

아위버섯(*Pleurotus ferulae*)의 균사배양 특성

이동희, 구창덕*, 장후봉¹, 강보구¹, 최재선¹

충북대학교 산림학과, ¹충북농업기술원 농업환경과

Mycelial Culture Characteristics of *Pleurotus ferulae* Strains

Lee, Dong-Hee, Koo, Chang-Duck, Who-Bong Chang¹, Bo-Gu Kang¹,
Jae-Sun Choi¹

Department of Forestry Chungbuk National University, Cheongju, Korea

¹Department of Agricultural Environment, Chungbuk Agricultural Research & Extension Service, Cheongju 363-881, Korea

ABSTRACT : *Pleurotus ferulae* is an edible mushroom found on a medicinal plant, *Ferula assa-foetida*, in central China. This study was carried out to investigate the cultural characteristics of *P. ferulae* strains. Characteristics of mycelial growth were investigated for 5 strains of *P. ferulae*. All the 5 strains showed the best mycelial growth at 25°C and their growth rate was very low at 35°C. The colony diameter reached to 45~72 mm after 7 days at 25°C. Malt extract agar medium was the best for mycelial growth of the species both in hyphal length and density. Mycelial growth was not affected by various pH from 6.0 to 8.0. An optimal carbon source was arabinose and an optimal nitrogen one was arginine. And an effective substrate for the mycelial growth was 8 to 2 mixture of oak sawdust and cottonseed meal.

KEYWORDS : *Pleurotus ferulae*, Characteristics of mycelial growth, pH, Arabinose, Arginine

1. 서론

아위버섯(*Pleurotus ferulae*)은 담자균아문 담자균강 주름버섯목 느타리과 느타리속의 버섯으로 유럽, 북미, 중앙아시아와 중국 신강성 일대의 아열대성 기후나 건조한 스텝기후의 초원에서 자생하는 아위(*Ferula assa-foetida*)라는 약용식물에 부생한다. 그래서 이 버섯은 아위느타리, 아위고, 백아위마, 백영고, 백령측이(白靈側耳) 등으로 불리며, 인도, 터기 남부유럽 등에서도 자생하는 것으로 알려졌다(김, 2002, 김 등, 2007).

아위버섯은 1958년부터 인도, 프랑스, 독일 등에서 인공재배에 대한 연구가 시작되었다. 1988년 중국에서는 백색계통이 보고되었고(경기도 농업기술원, 2005), 톱밥, 면자각, 밀기울을 섞어 인공재배에 성공하였으며 1990년에는 단포자 교잡으로 우수한 균주를 확보하여 복건성, 신강성 등지에서 광범위하게 사용되고 있다(김 등, 2007). 우리나라에서는 2000년대에 중국에서 일부 도입되어 소비자의 기호도 파악되지 않은 상태에서 몇몇 농가에서 시험재배 되었으나 재배 기술이 정착되지는 못한 실정이다.

아위버섯의 형태는 느타리버섯 모양으로 버섯 갓은 자루의 한쪽에 치우쳐있고 반구형이다. 갓 표면에는 연한 갈색의

줄무늬가 있으며, 버섯 주름은 아래로 자라서 버섯자루의 중심부까지 뻗는다. 육질은 흰색이며 야생버섯은 20~50g에 달하지만, 인공재배의 경우에는 버섯의 갓 직경이 6~12cm, 두께가 2~4cm, 대 직경 2~5cm 로 속이 차 있어 버섯 하나의 무게가 100~150g에 이른다. 아위버섯의 균사체는 다른 느타리속의 종보다 더욱 희고 두텁다. 포자는 미색이고 타원형 혹은 긴 타원형이며 느타리속의 다른 버섯보다 포자가 크다. 포자의 크기는 일반적으로 10~12×5~6μm 정도이다.

이 버섯은 맛과 향이 뛰어나고 약리 성분도 가지고 있으며, 큰느타리버섯과 발생 형태가 비슷하다. 즉, 아위느타리버섯은 비타민 A1, E, D3 등이 풍부하고 일반 느타리버섯에 비해 단백질이 2배정도 많이 함유되어 있고(경기도 농업기술원, 2005), 비타민 C와 E가 많아 노화방지에도 효과가 있을 것으로 분석되었다(차 등, 2004). 또한 지방산의 함량이 높아 콜레스테롤 저하작용이 있고, 섬유소의 함량이 높아 지방 흡수저해, 당뇨, 변비, 비만 등에 좋은 영향을 끼칠 것으로 기대되고 있다(김, 2004). 그리고 아위버섯의 메탄올 추출물은 유해산소 제거 능력이 20~25% 정도로 높아서 항암, 노화, 뇌졸중, 심장병 등에 좋은 효과를 나타낼 수 있다(김, 2004). 이 버섯의 생리활성 기능으로는 사람의 뇌세포에서의 아세틸콜린분해효소 억제효과는 25~35%로 치매 예방 및 개선과, 유해산소 제거기능은 35~36%로 항암, 노화, 심장병 등에 좋은 효과를 나타낼 수 있을 것으로 보고되었다(김 등,

* Corresponding author <koocdm@chungbuk.ac.kr.>

2007). 또한 강(2004)은 아위버섯 추출물을 이용한 항종양 효과를 연구하여 약용 버섯으로서의 가치를 입증하였다.

