

소나무잔나비버섯(*Fomitopsis pinicola*) 인공재배를 위한 균사 배양적 특성

장현유^{1)*} · 오승희²⁾ · 이호진²⁾

¹⁾ 한국농업전문학교 특용작물학과, ²⁾ 포항1대학 다이어트 과학계열

Mycelial characteristics artificial cultivation of *Fomitopsis pinicola*(Pers) Pilot

Hyun-You Chang^{1)*}, Seung-Hee Oh²⁾ and Hoo-Jin Lee²⁾

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

²⁾Dept. of Diet & Culinary Art Pohang College. Korea Pohang Post Office Box No 2

ABSTRACT : The results of examining characteristics of mycelial growth and culture condition for determining the condition of artificially culturing *Fomitopsis pinicola* are as follows.

1) Mycelial growth and density of *F. pinicola*. were the highest in the medium of PIDA(Pine Dextrose Agar; 66.3mm/10d) followed by the order of GDA, PDA, CDA, PODA, ODA, YM, MCM, MEA(pH 4.7), CHA, and MEA(pH 4.7).

2) Optimal temperature for the mycelial growth and density of *F. pinicola* were shown to be 30°C, but the mycelia were dead at 40°C. the mycelial growth and density of KNAC9005 strains was the highest at 30°C (66.3mm/10d) followed by the order of 25, 20, 15, 35, 10, and 5°C.

3) Optimal pH for the mycelial growth and density of 40°C was revealed to be 6.0(88.4mm/10d). above or below pH 6.0, the mycelial growth and density were shown to be retarded.

4) Optimal carbon, nitrogen and organic acid sources for the spawn growth of 40°C were maltose(331mg/25ml/15d), peptone(347mg/25ml/15d), and glutamic acid(357mg/25ml/15d), respectively. Optimal level of biotin was 370mg/15d and optimal C/N ratio was 40.

KEYWORDS : Artificial Cultivation , *Fomitopsis pinicola*

서 언

소나무 잔나비버섯은 구멍장이버섯과 잔나비버섯속에 속한다. 소나무 잔나비버섯의 학명은 *Fomitopsis pinicola* 이다. *Fomitopsis*속은 비교적 인공재배가 잘 되는 편이며 자실체는 다년생이다. 포자는 난형이고, 크기가 6~8 4~5 μm로 무색이다. 둥근 산모양의 균모가 생겨 지름 10~50cm, 두께 20~30cm이다. 균모의 표면은 회흑색~흑색, 단단한 각피가 있고 이것을 둘러싼 광택있는 적갈색 띠가 있으며, 또 주변부는 황백색이다. 상면은 생장 과정을 나타내는 고리홈이 있으며 살은 단단한 흰 재목색의 나무 질이다. 균모의 하면은 황백색, 관은 다층이고 각층은 두께 2~5mm로 구멍은 가늘다.

주로 침엽수의 생. 고목이나 넘어진 나무에 발생하며 갈색부후를 일으킨다. 분포는 한국, 일본, 북반구 온대 이북으로 우리나라는 해발 300m이상 고산지대로 죽은 소나무 조직에 많이 자라고 있다.

암에 유효하다고 전승되어 온 버섯류중에 소나무잔나비버섯(*F. pinicola*) 버섯류에는 호손안(胡孫眼)으로 분류되어 있다.

우리나라에서는 2000년에 경북 문경에서 자연산을 채집하여 균을 분리하여 단목 비닐포트 및 장목재배를 하였고, 2003년 "재생버섯"이라는 품종명칭으로 품종생산. 수입판매 신고서를 제출한 버섯이다.

2002년 7월~2004년 7월 농업인 현장애로기술(소나무 잔나비버섯 재배법 개발)사업을 추진 2003년 2월에 소나무, 리기다소나무, 참나무를 이용한 단목비닐 포트재배 및 천공재배가 연구되었다.

소나무잔나비 버섯은 원래는 자연산 채취로 이용되어 왔는데 수량도 적고 또 채취에 많은 노력을 요하므로 공급의 안정적 확보 목적으로 인공배양하는 것이 바람직하다. 따라서 소나무잔나비버섯은 일반적으로 톱밥 등의 목편, 석회, 쌀겨, 밀기울 등에 수분을 첨가한 배지에 우수 균사를 접종하여 적당한 온도조건, 습도를 유지하여 배양하는 최적조건 등을 본 논문을 통하여 제시하고자 한다.

