$H(\%) = (S - W/S) \times 100\%$$

*S : 시료의 전건무게(g), W : 추출잔유물의 중량(g)

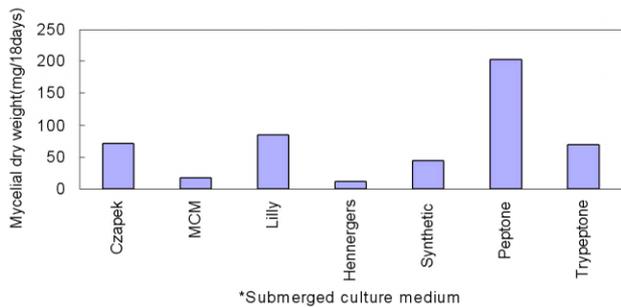
졸참나무 톱밥과 미강을 4 : 1(w/w)로 혼합한 배지에 무리우산버섯균을 접종하여 40일간 배양한 톱밥과 배양하지

얇은 톱밥의 pH를 측정하였다. pH측정(ORION Model 290A)은 증류수 50ml에 시료를 각각 5g씩 첨가하여 3시간 침전시킨 후 추출된 용액의 pH를 측정하였다.

결과 및 고찰

무리우산버섯균의 생리적 특성

Table.1과 같이 혼합된 배지에서 25±1℃로 18일간 배양 후 균체량을 측정한 결과는 Glucose pepton에서 202mg/ 18days 으로 균사생육이 가장 양호하였다(fig 2). MCM과 Hennergerg 배지에서는 가장 저조한 생육을 보였으며 다른 배지들은 생육에 큰 유의 차는 없었다. 본 실험의 결과 배지의 조성에 따라 균사생육 정도의 차이가 크다고 생각되며 이는 박(1978) 등이 보고한 바와 같이 팽이버섯의 균사배양시 배지조성에 따라 균사 생육의 차이가 있다고 한 보고와 일치하는 경향이 있다.



*Refer to table 1.

Fig. 1. Effect of various synthetic media on the mycelial growth of *K. mutabilis* CNU5-3 in submerged cultures.

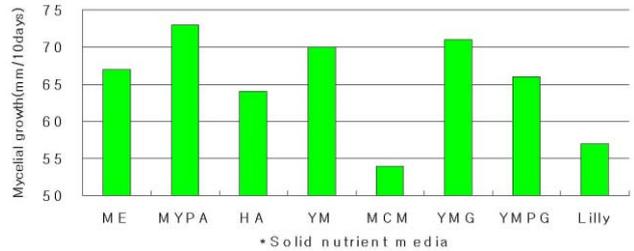
공시균의 최적 고체 배지를 선발하기 위하여 합성배지를 table2.와 같이 조제하여 집중한 결과는 fig 2. 3.과 같다. MYPA배지에서 73mm/10days로 가장 빠른 성장을 보였



*Refer to Table2

Fig. 2. Effect of various synthetic media on the mycelial density of *K. mutabilis* CNU5-3 during growth on solid nutrient media.

다. 반면 MCM, Lilly에서는 저조한 성장을 보였다. 균사 밀도는 YM, ME, MCM이 가장 조밀하게 성장 하였으며 Lilly에서 가장 낮은 밀도를 보여 주었다. 하지만 대부분의 배지에서 생장이 양호하였으며 큰 유의차는 나타나지 않았다.



*Refer to Table2

Fig. 3. Effect of various synthetic media on the mycelial growth of *K. mutabilis* CNU5-3 during growth on solid nutrient media.

선발된 공시균의 균사배양 최적온도를 규명하기 위하여 기본배지를 PDA배지로 15, 20, 25, 30 및 35℃로 조절된 Incubator에서 10일간 배양하면서 균사생장 및 균사밀도를 측정하여 최적 온도 범위를 조사한 결과는 fig 4. 5.와 같다.