하지만 버섯생산에 기초 자료가 되는 품종 구분과 인공재 배에 중요한 균사의 적정 배양 조건 및 자실체 생육 환경 설정 그리고 기질개발 등이 이루어지지 않았다. 따라서 이번 연구는 식용버섯으로서의 경쟁력과 약용버섯으로서 가치가 높은 아위버섯 균사의 생리적 특성을 구명하고자 하였다.

III. 재료 및 방법

공시균주의 배양적 특성 조사

(1) 배지에 따른 균사의 성장속도 및 균사 밀도

배지에 따른 균사의 성장속도를 알아보기 위하여,

Pleurotus ferulae 5개 균주(P-1 ~ P-5)를 가지고 버섯균사 배양에 일반적으로 사용되는 CDA(Czapek dox agar), MCM(mushroom complete medium), MEA(malt extract agar), MMM(mushroom minimum medium), PDA(patato dextrose agar), YM(yeast malt agar) 등 6종의 배지를 이용하였다(Table 1). 각각의 배지를 조성하여 121℃, 1.2기압에서 20분간 멸균한 후, 클린벤취 안에서 멸균된 Ø 87mm 펠트리 플레이트에 분주하여 완전히 식힌 후, 직경 5 mm의 콜크천공기를 이용하여 배양균을 배지 중앙에 접종하였다. 각각 6반복씩 균사를 접종한 배지는 25±1℃로 조절된 배양기에서 7일간 배양하였다. 균사의 성장속도는 균총의 장·단반경 길이를 측정하여 평균값을 구하였고, 균사밀도는 육안으로 관찰하였다.

Table 1. Composition of culture media for incubation of *Pleurotus ferulae*

Nutrition reagents	Medium and composition(g/L)					
	MEA*	CDA	MCM	MMM	YM	PDA
Agar	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	
Dextrose			20.0	20.0	10.0	
Sucrose		30.0				
Malt extract	20.0				3.0	
Yeast extract			2.0		3.0	
Peptone	5.0		2.0		5.0	
K ₂ HPO ₄		1.0	1.0	1.0		
KH ₂ PO ₄			0.46	0.46		
KCl		0.5				
MgSO ₄ · 7H ₂ O		0.5	0.5	0.5		
FeSO ₄ · 7H ₂ O		0.01				
NaNO ₃		3.0				
DL-Asparagine				2.0		
Thiamin-HCl				120 µg		
PDA						39.0
D · W	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L

* MEA(malt extract agar), CDA(Czapek dox agar), MCM(mushroom complete medium), MMM(mushroom minimum medium), YM(yeast malt agar), PDA(potato dextrose agar).

(2) 온도에 따른 균사의 성장

배양 온도에 따른 균사의 성장속도를 알아보기 위하여, 적합배지로 선발된 MEA배지를 사용하였다. 각각 6반복씩 접종한 배지는 10±1℃부터 35±1℃ 까지 5℃ 간격으로 조절된 배양기에서 배양하였다(Table 2). 사용한 균주와 균사생장 측정은 앞에 기술한 배지효과 실험과 동일하였다.

(3) pH에 따른 균사의 성장

배지의 pH에 따른 균사 성장속도를 알아보기 위하여, 적합배지로 선발된 MEA배지를 사용하였다. 배지를 조성한 후, 완충제인 phosphate buffer(KH₂PO₄, K₂HPO₄)와 1N HCl과 1N NaOH를 사용하여 배지의 pH를 4.0±0.1, 5.0±0.1, 6.0±0.1, 7.0±0.1, 8.0±0.1로 조절한 후 멸균하였다(Table 2). 접종한 배지는 25±1℃에서 배양하였고, 사용한

균주와 균사 성장측정은 앞에 기술한 것과 동일하게 하였다.

(4) 탄소원에 따른 균사의 생장

탄소원에 따른 균사의 성장속도를 알아보기 위하여, 첨가 탄소원으로 단당류인 arabinose, 이당류인 maltose, 다당류인 starch 3종을 선택하여 기본배지(Table 3)에서 탄소원인 glucose를 arabinose, maltose, starch를 동량(20g)으로 교체하여 사용하였다. 탄소원 처리별로 각각 6반복씩 접종한

배지는 25±1℃에서 배양하였으며, 배양 7일후 균사의 장·단반경 길이를 측정하여 평균값을 구하였다(Table 2).