재료 및 방법

공시균주및 접종원

한국농업전문학교에 보존중인 포항 등에서 수집한 *F. pinicola*(KNAC 9001, 9002, 9003, 9004) 균주를 PDA(Potato Dextrose Agar) 배지에 28°C 항온기에서 7

*Corresponding author: <hychang@kn.ac.kr>

일간 배양한 후 내경이 6mm cork borer로 찍어 떼어낸 절편을 원균배양의 접종원으로 사용하였다. 또한 톱밥 수중에 따른 균사생장을 조사하기 위하여 250ml 삼각 플라스크에 참나무 톱밥과 쌀겨를 80 : 20(V/V)으로 혼합한 후 70%의 수분을 첨가하여 121℃에서 20분간 고압살균한 다음 상기 PDA에서 배양한 균사를 2x2cm 절편 4개씩 한 개의 삼각플라스크에 접종하였다. 이를 15일간 배양하여 각 처리간의 접종원으로 사용하였다.

최적배지의 선발

공시균주의 균사생장에 가장 적합한 배지를 선발하고자 표 1과 같은 조성으로 배지를 조제하여 사용하였으며 이를 고압 살균기로 121℃에서 20분간 살균하여 무균상내에서 1회용 무균 petri-dish(직경 9cm)에 25ml씩 분주하여 접종원을 접종하였으며 25±2℃로 조절된 항온기에서 10일간 배양한 후 colony의 직경을 조사하였다.

균사생장최적온도

공시균주의 최적온도를 구명하기 위하여 우량배지로 선발된 ODA 배지에서 공시균주를 각각 접종하고 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40℃로 조절된 항온기에서 배양한 다음 균사생장량을 조사하였다.

균사생장최적pH

균사생장의 최적배지로 선발된 ODA배지를 기본배지로

하여 pH를 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0 까지 1N HCl과 1N NaOH를 이용하여 조절하였으며 살균, 접종, 배양 등은 위의 균사생장 최적온도 선발의 방법과 동일하게 하여 최적 온도에서 10일간 배양한 후 균사생장량을 조사하였다.

탄소원의 선발

공시균주의 균사생육시 적합한 탄소원을 선발하기 위하여 합성배지인 Czapek를 기본배지로 하여 glucose 등 단당류 3종, sucrose 등 이당류 3종, manitol 등 다당류 3종 총 9종의 탄소원 농도를 sucrose 30g과 동일한 탄소량이 되도록 조절하여 배지를 조제하였으며 pH는 최적 pH로 하여 항온기에서 10일간 배양하여 균사생장량을 조사하였다.

질소원의 선발

기본배지로는 탄소원 선발과 동일하나 선발된 탄소원으로 고정한 후 ammonium tartrate 등 무기태질소원 3종, urea 등 유기태질소원 3종, alanine 등 아미노산류 3종 총 9종의 질소원 농도를 NaNO₃ 2.0g과 동일한 질소함량이 되도록 조절하였으며 기타는 탄소원 선발 시험과 동일하게 하였다.

유기산의 선발

기본배지에 선발된 탄소원과 질소원을 첨가하고 9종의 유기산을 0.1%씩 첨가하여 배지를 조제하였다. 기타는 탄소원 선발시험과 동일하게 하였다.

Table 1. Composition of the media used

(g/ℓ)

Nutritional reagents	Medium									
	PDA	MCM*	YM	Czapek	MEA	PIDA	ODA	CDA	PODA	GP
potato	200									
dextrose	20		10			20	20	20	20	
sucrose				30						
glucose										4
peptone		2.0	5.0		5.0					
MgSO ₄ · 7H ₂ O		0.5		5.0						
KH ₂ PO ₄		0.5		1.0						
K ₂ HPO ₄		1.0								
malt extract		2.0	3.0		20					10
yeast extract			3.0							4
NaNO ₃				2.0						
KCl				0.5						
FeSO ₄ · 7H ₂ O				0.01						
Pine sawdust						200				
oak sawdust							200			
mushroom compost								70		
popular sawdust									200	
agar	20	20	20	20	20	20	20	20	20	15

* MCM(Mushroom Complete Medium)

비타민의 선발

각종 비타민을 살균수에 0.01g/씩 첨가한후 희석하여 Whatman membrane filter(0.2 μ m)로 여과하여 각각 250 μ l 씩 주입하고 10일간 배양하여 균사생장량을 조사하였다.