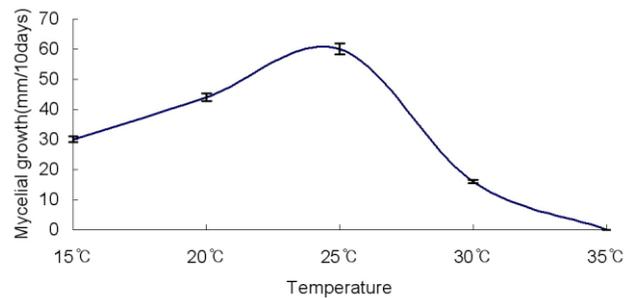


Fig. 4. Effect of temperature on the mycelial growth of *K. mutabilis* CNU5-3.



Fig. 5. Effect of temperature on the mycelial density and growth of *K. mutabilis* CNU5-3.

무리우산버섯균의 20~25℃에서 균사생육이 빠르고 균사밀도도 가장 좋았으며, 30℃이상에서는 균사생장이 급속히 감소하는 것을 볼 수 있었다. 반면 35℃이상에서는 균사생육이 정지되는 것을 알 수 있었다.

공시균주의 최적 pH를 선별하기 위하여 PDB배지에 1N-HCl과 NaOH를 사용하여 배지의 최초 pH범위를 4.0, 5.0, 6.0 및 7.0 으로 조절하고, 25±1℃의 배양실에서 18일간 배양 후 균체량을 측정된 결과는 fig 6.과 같다.

fig 6.에서와 같이 pH 6.0에서는 균체량이 203mg/18일로 가장 많았으며 pH 5.5 이하인 약 산성 쪽에서는 균사생육이 다소 억제되는 경향이였다. 특히 pH 6.0~7.0인 약알카리에서는 급격한 감소를 보여주었다. 이는 무리우산버섯균은 알카리성이나 중성보다는 약산성이나 산성에서 잘 자란다는 것을 보여주었다.

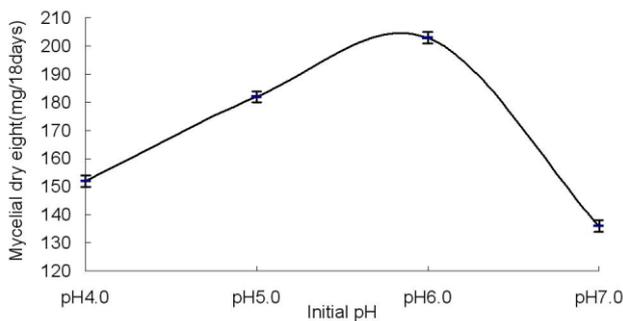


Fig. 6. Effect of initial pH on the mycelial yield of *K. mutabilis* CNU5-3.

무리우산버섯균의 균사생육을 위한 최적 탄소원, 질소원을 선별하기 위하여 기본배지(PDB)와 상기 실험으로부터 얻은 최적조건(온도, 배지, pH)으로 배양하였으며 탄소원은 0.1%를 질소원은 0.04%를 첨가하여 18일간 배양하여 완전 건조시킨 균체량을 조사한 결과는 다음과 같다.

탄소원의 경우 fig 7.에서 보는바와 같이 다당류인 Inulin에서 249mg으로 가장 양호하였으나 Dextrose를 제외하고는 균사생육에 있어서 큰 차이는 나지 않았다.

질소원의 경우는 fig 8. 에서와 같이 무리우산버섯균의 균사생장에 적합한 무기태질소원으로는 NaNO₃이었으며,

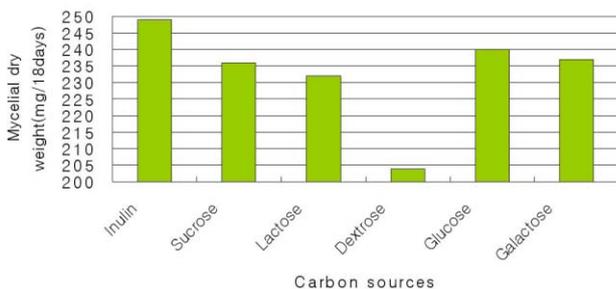
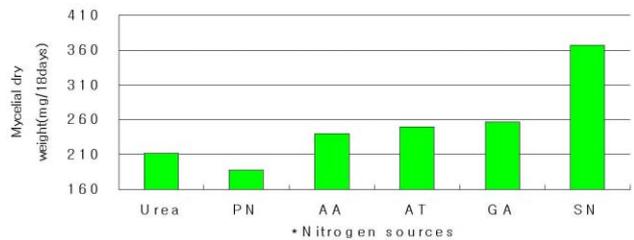


Fig. 7. Effect of various carbon sources on the mycelial growth of *K. mutabilis* CNU5-3.