(5) 질소원에 따른 균사의 생장

질소원에 따른 균사의 성장속도를 알아보기 위하여 첨가 질소원으로 유기태질소원인 arginine, lysine, valine 3종을 기본 배지(Table 3)에 질소원인 arginine, lysine, valine를 동량(2g)으로 교체 하여 배양하고 균사생장을 측정하였다.

Table 2. Treatments of Temperature, pH, carbon source and amino acid sources.

Treatment	Level					
Temperature (°C)	10	15	20	25	30	35
pH	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	
Carbon source	glucose		arabinose		maltose	starch
Amino acid source	asparagine		arginine		lysine	valine

Table 3. Composition of DBM(defined basic medium)

Chemicals	Amounts
Glucose	20 g
Asparagine	2 g
KH ₂ PO ₄	1 g
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.5 g
Ferrous citrate	5 mg
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	4.4 mg
MnSO ₄ ·4H ₂ O	5 mg
CaCl ₂ ·2H ₂ O	55.5 mg
Vitamin B ₁	10 mg
Nicotinic acid	10 g
Agar	20 g
D.W.	1 L

(6) 기질에 따른 균사의 생장

Pleurotus ferulae 균주 중 P-4, P-5 균주를 임의로 선발하여 기질에 따른 균사 성장속도를 조사하였다. 주재료인 톱밥은 참나무(oak), 아카시아(black locust), 소나무(pine tree), 미송(Douglas-fir) 4종과 각각의 톱밥을 25%씩 혼합한 톱밥에 첨가제로는 미강(rice bran), 사탕수수 껍질(beet pulp), 면실피(cottonseed meal)를 사용하였다. 주재료와 첨가제를 8: 2(vol/vol)의 비율로 혼합한 후, 함수율을 65±1%로 조절한 후 시험관(φ 30×200mm)에 일정량을 충전하였다. 이 시험관을 25±1℃ 조절한 배양기에서 28일 동안 배양한 후 균사 생장을 조사하였다.

IV. 결과 및 고찰

(1) 배지에 따른 균사 성장속도 및 균사 밀도

6 개의 배지 중 malt extract가 20.0 g/L 첨가된 MEA(malt extract agar) 배지에서 아귀버섯 5개 균주(P-1~P-5) 모두 가장 빠른 균사 성장을 하였고, 다음으로 malt extract가 3.0 g/L 첨가된 YM(yeast malt agar) 배지에서 생장이 좋았다. 하지만 malt extract를 넣지 않은 CDA(Czapek dox agar) 배지에서는 균사생장이 저조하였다(Table 4).

이 실험의 결과로 볼 때 아귀버섯의 균사 성장에는 복합 탄소원 및 질소원인 malt extract(성 등, 1998)가 많은 영향을 미치는 것으로 생각된다. 이와 같은 결과는 김(2002)의 실험

에서도 malt extract를 30 g/L를 넣어준 malt yeast peptone agar 배지에서 아귀버섯 균사생장이 가장 좋았다고 지적하고 있다. P-1, P-4 그리고 P-5 균주의 균사 성장 속도는 YM 배지에서도 양호한 편이었다. 균사밀도도 균사성장 속도와 같이 5개 균주 모두 MEA, YM 배지에서 양호하였고, CDA 배지에서 균사 밀도가 가장 불량하였으므로(Table 5) malt extract의 첨가가 균사의 신장생장을 증가시키고 균사

밀도도 높이는 것으로 생각된다. 한편 Choi et al (2005)의 연구결과에 따르면, 아귀버섯균사체의 배양에는 이스트 추출물(0.8%)과 폴리펩톤(1.0%)이 가장 적당한 질소원이며, 균체량 9.52 g/l, 외부 다당류 4.09 g/l을 얻을 수 있다고 하였다. 이들은 또한 이 버섯의 균사생장과 외부다당류 생산에 가장 중요한 무기영양원은 K_2HPO_4 와 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 이라고 하였다.

Table 4. Mycelial length growth of *Pleurotus ferulae* strains on various media (mm/7 day)

Medium	Length growth				
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5
CDA	28.7dz	14.6d	14.7d	34.3d	35.4d
MCM	55.2b	24.4c	24.2c	64.0b	57.1ab
MEA	68.1a	45.3a	46.2a	72.3a	63.5a
MMM	38.9c	18.8cd	18.9cd	39.5d	52.3bc
PDA	45.1c	25.6c	25.6bc	47.8c	44.6c
YM	63.3a	33.6b	32.5b	69.4ab	61.6a

^zThe values with the same letter in the column are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test ($P < 0.05$). The abbreviations for the media are same as shown in Table 1.