C/N비 영향

기본배지에 선발된 탄소원과 질소원을 고정하여 C/N비가 10, 20, 30, 40, 50이 되도록 조절하여 균사생장이 우수한 최적 C/N비를 선발하였다.

결과 및 고찰

소나무잔나비버섯균의 배지종류에 따른 균사생장과 밀도

배지종류에 따른 균사생장은 KNAC 9001~9005중 9001균주가 ODA(참나무 추출배지)배지에서 96.37mm/10일로 균사생장과 밀도가 가장 높았다. 5가지 균주 모두 ODA배지에서 균사생장과 밀도가 가장 높았으며 그 다음은 GDA, PDA, CDA, PODA, ODA, YM, MCM, MEA(pH4.7), CHA, MEA(pH4.7) 순이었다. 균주에 따라 각기 균사세력이 달랐으나 9005, 9004, 9003, 9001, 9002 순이었다. *F. pinicola*의 원래의 기주체를 소나무임을 감안할때 참나무의 열수추출물이 균사생장과 밀도에 가장 좋은 흥미있는 결과를 얻었다. 특히 CHA는 균사생장은 63.5mm/10일로 빠르나 균사밀도가 매우 낮은 현상이 있었다(표 2). Kumada등(1976, 1977) 보고에 의하면 검은혹버섯은 키토산과 효모를 적당량 혼합하였을 때 균사생장과 밀도에 촉진역할을 한다고 하였다. 또한 Koenigs(1972) 보고에 의하면 검은혹버섯은 목재부후균으로서 부분적으로 리그닌 역할을 맥아(malt)가 할수 있

다고 하였다. Rosenberg(1975)는 효모추출물(yeast extract)은 비타민 B의 공급원이 되며 광물질 성분의 첨가는 많은 곰팡이균의 성장에 필수적이라고 하였다. 그러나 본 시험에서는 MEA(맥아추출배지)가 PH4.7일 때 균사생장과 밀도가 현저히 낮아지나 산도(PH)가 7.0일 때 비로소 촉진적으로 작용하였다. 효모(yeast)가 들어있는 YM배지에서도 비타민이 공급되므로서 균사생장의 밀도가 촉진적으로 작용하였음을 알 수 있다.

소나무잔나비버섯균의 온도에 따른 균사생장과 밀도

소나무잔나비버섯은 전국에 분포하며 여름철 고온기에 생육한다. 30 $^{\circ}$ C에서 9005 균주는 66.3mm/10일로 균사생장과 밀도가 가장 양호하였다. 온도별로는 25, 20, 15, 35, 10, 5 $^{\circ}$ C 순으로 균사생장 속도와 밀도가 좋았다. 9002 균주는 9005 균주 보다 균사생장 속도는 느리지만 같은 경향을 나타내었다. 40 $^{\circ}$ C에서는 소나무잔나비버섯균이 생장하지 못하였으며 이를 25 $^{\circ}$ C에서 다시 배양하였으나 생육하지 못하고 사멸하였다. 5 $^{\circ}$ C 저온에서도 생장이 되나 아주 약한 특징을 나타내었다(표 3). 소나무잔나비버섯 균사생장에 영향을 미치는 물리적요인은 온도, 빛, 습도, 환기, 중력, 액체 정력압, 점성, 방사선등이 있는데 그중에 가장 중요한 것은 역시 온도이다. 소나무잔나비버섯은 온도가 30 $^{\circ}$ C까지 증가되면 효소의 활력도 점차 증가되어 생장곡선이 직선을 이루며 40 $^{\circ}$ C이상의 고온에서는 효소를 불활성화 시키고 대사작용에도 영향을 미쳐 생장이 정지된다고 한다(Kumada 등, 1976, 1999).