다른 질소원에서는 큰 유의차는 나타나지 않았다.

합성배지를 만들 때는 유기태 질소를 주로 사용하며 유기태 질소와 무기태 질소의 효과를 비교하기는 어렵다. 버섯 종류별 질소원에 대한 연구 결과로는 잣버섯이나 영지, 표고, 고온성 양송이, 느타리버섯은 복합질소원인 peptone이 균사생장에 양호하다고 하였다(김 등, 1994; 홍 등, 1983; 김 등, 1987). 무기태 질소의 경우 대체적으로 버섯 균사 생육에는 암모니아태 질소가 질산태 질소보다 유리하나(김 등, 1988) 무리우산버섯균은 NaNO₃에서 양호한 것이 특징적이였다.



*Refer to table 3.

Fig. 8. Effect of various nitrogen sources on the mycelial growth of *K. mutabilis* CNU5-3.



Fig. 9. Mycelial density and growth of various *K. mutabilis* strains on different sawdust substrates.

무리우산버섯균의 목재부후특성

무리우산버섯균 (*K. mutabilis*) CNU5-3 을 PDA 배지에 접종한 후 줄참나무 변재 목편을 이 배지상에서 40일 동안 배양한 다음 광학현미경과 주사형전자현미경으로 관찰한 결과는 다음과 같다. 무리우산버섯균에 의한 줄참나무 목편의 경우 목섬유의 세포벽의 일부분이 침식되고 세포 내강에서 중간층으로 점차 얇아지는 박벽화 현상이 관

Table 4. Mycelial growth of various *K. mutabilis* strains on different sawdust substrates

*Sawdust Substrate	<i>Quercus serrata</i>	<i>Quercus acutissima</i>	Corn cob	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	<i>Populus alba</i>	<i>Robinia pseudo-acacia</i>
Mycelial Growth (mm/30days)	77±2	82±2	61±2	73±2	70±2	67±2

*Different species of sawdust substrates (10~20 mesh) were mixed with rice bran (20%, w/w) and tap water was added to keep the moisture content at 65%(w/v).

찰되었다 (Fig. 10, 11).

균사의 밀도는 주로 도관과 방사유세포에 높게 나타났고, 일부 목섬유에서도 균사의 밀도가 높게 나타났는바 (Fig. 12), 이는 방사조직이 원형질이나 전분립을 포함하고 있어서 (Core et. al., 1979) 균사가 이것들을 이용하고 있기 때문인 것으로 사료된다. 도관 내에 균사의 밀도가 높게 나타남에도 불구하고 목섬유와 유세포에 비해 분해가 거의 이루어지지 않았다 (Fig. 10). 그러나 일부 부후가 심화된 세포에서는 도관 벽의 침식이 관찰되었고 목섬유 세포벽의 중간층이 분해되는 부분도 나타났다 (Fig. 13). 부후 초기 대단히 많은 양의 균사가 세포내강에서 관찰되지만 부후가 진행되면서 세포내강에 존재하는 균사의 수는 자가

분해(autolyse)에 의해 감소하며, 균사의 이동은 부후초기 벽공을 통해서 이동하며, 그 후 bore hole을 생성하여 이동한다.

따라서 본 연구 결과 무리우산버섯균 (*K. mutabilis*) CNU5-3균에 의한 졸참나무 변재의 부후 형태는, 세포벽 내강에서 중간층으로 점진적으로 분해하는 전형적인 동시 분해형 백색부후 형태를 보여주고 있다.

용해된 한천 기본배지 20ml당 tannic acid를 0.001~1%를 처리한 후 공시균을 접종하여 무리우산버섯균의 부후 특성을 파악하였다.