Table 5. Mycelial growth density of *Pleurotus ferulae* strains on various media (mm/7 day)

Medium	Growth density				
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5
CDA	++z	+	+	+	+
MCM	++++	+++	+++	+++	+++
MEA	+++++	++++	++++	++++	++++
MMM	+++	+	++	++	+++
PDA	+++	+++	++++	+++	++++
YM	+++++	++++	++++	++++	++++

^z+:Poor ++:Thin +++:Sparse ++++:Compact +++++:Very compact The abbreviations for the media are the same as shown in Table 5.

(2) 온도에 따른 균사 성장

배양 온도에 따른 균사 성장속도에서는 5개 균주 모두 23~25 °C 부근에서 가장 빨랐다. 하지만 P-3 균주는 25 °C 보다 30 °C에서 균사성장 속도가 빨라 다른 균주와 차이를 나타냈다(Figures 1- 5).

이 시험 결과는 균사 최적 온도가 25~30 °C인 애너타리 (*P. ostreatus*) (강석원, 2003), 큰너타리버섯 (*P. eryngii*) (이

등, 2003), 전복너타리버섯 (*P. cystidiosus*) (장 등, 2003) 등과 부분적으로 같은 결과이다. 또한 김(2002)과 강(2004)이 아귀버섯의 균사 성장 최적온도가 25~30 °C 라는 결과와도 일치한다. 김 등(2007)도 균사배양에는 30 °C가 적합하며, 참나무나 미송톱밥에서 40일 정도이면 초발이가 가능하고, 버섯재배에는 12-15°C가 적합하다고 하였다.

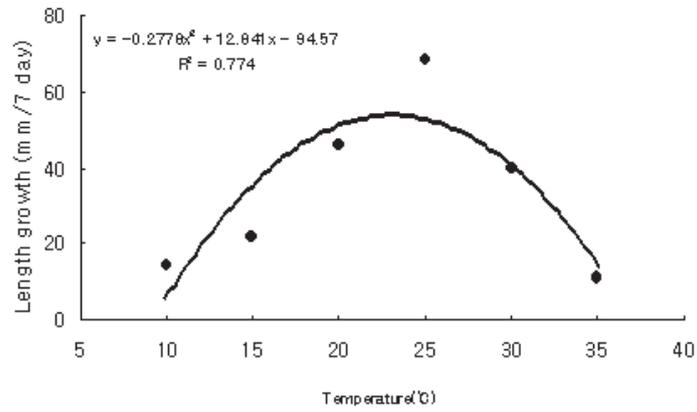


Fig. 1 Effect of temperature on the mycelial growth of P-1(*P.ferulae*) strain in malt extract agar (mm/7 day).

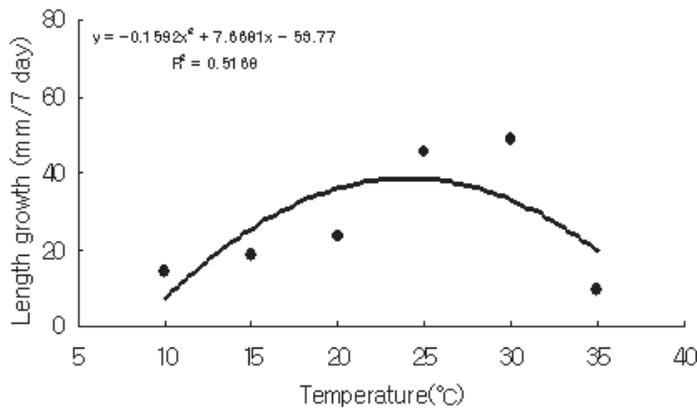


Fig. 2 Effect of temperature on the mycelial growth of P-2(*P.ferulae*) strain in malt extract agar (mm/7 day).

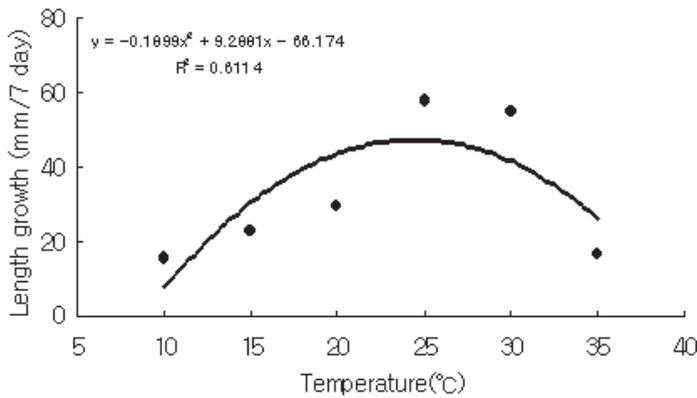


Fig. 3 Effect of temperature on the mycelial growth of P-3(*P.ferulae*) strain in malt extract agar (mm/7 day).