소나무잔나비버섯균의 산도(pH)에 따른 균사생장과 밀도

소나무잔나비버섯균의 균사생장의 적정 산도는 6.0이다. 산도 6.0에서 9002균주는 88.4mm/10일로 정점을 나타

Table 2. Mycelial growth and density of *F. pinicola* at different media

(mm/10 days)

Media Strains (KNAC)	Media										
	PDA	MEA (pH4.7)	MEA (pH7.0)	CDA	PIDA	ODA	PODA	MCM	YM	CHA	GPA
9001	60.0 +++	43.5 ++	50.3 ++	59.7 +++	56.5 +++	58.8 ++	52.5 +++	55.5 ++	55.5 +++	55.3 +	63.0 +++
9002	32.7 ++	23.0 ++	24.7 ++	40.7 +++	48.0 +++	47.7 +++	44.0 +++	42.5 +++	34.7 +++	50.7 +	30.5 ++
9003	51.3 ++	41.1 ++	45.1 ++	58.5 +++	62.6 +++	61.0 +++	57.5 +++	61.2 +++	58.7 +++	61.7 +	55.4 ++
9004	52.6 ++	43.0 ++	48.7 ++	59.3 +++	63.7 +++	62.1 +++	58.4 +++	61.7 +++	59.1 +++	62.4 +	58.6 ++
9005	64.4 +++	45.1 ++	55.8 ++	64.2 +++	66.3 +++	63.7 ++	60.4 +++	61.9 ++	59.9 +++	63.5 +	65.6 +++

* PDA:Potato Dextrose Agar MEA: Malt Extract Agar CDA: Compost Dextrose Agar PIDA: Pine Dextrose Agar ODA: Oak Dextrose Agar PODA: Popula Dextrose Agar MCM: Mushroom Complete Media YM: Yeast Extract Media CHA: Chapectk's Agar GPA: Grucose Peptone Agar

* Mycelial density : +; Poor ++; Good +++; Excellent * 9cm Petri-dish

Table 3. Mycelial growth and density of *F. pinicola* on the basal medium at different temperatures (mm/25ml/10 days)

Strains (KNAC)	Temperature (°C)							
	5	10	15	20	25	30	35	40
9001	20.2	27.0	43.3	52.7	60.0	60.0	36.0	0.0
	++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+
9002	20.0	21.3	22.9	27.3	36.3	27.8	26.8	0.0
	++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+
9003	20.3	27.3	43.8	55.8	62.5	62.6	36.4	0.0
	++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+
9004	20.4	28.6	41.1	56.1	62.8	63.7	36.4	0.0
	++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+
9005	21.9	29.1	45.4	59.4	66.1	66.3	37.8	0.0
	++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+

* Mycelial density : +; Poor ++; Good +++; Excellent * 9cm Petri-dish

내고 다른 균주도 같은 경향을 나타내었다. 산도 6이하 또는 이상에서 소나무잔나비버섯균의 생장과 밀도는 현저히 줄어드는 특징이 있으며 균주 9002는 다른 균주에 비하여 합성배지에서 절반 수준의 낮은 성장속도를 나타내었다. Kahlos등 (1990)은 검은혹버섯 균사생장의 산도 영향이란 보고에서 pH 5.9~6.1과 6.2~6.4에서 최적을 나타내며 1일당 약 4mm정도의 균사 콜로니를 나타낸다고 하였다. Rypacek(1996)은 목재부후균은 균사생장에 따라 산도(pH)가 변화하며 검은혹버섯 균사는 pH 3.3이하에서는 균사생장이 되지 않는다고 보고하였다.

탄소원의선발

소나무잔나비버섯균은 환원성 2당류인 maltose와 전분을 화학적, 효소적 방법으로 저분자화한 dextrin과 천연에서 가장 널리 분포되고 있는 단당인 글루코스 균체량이 330~331mg/15일로 가장 양호하였다. 식물의 고무질, 점

물질, 헤미셀룰로오스와 세균등의 다당의 구성 성분으로 널리 분포한 arabinose가 다른 탄소원에 비하여 다소 균사생장이 떨어지는 경향이 있었다. 이 결과는 목이버섯이 glucose, fructose, galactose 첨가 배지에서 균사생장이 우수하였으며 lactose 첨가 배지에서 가장 저조하였다고 보고 (Bais et al. 1970; Quimio, 1982) 한바 소나무잔나비버섯 버섯과는 비슷한 결과이였으며 홍등(1987)의 보고에 의하면 *P. sajor-caju*는 배양시 glucose, maltose를 첨가하였을때 trehalose 함량이 증가하면서 균사생장이 양호 하였고, 홍, 江(1983)은 고온성 느타리버섯에서 maltose, sucrose 첨가시 균사생장, 자실체 발생이 양호하였으며 R. Sakamoto와 Takahasi(1978)는 mannose, starch가 균사생장이 양호하다고 하였고, 김등(1988)은 버들송이버섯의 경우 starch, inulin, dextrin 균사생장에 양호하였다고 보고한바 버섯의 종류에 따라 균사생장에 적합한 탄소원의 종류가 상이함을 알수 있었다.

