

느타리버섯 배지로부터 느타리버섯 균사의 성장을 돕는 고온성 곰팡이의 분리 및 동정

이호용* · 현성희¹

상지대학교 생명과학과, ¹울지외과대학교 의예과

버섯을 재배하는데 있어 버섯 균사의 성장은 고온성 곰팡이의 성장과 밀접한 연관이 있다. 느타리버섯 재배용 배지의 후발효 과정에서 느타리균사에 대하여 성장촉진 효과를 나타내는 7종의 thermophilic fungi를 순수분리 하였다. 각 7종의 thermophilic fungi 모두 PDA(potato dextrose agar) 배지, 50°C에서 균사의 최적성장을 나타내었으며, 그 중 S-1, S-2 균주가 균사성장률이 가장 높았다. 또한 느타리버섯 폐면 배지에서도 좋은 성장을 나타내 우수한 고온성 후발효 균주로의 사용 가능성이 기대되었다. 액체배양 시 배지의 최초 pH는 pH 7.0- pH 10.0까지 다양한 구간에서 최적상태를 나타내었으나, pH 8.0 또는 pH 9.0의 약알칼리 환경에서 잘 자랐으며, 배양 후 배지의 pH는 pH 5.5-6.0의 약산성을 띄었다. 이러한 최적환경에서 성장률을 측정한 결과 S-2 균주가 높은 성장률(0.47-0.50 g/10 days)을 나타내었다. 형태적인 분류법에 따라 분류한 결과 S-1 균류는 *Trichophyton* sp.으로 동정되었으며, 이 외의 6 균주는 *Sepedonium* sp.으로 분류되었다. 느타리버섯 후발효 과정에서 나타난 고온성 곰팡이들의 분포는 양송이 배지 숙성과정에 나타나는 고온성 곰팡이들의 분포와는 매우 달랐다. 이는 배지 성분 차이에 따른 생태적 차이로 판단되었다.

Key words □ growth-promoting, identification, Oyster mushroom, *Sepedonium* sp., *Thermophilic fungi*, *Trichophyton* sp.

느타리버섯의 재배는 원목재배와 폐면을 이용한 재배 방법이 시행되고 있으며, 이를 응용한 폐면 상자재배가 현재의 느타리버섯 재배의 근간이 되고 있다. 또한 이에 농가부산물 및 상업부산물 등을 이용한 느타리버섯 재배용 배지의 개발 및 연구가 지속되고 있다. 널리 사용되는 폐면 배지의 제조단계는 크게 배지의 제조단계와 균사배양 및 자실체 수확의 단계로 구분된다. 배지제조 단계는 다시 수분조절, 후발효, 살균, 하온 및 종균집중과정으로 세분될 수 있으며, 이 후 균사배양 과정과 발이, 자실체 수확 및 폐상의 과정을 거치게 된다(1).

배지 제조 단계 중 후발효 과정의 목적은 고온성 미생물을 발달시켜 병변을 일으키는 유해균류를 제어하고, 배지재료의 물성을 변화시킴으로서 버섯 종균 집중 시 균사의 활착률 증대와 오염의 방지에 있다. 이러한 고온성 미생물 중 고온성 곰팡이(thermophilic fungi)는 배지상의 점유에 의해서 백화현상을 나타내고 유해균류의 오염을 방지하는 길항작용(antagonism)의 효과를 가지고 있으며, 이 백화현상은 후발효의 정도를 시각적으로 가늠할 수 있는 표지가 된다(1). 후발효 과정에서 나타나는 고온성 곰팡이의 유용성에 관한 연구는 양송이(*Agaricus bisporus*)버섯의 재배연구(7,9,10,11,12,13,14,15)에서 배지 내 암모니아의 농도를 감소시키고(5,8), 영양분을 고정시키며(2), 버섯균사의 성장을 촉진하며(5,10,11,15) 자실체 수확량이 2배 이상 증가하는 것

(11)으로 보고되었으며 이 과정을 통하여 고형성분의 40%를 분해시키는 것으로 나타났다(13).

약 30여종의 고온성 곰팡이가 보고(11,12)되었으며, 버섯 재배에 유용한 기능을 갖는 고온성 곰팡이에 대한 연구는 주로 양송이 재배에만 집중되어 있어 아직 느타리버섯 재배에 유용한 고온성 곰팡이 균주에 대한 연구는 미미한 실정이다. 양송이버섯 재배에 유용한 대표적인 고온성 균류로는 *Scytalidium thermophilum*(9,10,11,12,13,14,15)이 잘 알려져 있다. *Scytalidium thermophilum*은 *Torula thermophila*, *Humicola grisea* var. *thermoidea*, *Humicola insolens* 등의 이명(11)을 가지고 있다.