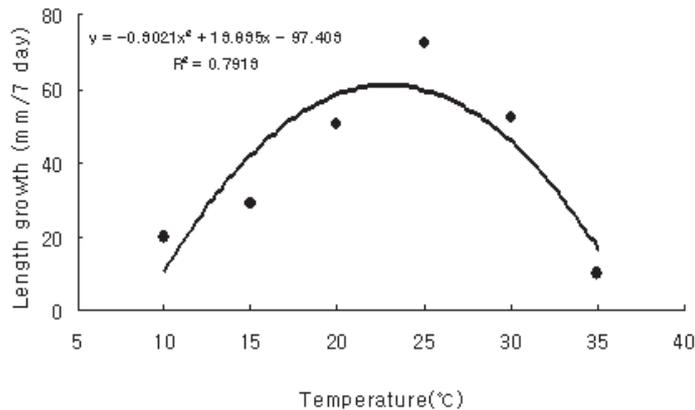


Fig. 4 Effect of temperature on the mycelial growth of P-4(*P.ferulae*) strain in malt extract agar (mm/7 day).

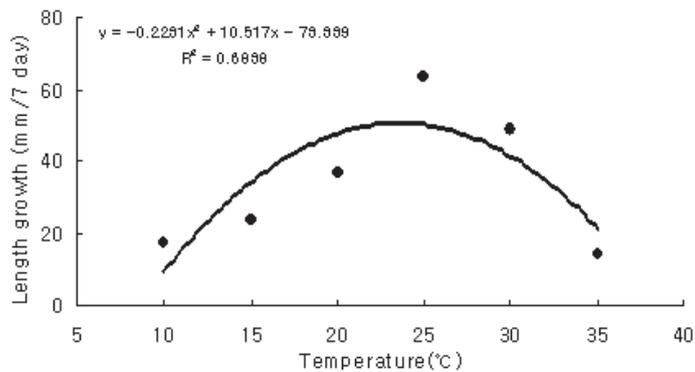


Fig. 5 Effect of temperature on the mycelial growth of P-5(*P.ferulae*) strain in malt extract agar (mm/7 day).

(3) pH에 따른 균사 성장

pH에 따른 균사의 신장생장은 5개 균주가 pH 6.0~8.0의 넓은 범위에서 비슷한 성장속도를 보였다. 이를 구체적으로 봤을 때, P-1, P-5 균주는 pH 5.0~8.0의 넓은 범위에서 차이가 없었고, P-3, P-4 균주는 중성내지는 약알칼리성인 pH 7.0~8.0에서 생장이 촉진되었으며, P-2 균주는 다른 균주와는 달리 약산성인 pH 6.0에서 가장 잘 자랐다(Figures 6 - 10).

이와 같은 결과는 느타리(*P. ostreatus*)의 균사가 pH 6.0~7.0에서 잘 자랐다는 홍성준(2002)의 결과와 큰느타리버섯(*Pleurotus eryngii*)의 균사가 pH 5.0~6.0에서 잘 자랐다는 연구보고(이 등, 2003)와 부분적으로만 일치하였다. 하지만 아귀버섯 균주를 가지고 실험한 김(2002)은 pH 5.0~8.0에서 균사성장 속도가 비슷하였다고 보고하였다.

이 실험 결과로 볼 때, 아귀버섯 5개 균주는 pH 5.0~8.0의 범위에서 균사 성장에 큰 영향을 받지 않는 것으로 생각된다.

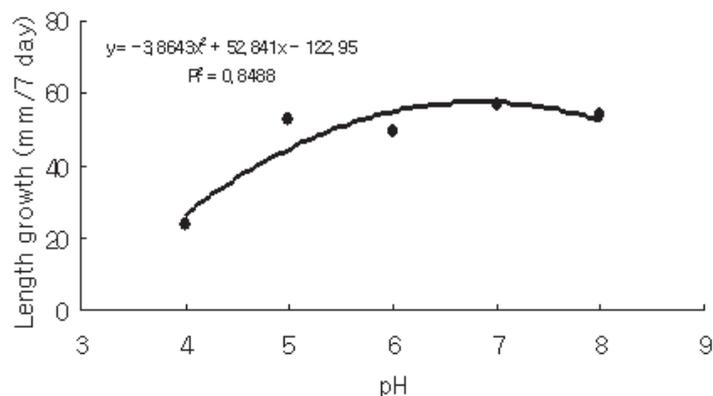


Fig. 6 Effect of pH on the mycelial length growth of P-1(*P.ferulae*) strain in malt extract agar medium (mm/7 day).