Table 4. Mycelial growth and density of *F. pinicola* on the basal medium at different pH (mm/10 days)

Strains (KNAC)	pH					
	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
9001	59.7	80.7	75.3	69.3	66.0	58.0
	++	+++	++	++	++	++
9002	24.0	40.3	32.7	31.3	26.7	23.3
	++	+++	++	++	++	++
9003	63.7	83.8	76.7	71.2	68.4	59.8
	++	+++	++	++	++	++
9004	68.2	85.4	79.1	73.6	69.0	61.2
	++	+++	++	++	++	++
9005	69.1	88.4	79.5	75.9	69.6	61.8
	++	+++	++	++	++	++

Mycelial density : +; Poor ++; Good +++; Excellent * 9cm Petri-dish

Table 5. The effects of carbon sources on mycelial growth of *F. pinicola* in liquid culture

(mg/25ml/15 days)

Strains (KNAC)	Carbon source									
	Cont	GL	XY	AR	SU	LA	MA	MAN	CE	DE
9001	308	314	310	305	309	306	318	308	311	314
9002	206	213	212	209	210	213	221	214	219	219
9003	298	306	306	298	300	308	312	303	301	305
9004	314	319	317	315	311	316	319	317	317	318
9005	320	330	327	323	327	327	331	325	328	330

* Cont: control GL: glucose XY: xylose AR: arabinose SU: sucrose LA: lactose MA: maltose MAN: manitol CE:: cellulose DE : dextrin

질소원의 선별

소나무잔나비버섯균은 oligopeptide, amino acid를 주성분으로 하는 복합질소원인 peptone을 첨가한 배지에서 각각 334, 243, 327, 330, 347mg/15일로서 가장 양호하였다. peptone이외의 다른 질소원간에는 많은 균사생장의 차이는 없었다(표 6). 목이버섯균의 최적 질소원은 peptone과 ammonium nitrate이며 ammonium sulphate이 가장 저조하였다고 보고(Bais et al. 1970 ; Abou Heilah et. al. 1985)하여 소나무잔나비버섯균과 비슷한 경향이었으나 버섯균사 생장에 알맞은 합성배지를 만들때 주로 유기태 질소가 사용되거나 무기태 질소를 사용할 경우는 대체적으로 암모니아태 질소가 질산태 질소보다 유리하다고 보고한것(홍과 강, 1983 ; 홍등, 1986 ; 홍등(1987) ; 김등, 1988)과 마찬가지로 소나무잔나비버섯균은 암모니아태 무기태 질소원인 ammonium chloride를 첨가한 배지에서 비교적 양호한 생장을 나타내는 특징이 있었다. 특히 질소원은 배지의 산도(pH)의 변화에 큰 영향은 미치며 따라서 소나무잔나비버섯은 키토산 함유배지가 유리하다고 보고(Wurzel, Becker, 1990)하였다.

유기산의 선별

소나무잔나비버섯균의 균사생장은 단백질을 구성하는 산성 아미노산의 일종인 glutamic acid를 첨가한 배지에서

각각 342, 253, 346, 339, 357mg/15일로 가장 양호하였으며 홍등(1994)은 복령 균사의 생장은 acetic를 첨가한 배지에서 균사생장이 양호하다고 보고한것과는 상이하게 소나무잔나비버섯균은 acetic acid를 첨가한 배지에서 균사생장이 저조한 결과를 나타내는 특징이 있었다(표 7).