Bavendam test를 통한 무리우산버섯균의 균사생장도를 조사한 결과, tannic acid의 함량이 많아질수록 균사생장이

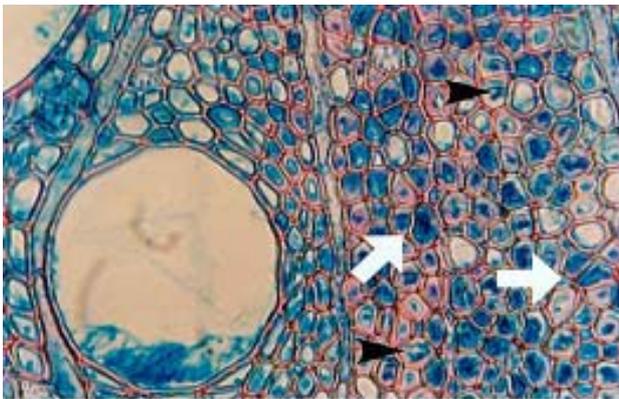


Fig. 10. 무리우산버섯 CNU5-3 균에 의한 졸참나무 변재의 분해. 목섬유의 박벽화 (arrow)와 침식 (arrow head).

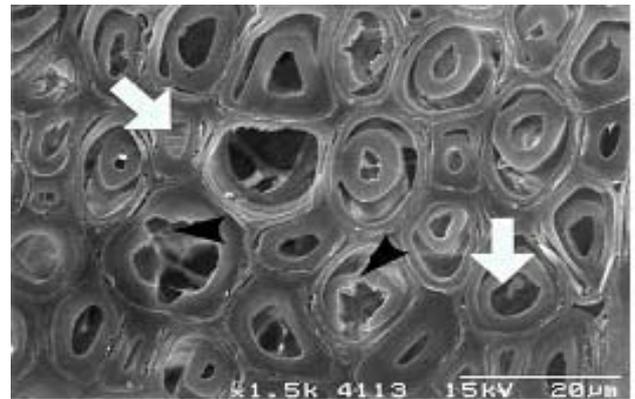


Fig. 11. 무리우산버섯 CNU5-3 균에 의한 졸참나무 변재의 박벽화 (arrow) 및 침식 (arrow head) (SEM 사진).

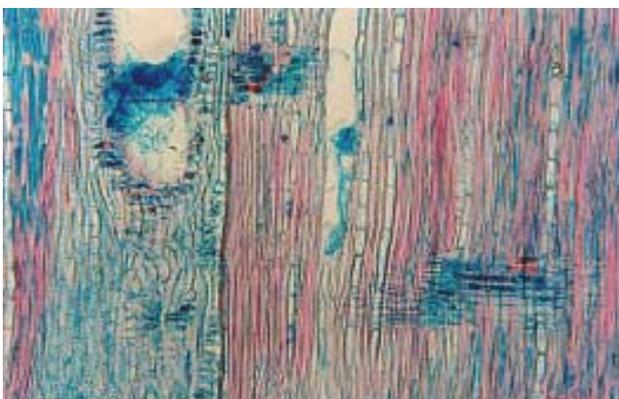


Fig. 12. 무리우산버섯 CNU5-3 균의 졸참나무 변재 내 분포

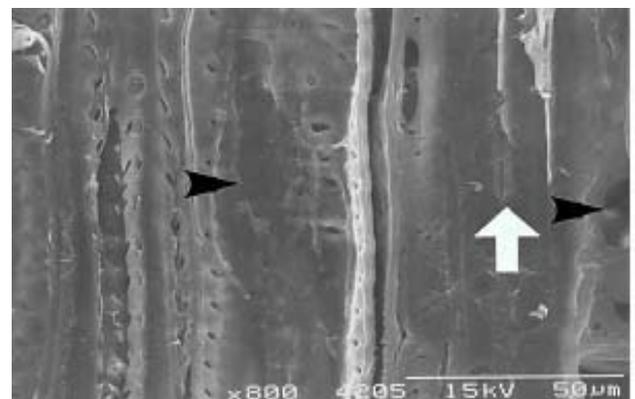


Fig. 13. 무리우산버섯 CNU5-3 균에 의한 졸참나무 목섬유 벽의 분해 (arrow) 및 도관 벽의 침식 (arrow head) (SEM 사진)