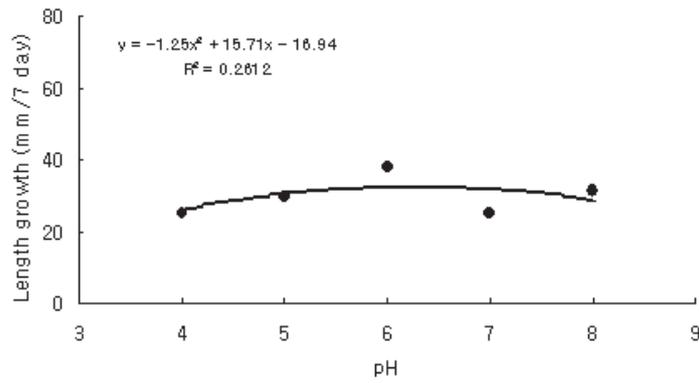


Fig . 7 Effect of pH on the mycelial length growth of P-2(*P.ferulae*) strain in malt extract agar medium (mm/7 day).

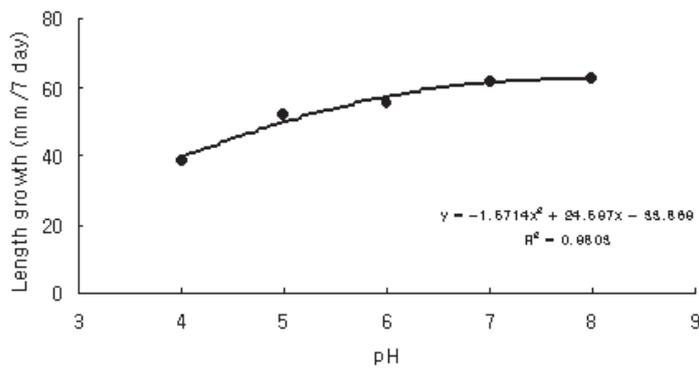


Fig . 8 Effect of pH on the mycelial length growth of P-3(*P.ferulae*) strain in malt extract agar medium (mm/7 day).

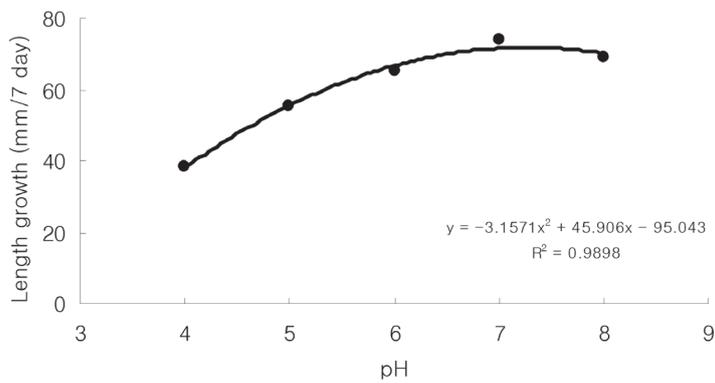


Fig . 9 Effect of pH on the mycelial length growth of P-4(*P.ferulae*) strain in malt extract agar medium (mm/7 day).

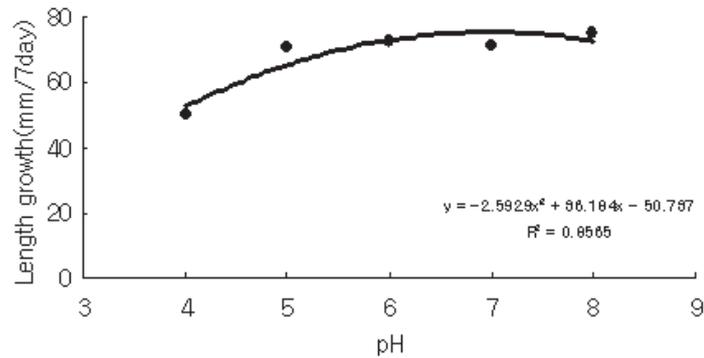


Fig. 10 Effect of pH on the mycelial length growth of P-5(*P.ferulae*) strain in malt extract agar medium (mm/7 day).

(3) 탄소원에 따른 균사 생장

탄소원에 따른 균사 생장속도는 P-3균주를 제외하곤 단당류인 arabinose를 사용한 경우가 이당류인 maltose나 다당류인 starch를 사용했을 때 보다 균사생장이 10~50% 더 높았다(Table 6). 그러나 강(2004)은 아위버섯 균사생장은

arabinose보다 maltose에서 좋았다고 하였고, 김(2002)은 maltose보다 starch에서 균사생장이 좋았다고 보고하였다. 탄소원에 따른 균사생장이 각각의 실험에서 다른 결과를 보인 것은 균주간의 차이에서 유래된 것으로 생각된다.