비타민 선별

소나무잔나비버섯균의 균사생장은 비타민 H이라고도 불리는 biotin을 첨가한 배지에서 각각 365, 281, 356, 355, 370mg/15일로 가장 양호하였으나 비타민의 종류에 의한 균사생장 차이는 탄소원, 질소원의 종류에 의한 차이보다 적은 특징이 있었다. 아미노산 대사에 관여하는 효소의 보조소로서 중요한 역할을 하는 비타민B₆라고도 부르는 pyridoxine과 coenzyme A의 성분인 pantothenic acid를 첨가한 배지에서 소나무잔나비버섯균의 균사생장은 비교적 저조하였다(표 8). 비타민은 소나무잔나비버섯을 포함한 균류에서 생장촉진물질로 사용된다. Thianine이나 biotin은 잘 알려져 있으나 riboflavin, inositol, nicotinamide, pantothenic acid등은 많은 이용이 없는 것이 사실이나 이들 역시 균사생장에 현저하게 촉진역할을 확인하였다. 비타민은 일반적으로 내열성이 약하여 약하여 살균시 파괴되는 경우가 많아 살균후 별도로 살포해 주는 것이 효과적인 방법이다.

Table 6. The effects of nitrogen sources on mycelial growth of *F. pinicola* in liquid culture

(mg/25ml/15 days)

Strains (KNAC)	Nitrogen source									
	Cont	AT	UR	AC	SO	PE	Ala	Tyr	Arg	Gln
9001	318	321	326	323	321	334	325	326	325	328
9002	221	227	225	229	224	243	232	232	228	233
9003	312	318	317	317	316	327	320	319	319	320
9004	319	325	326	326	324	330	324	324	325	328
9005	331	335	337	340	333	347	340	339	336	343

*Cont: control AT: ammonium tartrate UR: urea AC: ammonium chloride SO: sodium nitrate PE: peptone Ala : alanine Tyr : tyrosine Arg : arginine Gln : glutamine

Table 7. The effects of organic acids on mycelial growth of *F. pinicola* in liquid culture

(mg/25ml/15 days)

Strains (KNAC)	Organic acids									
	Cont	AC	CI	GLUC	Glu	LA	MA	OX	PR	SU
3001	334	339	337	340	342	338	339	340	336	337
3002	243	249	249	253	253	247	248	248	245	245
3003	327	331	328	343	346	333	331	332	328	329
3004	330	335	336	335	339	336	333	334	333	330
3005	347	351	350	348	357	351	352	349	349	348

*Cont : control AC : acetic acid CI : citric acid GLUC : glucanic acid Glu : glutamic acid LA : lactic acid MA : maleic acid
OX : oxalic acid PR : propionic acid SU : succinic acid

Table 8. The effects of vitamins on mycelial growth of *F. pinicola* in liquid culture

(mg/25ml/15 days)

Strains (KNAC)	Vitamines								
	Cont	TH	BI	RI	PN	IN	NI	PA	
9001	342	354	365	351	359	352	355	360	
9002	253	269	281	262	264	271	275	267	
9003	346	357	356	350	349	350	351	353	
9004	339	343	355	340	340	348	346	345	
9005	357	363	370	362	354	357	359	354	

*Cont : control TH : thiamine.HCl BI : biotine RI : riboflavin PN : pyridoxine IN : inositol NI : nicotine amide PA : pantothenic acid

C/N비의영향

소나무잔나비버섯균의 균사생장은 C/N ratio가 40에서 가장 양호하였고 10에서 가장 저조하였다. Song등(1987)은 표고버섯균사는 C/N ratio가 30일때 양호하였고 M. Kawai, S. Abe(1976)는 송이버섯 균사생장에 알맞는 C/N ratio는 20~100이라고 보고한바 이는 본실험과 거의 유사한 결과이었다.

적 요

소나무잔나비버섯 인공재배를 위한 균사배양적 특성을 조사한 결과는 다음과 같다.

- 1) 소나무잔나비버섯균의 적정배지는 PIDA (Pine Dextrose Agar)에서 66.3mm/10일로 균사생장과 균사밀도가 가장 좋았으며, 그 다음은 GDA, PDA, CDA, PODA, ODA, YM, MCM, MEA (pH4.7), CHA, MEA (pH4.7) 순이었다.
- 2) 소나무잔나비버섯의 균사생장과 밀도에 가장 적절한 온도는 30℃이었으며 40℃에서는 균사가 사멸하였다. KNAC3005 균주는 30℃에서 66.3mm/10일로 균사생장과 밀도가 가장 양호하였으며, 온도별로는 25, 20, 15, 35, 10, 5℃ 순으로 균사생장 속도와 밀도가 좋았다.
- 3) 소나무잔나비버섯의 균사생장과 밀도에 가장 적절한 산도(pH)는 6.0에서 88.4mm/10일이며 그보다 높거나

Table 9. The effects of C/N ratio on mycelial growth of *F. pinicola* in liquid culture

(mg/25ml/15 days)

Strains (KNAC)	C/N ratio				
	10	20	30	40	50
9001	322	356	360	364	350
9002	231	253	265	279	261
9003	313	346	350	352	348
9004	320	332	339	355	345
9005	328	340	348	368	351

낮으면 균사생장과 밀도에 저해를 받는다.