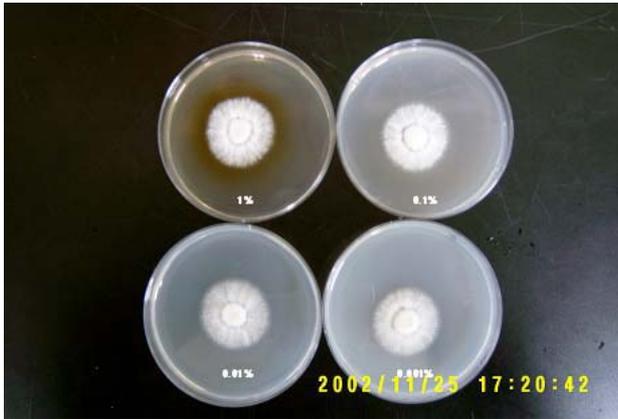


Fig. 14. Mycelial growth and density of *K. mutabilis* CNU5-3 on agar media and formation of brown pigmentation.

Table 4. Mycelial growth and density of *K. mutabilis* CNU5-3 on Bavendam Test

Growth Characteristic	tannic acid			
	1%	0.1%	0.01%	0.001%
Mycelial growth (mm/8days)	48	46	45	45
*Mycelial density	++	+++	++	++

*Mycelial density was examined with naked eyes and expressed as + (thin), ++ (moderate) and +++ (compact).

더 양호하지만, 큰 차이는 보이지 않았다(Fig. 15. Table 4.). 또한, tannic acid 1%가 함유된 배지에서 균사가 생장한 부위가 갈색으로 변하였다. 무리우산버섯균의 경우, tannic acid의 함량이 많아질수록 균사생장이 더 양호한 것으로 나타났으며, tannic acid 1%가 함유된 배지에서 균사가 생장한 부위가 갈색으로 변한 것으로 보아 무리우산버섯균은 백색부후균인 것으로 규명되었다. 무리우산버섯균이 배양된 졸참나무 시편을 이용하여 dry weight 감소율을 측정된 결과는 table 6.과 같다. 졸참나무의 무리우산버섯균에 의한 dry weight 감소율을 측정된 결과 감소량은 110mg으로 5.9%의 감소율을 보였다.

나무는 guaiacyl, syringyl, 그리고 hydroxyl phenol group의 lignin monomers의 다른 비로 이루어져 있다 (Serkmann & Ludiwig, 1971; Ander & Erikson, 1979). 또한 나무의 화학적 조성은 식물에 따라 다양하며, 식물의 성장 환경에 따라 다르다(이 등, 1995). 또한 백색부후균은 톱밥이나 나무 위에서 재배될 때 리그닌 화합물과 상호반응을 일으킨다(Serkman & Ludiwig, 1971). 나무에 따라 lignocellulosic complex가 다양하기 때문에 균사가 침투하는 정도의 차이는 균들이 분비하는 효소에 따라 다를 것이며, 이는 버섯의 균사가 식물의 나무종류에 따른 특이성이라고 설명할 수가 있겠다.

Table 6. Growth of *K. mutabilis* on the *Q. serrata*(measured by weight loss)

	부후 전 (mg)	부후 후 (mg)	감소량 (mg)	감소율 (%)
<i>Quercus serrata</i>	1,857	1,747	110	5.9

각각의 시료 2g을 200ml 삼각플라스크에 넣고 증류수 100ml를 가한 다음 플라스크에 환류냉각기를 부착시켜 3시간동안 비등수조에서 처리하였다. 그 후 글라스필터(1 G3)으로 내용물을 흡인 여과시키고 열수로 세척하여 105±3°C에서 항량이 될 때까지 건조하여 칭량한량은 table 7.과 같다.