Table 6. Mycelial growth of *Pleurotus ferulae* strains on different carbon sources in the defined basic medium[‡] (mm/7 day)

Carbon	Length growth				
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5
Glucose	20.6cz	24.2c	35.9b	32.4b	24.7c
Arabinose	35.9a	42.9a	56.9a	50.1a	43.9a
Maltose	30.7ab	31.0b	59.2a	36.8b	31.9b
Starch	23.9c	36.1ab	59.9a	38.6a	39.8ab

^zThe values with the same letter in the column are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test (P<0.05). [‡] Defined basic medium refers to Table 7.

(4) 질소원에 따른 균사 생장

유기태 질소원에 따른 균사 생장은 5개 균주 모두 아미노기(NH₂)가 가장 많은 arginine를 사용한 배지에서 월등히 좋았고, asparagine, lysine, valine를 사용한 배지에서 균사생장은 arginine 첨가 배지에서의 50% 미만이었다(Table 7). 이 결과로 보았을 때 아미노기(NH₂)의 양에 따라 아위버섯

의 균사생장 속도가 영향을 받는 것으로 생각된다. 하지만 강(2004)은 poly peptone 이 아위버섯 균사생장에 적합한 질소원이라 보고 하였다. 배지에 따른 균사의 생장량 비교에서 복합 질소원인 malt extract는 좋은 효과를 나타냈지만, peptone을 비롯한 좀 더 다양한 질소원에 대한 효과검정이 필요하다.

Table 7. Mycelial growth of *Pleurotus ferulae* strains on different amino acid sources in the defined basic medium[‡] (mm/7 day)

Amino acid	Length growth				
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5
Asparagine	20.6b	24.2b	35.9b	32.4b	24.7b
Arginine	55.8a	51.9a	68.4a	46.7a	55.2a
Lysine	22.9b	25.6b	24.1c	17.9cd	21.7b
Valine	25.3b	21.6b	35.6b	22.5c	25.6b

^zThe values with the same letter in the column are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test (P<0.05). [‡] Defined basic medium refers to Table 7.

(5) 기질에 따른 균사 생장

본 시험에서 사용한 균주중 P-4와 P-5 균주를 주재료(소나무, 미송, 참나무, 아카시아, 혼합) 톱밥과 부재료(면실피, 비트펄프, 미강)를 8: 2로 혼합한 배지에서 28일간 배양한 결과 2 균주 모두 주재료는 참나무>미송>혼합>아카시아>소나무 순으로 부재료는 면실피>비트펄프>미강 순으로 균사 생장이 양호하였으며, 다른 처리에 비하여 참나무 톱밥과 면실피를 혼합한 배지가 125 mm/28일 의 균사 생장을 보여 가장 좋았다(Figures 11 - 12).

일반적으로 느타리버섯의 병재배시 주재료로 톱밥을 사용

하는데 애스타리 균주(*P. ostreatus*)는 미루나무 톱밥과 미강을 8:2(v/v) 비율로 섞은 배지가 가장 좋았고(강, 2003), 큰느타리버섯은 톱밥, 콘코프, 미강(6: 2: 2)을 혼합한 배지가 톱밥과 미강(8: 2)만을 사용한 배지보다 균사배양은 2~3 일 늦었지만 생산량은 20% 정도 증가 하였다(이 등, 2003). 지금까지 연구는 주로 아위버섯의 균사배양 배지 및 생육 배양 환경 설정에 대한 연구가 수행되어졌다. 앞으로는 자실체 발이 및 형성을 위한 배지 개발과 생육 환경 설정에 대한 연구가 수행되는 것이 필요하다.

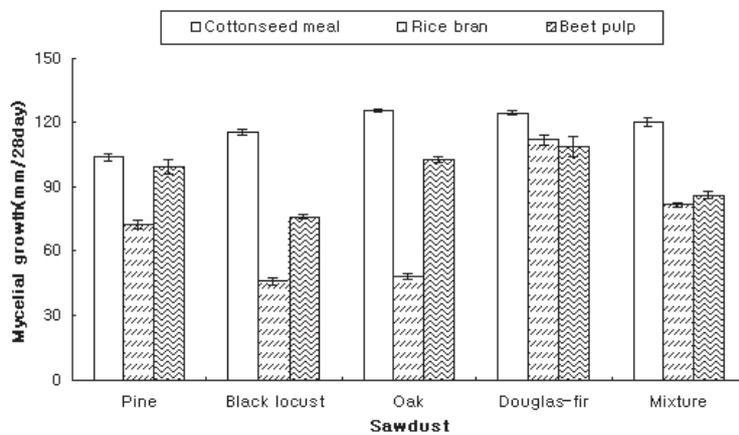


Fig. 11 Effect of additives on the mycelial growth of P-4(*P. ferulae*) on natural sawdust media (mm/28 day).