- 4) 소나무잔나비버섯의 균사생장에 적합한 탄소원은 maltose로 331mg/25ml/15일이며, 최적 질소원은 peptone으로 347mg이다. 최적 유기산은 glutamic acid로 357mg이었다. 최적 비타민은 biotin으로 370mg/15days이며 C/N율은 40이 적정하였다.

인용문헌

- Abou-Heilah, A. N., M. Y. Kassim & A. S. Khaliel. 1985. Some physiological studies on the mycelium of *Podaxis pistillaris*. J. Coll. Sci. King Saud Univ. 17.
- Bais, B. S., S. B. Singh & D. V. Singh. 1970. Effect of different carbon and nitrogen compounds on the growth and sporulation of *Curvularia pallescens*. Indian phytopath. 23: 511-517.
- Kahlos K, Vares T, Hiltunen R. 1990. Optimization of pH level and effect of pH on secondary metabolites of two strains of *Inonotus obliqua* in vitro. Planta Med. 56: 627.
- Koenigs J. W. 1972. *Poria weirii* as a possible commercial source of peroxidase. Appl. Microbiol. 23: 835-836.
- Kumada Y, Naganawa H, Linuma H, Matsuzaki M, Takeuchi T, Umezawa H. 1976. Dehydrocaffeic acid dilactone an inhibitor of catechol-o-methyl transferase J Antibiot 29: 862-889.
- Masanobu Kawai and Shigeo Abe. 1976. 松茸の營養生長におけるC源とN源の影響. 日菌報 17 : 159-167.
- Reiichiro Sakamoto, Takeshi Niimi and Shyonosuke Takahashi. 1978. Effect of carbon and nitrogen sources and submerged culture edible fungi. 農化學誌 52(2) : 75-81.
- Rosenberg S. L. 1975. Temperature and pH optima for 21 species and thermotolerant fungi. Can. J. Microbiol. 21: 1535-1540.
- Rypacek V. 1996. Biologie holzzerstorerender Pilze. Fischer, Leipzig, 211.
- Saar M., 1991. Prevention and remedy of disease. Journal of Ethnopharmacology 31 : 175-179.
- Solzhenitsyn, 1968, 암병동, p 152-173.
- Song. C. H., Cho. K. Y. and Nair, N. G. 1987. A synthetic medium for the production of submerged cultures of *Lentinus edodes*. Mycol. 79(6) : 866-876.
- Wurzel G, Becker H. 1990. Growth and terpenoid production of an axenic culture from the liverwort *Ricciocarpos natans*. Z Naturforsch 45: 13-18.
- 金漢慶, 朴貞植, 金養燮, 車東烈, 朴容煥. 1988. 버들송이의 균사생장 조건에 관한 연구. 農試論文集 30(3) : 141-150.
- 山崎 勝弘他, 1994. 日本藥學會 第41回年會 講演要旨集. 177.
- 佐藤 誠, 1995.キノコの健康讀本 1. 104-105.
- 佐久間 和夫, 1993, 면역활성, 특허출원 10-323168호.
- 洪仁杓, 張炫西, 姜安錫, 車東烈, 李敏雄. 1994. 茯苓菌의 人工培養에 관한 研究. 農業論文集 36(1) : 701-708.
- 洪載植, 康貴煥. 1983. 合成培地를 이용한 고온성 느타리버섯의 자실체 형성에 관한 연구. 韓菌誌 11(3) : 121-128.
- 洪載植, 尹世煥, 金英季, 李種培. 1987. 느타리균의 Trehalose 합성 배양조건(I). 韓菌誌 15(2) : 108-115.
- 洪載植, 李址烈, 金明淑, 金東翰. 1986. *Lyophyllum decastes*의 심부배양에 의한 균체생산에 관한 연구. 韓菌誌 14(2) : 131- 139.