Table 7. Hot water extractives of *K. mutabilis* on the *Q. serrata*

methods	extractives(%)
*Sawdust Substrate	
Sawdust	12.98
<i>K. mutabilis</i> on the Sawdust	8.56

* *Q. serrata* of sawdust substrates (10~20 mesh) were mixed with rice bran (20%, w/w) and tap water was added to keep the moisture content at 65%(w/v).

톱밥과 미강(4:1 w/w)의 경우 12.98%의 추출량을 보여주었으며 무리우산버섯균이 배양된 배지의 경우 8.56%를 보여주었다. 이는 무리우산버섯균이 톱밥과 미강에 있는 탄수화물, tannin, 배당체 등을 이용한 것으로 보인다.

본 실험에서는 균사가 성장하면서 소비하는 양을 측정하였으며 균사생장 전과 후의 추출량에 있어서 그 양이 줄어든 것으로 보아 미강과 톱밥에 함유되어 있는 물질을 이용하여 생장한 것으로 볼수 있겠다. 집중되지 않은 배지와 무리우산버섯균을 집중하여 부후가 완료된 배지의 pH를 조사한 결과 집중되지 않은 배지에서는 pH가 6.07로 나타났고, 부후가 완료된 배지의 pH는 4.31로 조사되어 무리우산버섯균이 성장하면서 목재를 산성화시키는 것을 알 수 있었다.

Table 8. Potential of Hydrogen in decayed of *K. mutabilis* on the *Q. serrata*

*Sawdust Substrate	Sawdust	<i>K. mutabilis</i> on the Sawdust
pH		
	6.07	4.31

*Refer to the footnotes of Table 7.

적 요

무리우산버섯균의 기초적인 자료를 연구함으로써 앞으로 있을 인공재배 및 균사체 대량증식법 등의 연구에 있어서 발관이 되고자 연구한 결과는 다음과 같다.

1. 실험에 사용된 무리우산버섯균은 액체배지의 경우 Glucose pepton에서 202mg/18일로 균사생장이 가장 좋았으며, 고체배지는 YMG배지에서 81mm/8일로 가장 좋았다.
2. 균사생장 최적 온도는 20~25℃이며, 최적 산도는 pH 5.5~6.0 이었으나 pH 6.0~7.0에서는 생장이 급속히 감소하였다.
3. 무리우산버섯균의 균사생장을 위한 최적영양원으로 탄소원에는 다당류인 Inulin이었으며, Dextrose를 제외하고는 균사생육에 있어서 큰 차이는 나지 않았다. 질소원으로는 무기태질소원인 NaNO₃였으며 다른 질소원들은 생장이 저조하였다.
4. 최적 톱밥배지 선정에 있어서 줄참나무가 가장 좋았으며 미송, 아카시나무, 상수리나무, 포플러 순으로 생장이 좋았고, Corn cob의 경우 생장이 가장 저조하였다.
5. 광학현미경과 주사형전자현미경으로 관찰한 바 목섬유의 세포벽의 일부분이 침식되고 세포 내강에서 중간층으로 점차 얇아지는 박벽화 현상이 관찰되었다.
6. 균사의 밀도는 도관과 방사유세포에 높게 나타났고, 일부 목섬유에서도 균사의 밀도가 높게 나타났다. 도관 내에 균사의 밀도가 높게 나타남에도 불구하고 목섬유와 유세포에 비해 분해가 거의 이루어지지 않았다.
7. PDA배지에 tannic acid를 첨가한 Bavendam 반응에서 배지의 재색이 암갈색으로 변하는 양성 반응을 보여 리그닌 분해 효소중의 하나인 laccase가 존재함이 확인되었다.
8. Dry weight에서 5.9%의 감소율을 보였으며, 이에 따른 pH의 변화는 6.07에서 4.31로 배지가 산성화 되었다. 또한 온수추출물에 있어서 톱밥과 미강(4:1 w/w)의 경우 12.98%의 추출량을 보여주었으며 무리우산버섯균이 배양된 배지의 경우 8.56%를 보여주었다.