PC: pine sawdust+cottonseed meal, PR: pine sawdust+rice bran, PB: pine sawdust+beet pulp, BC: black locust sawdust+cottonseed meal, BR: black locust sawdust+rice bran, BB: black locust sawdust+beet pulp, OC: oak sawdust+cottonseed meal, OR: oak sawdust+rice bran, OB: oak sawdust+beet pulp, DC: Douglas-fir sawdust+cottonseed meal, DR: Douglas-fir sawdust+rice bran, DB: Douglas-fir sawdust+beet pulp, MC: mixture sawdust[†]+cottonseed meal, MR: mixture sawdust+rice bran, MB: mixture sawdust+beet pulp mixture sawdust[†] : pine tree:black locust:oak: Douglas-fir=1:1:1:1.

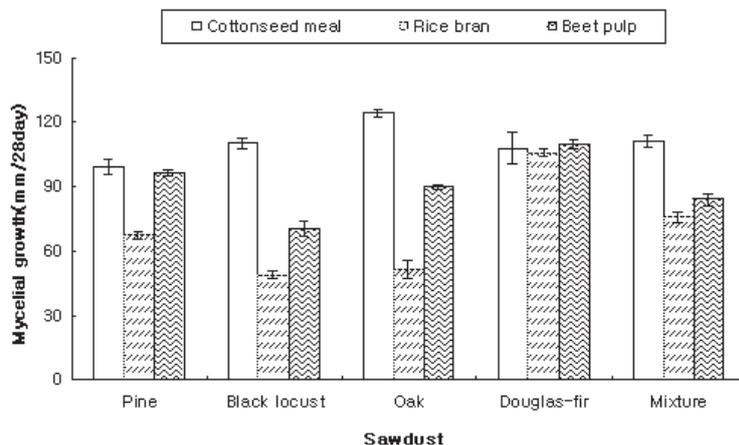


Fig. 12 Effect of additives on the mycelial growth of P-5(*P. ferulae*) on natural sawdust media (mm/28 day).

적요

본 연구의 목적은 온도, pH, 탄소원, 질소원 그리고 기질에 따른 아위버섯(*Pleurotus ferulae*)의 균사 성장 특성을 이해하는 것이었다. 아위버섯의 균사생장에는 MEA(malt extract agar)배지가 가장 효과적이었고, 균사생장에 최적 온도 범위는 25~30℃, 최적 pH는 6.0~8.0 이지만 균주에 따라 차이가 있었다. 아위버섯 균사 생장에 효과적인 탄소원으로는 arabinose, 질소원으로는 arginine 이었다. 그리고 균사생장에 효과적인 기질은 참나무 톱밥과 면실피를 8: 2의 비율로 섞은 배지였다.

감사의 말씀

본 연구과정에 깊은 배려를 하여 주신 충북농업기술원의 민경범 원장님과 신춘식 팀장님께 감사드립니다.

참고문헌

- 강석원. 2003. 애느타리버섯(*Pleurotus ostreatus*) 우량계통 선발 및 병 재배법 개발, 전남대학교, 석사학위논문, pp 1-5.
- 강시형. 2004. Studies on the Optimization of Culture Conditions and Antitumor Effects of *Pleurotus ferulae*, 조선대학교, 박사학위논문, pp 1-120.
- 경기도 농업기술원. 2005. <http://nongup21.gyeonggi.go.kr>
- 김규현 등. 2007. 아위느타리버섯(*Pleurotus eryngii* var. *ferulae*) 품종 육성 및 안정생산체계구축. 농림부. pp 96.
- 김대식. 2002. 아위버섯균의 생리적 특성, 전남대학교, 석사학위논문, pp 1-35.
- 김혜경, 김병용, 홍기형. 2004. 아위버섯(*Pleurotus ferulae*) 영양성분 분석, 한국식품과학회지, 36:563-567.
- 성재모, 유영복, 차동열. 1998. 버섯학, 교학사. pp 63-93.
- 이대진, 김광포, 이병의. 2003. 큰느타리(*Pleurotus eryngii*)의 인공재배에 관한 연구, 한국균학회지, 31: 192-199.
- 장갑열, 전창성, 신철우. 2003. 전복느타리버섯(*Pleurotus cystidiosus*)의 인공재배에 관한 연구, 한국균학회지, 31: 200-205.
- 차월석, 이희덕, 김종수. 2004. 아위버섯의 성분에 관한 연구. 생명과학회지 14: 205-208.
- 홍기형. 2004. 아위버섯(*Pleurotus ferulae*) 추출물의 생리활성 탐색. 한국식품영양과학회지 33:791-796
- Choi, D. B., Kang, S. H. Song, Y. H., Kwun, K. H., Jeong, K. J. and Cha, W. S. 2005. Exo-polysaccharide production in liquid culture of *Pleurotus ferulae*. Journal of microbiology and biotechnology 15:368-375.