참고문헌

- Ander, P. and Erikson, K.E. 1979. Lignin degradation and utilization by microorganism. *Gtalic Microbiology* 14: 233-154.
- Core, H.A., W.A. Cote, and A.C. Day. 1979. WOOD: Structure and identification, second edition, Syracuse University Press, Syracuse, 90-128.
- Mentel R., Meinsen D., Pilgrim H., Herrmann B., Lindequist U., 1994. In vitro antiviral effect of extract of *Kuehnermyces mutabilis* on influenza vi결. *Die Pharmazie*, Nov 49(11):859-60.
- Pashenova, NV., Reshetnikova, IA., 1989. Cultural and morphological characteristics of mycelium of *Kuehneromyces mutabilis* (Schaeff.: Fr.) Sing. et A.H. Smith during growth on solid nutrient media. *Moscow University biological sciences bulletin*, v. 44 (1) p. 71-76.
- Pashenova, NV., Reshetnikova, IA., 1989. Effect of medium pH on the mycelium growth of *Kuehneromyces mutabilis* Sing. et A. H. Smith in submerged cultures. *MYCOL. PHYTOPATHOL*, vol. 23, no. 4, pp. 344-349.
- Pashenova, NV., Reshetnikova, IA., 1990. Peculiarities of *Kuehneromyces mutabilis* Sing. et A.H. Smith strain growth at various cultivation temperatures. *MYCOL. PHYTOPATHOL*, vol. 24, no. 6, pp. 558-563.
- Reijnders, A F M., 1971. The development of *Kuehneromyces mutabilis* (Agaricales). *Acta bot neer*, June. 20 (2): 305-308.
- Reshetnikova, IA., Chaika, MN., Pashenova, NV., 1986. Ultrastructural characters of *Kuehneromyces mutabilis* (Fr.) Sing. et A.H. Smith. *Mikologiya I Fitopatologiya [MIKOL. FITOPATOL.]*, vol. 20, no. 1, pp. 16-17.
- Reshetnikova, IA., Pashenova, NV., Chaika, MN., Chubatova, NV., 1988. The growth of *Kuehneromyces mutabilis* (Fr.) Sing et A. H. Smith on sunflower husks. *Mikologiya I Fitopatologiya [MIKOL. FITOPATOL.]*, vol. 22, no. 1, pp. 28-32.
- Reshetnikova, IA., Pashenova, NV., Elkin, VV., Lyubavina, OV., 1990. Destruction of plant substrate by the fungus *Kuehneromyces mutabilis* Sing. et A. H. Smith. *Microbiology. Mar.* p. 642-646. ill.
- Schmidt, O., Kebernik, U., 1985. Investigations on the cultivation of edible mushrooms on wood waste. *MATER. ORG.*, vol. 20, no. 3, pp. 157-170.
- Serkman, K.V. and Ludwig, C.H. 1971. Lignin occurrence, formation, structure and reactions. *Wiley Interscience*, Y.N. pg 835. see pp 768-795.
- Wissig, E., Grabbe, K., 1990. Requirements for the growth of *Kuehneromyces mutabilis* in submerged cultures. *Fourth International Mycology Congress, Regensburg (FRG)*, 28 Aug - 3 Sep . (World Meeting Number 903 0687).
- 김한경, 박용환, 차동렬, 정환채. 1987. 표고버섯 톱밥 인공재배에 생장조건에 관한 연구. *한국균학회지* 15(1): 42-47.
- 김한경, 박정식, 김양섭, 차동렬, 박용환. 1988. 버들송이의 균사생장 조건에 관한 연구. *농시논문집* 30(3):141-150.
- 김한경, 박정식, 차동렬, 김양섭, 문병주. 1994. 잣버섯 인공재배에 관한 연구(I)-균사체 배양조건에 관하여. *한국균학회지* 22(2):145-152.
- 이상선, 최경진 1995. *Lepista nuda*의 고체배양. *한국균학회지* 23(2):105-113.
- 홍채식, 권용주, 정기태. 1983. 담자균류에 관한 연구(2). 느타리와 목이의 진탕배양에 의한 균사체 생산에 관하여. *한국균학회지* 11(1):1-7.