버섯재배용 배지의 제조단계 중 후발효과정에 있어 배지의 물성변화, 유해균류의 오염방지, 버섯균사의 성장촉진 및 수확량의 증가 등의 유용성을 나타내는 고온성 곰팡이에 대하여 국내에서는 그 기초, 응용 및 실용화 부분에서 연구가 거의 전무한 상태이다. 따라서 본 연구에서는 우수한 후발효용 고온성 곰팡이의 개발 및 활용을 목적으로 국내 느타리버섯 재배농가로부터 후발효 과정에 있어서 유용성을 갖는 고온성 곰팡이(thermophilic fungi)를 분리 및 동정하였다.

재료 및 방법

사용균류

본 연구에 사용한 공시균류는 생명공학연구소에서 분양 받은 *Humicola grisea* var. *thermoidea* (KCTC 6994) 1종과 1998년 3월부터 1999년 5월까지 14개월 동안 월 2-3회 계절별로 강원도

*To whom correspondence should be addressed
Tel: 0371) 730-0432; Fax: 0371) 730-0403
Email: hylee@mail.sangji.ac.kr

원주군 부른면 법천리에 소재한 영농조합 겨자씨에서 느타리버섯 재배용 배지의 제조단계 중 후발효과정의 배지시료에서 분리한 200여종의 균류 중 성장 및 형태적 특성 등을 관찰하여 균류 간 group을 설정하고 대표적으로 선발한 7종의 균류를 사용하였다. *H. grisea* var. *thermoidea*는 양송이 재배에 있어 양송이버섯 균사의 성장을 높이는 균주로 잘 알려져 있어 느타리버섯의 균사 성장에 미치는 요인 분석에 있어 대조균으로 사용하였다.

균류의 분리

고온성 곰팡이의 분리를 위해 느타리버섯 재배용 배지의 제조단계 중 후발효과정(45°C)의 배지시료를 채취하여 준비된 potato dextrose agar(PDA)에 직접 접종하거나 멸균된 clean bag을 이용하여 실험실로 이동하였다. 접종된 시료는 45°C 항온 배양기에서 48시간 동안 암실 배양하면서 6시간 간격으로 해부현미경을 이용하여 균사의 성장을 관찰하거나 균사 일부를 백금이를 이용하여 배양용 배지에 분리 및 계대하여 직접 분리하였으며, 채취한 시료는 10 g을 500 ml 삼각플라스크에 200 ml의 멸균증류수에 혼합 시킨 후 멸균증류수로 10⁻⁶까지 희석하여 각 희석액을 PDA에 도말하여 45°C 항온배양기에 배양하면서 상기와 같은 방법으로 성장하는 균사를 분리 및 계대하는 희석분리법 등 두 가지 방법을 사용하여 분리하였다.

느타리버섯 균사성장 촉진 고온성 곰팡이의 선발

느타리버섯 균류는 농업과학기술원 분자유전과에서 분양 받은 *Pleurotus ostreatus* (Won-Hyong, KACC 500128)를 사용하였다. 분양 받은 균류는 PDA(39g/l, Difco)에 증식하여 4°C에 냉장 보관하면서 접종 원으로 사용하였으며 분리한 고온성 곰팡이를 느타리버섯 재배용 배지의 고온발효용 균류로 사용하였다.

대조 실험을 위한 버섯 배지의 제조는 비트 펄프: 면실표: 왕겨=3:3:1(wt/wt, 건조량)의 비율로 조성한 후 1일 동안 침수하여 배지 내 수분 함수량을 70-75%로 조절하고 PE 비닐 bag에 200 g씩 담아 1시간동안 2일에 걸쳐 2회 고온·가압(121°C, 15 lb)으로 간헐 멸균하여 사용하였다. 멸균간에는 auto-clave 내부에 그대로 방치하였으며, 멸균 후 중량을 측정하여 증발한 수분 량에 대하여 멸균증류수를 보충하였다.

고온성 곰팡이의 발효효과 측정을 위하여 상기와 같은 방법으로 배지를 제조한 후 PE 비닐 bag에 균사가 만연한 각종의 고온성 곰팡이 균류를 각각 1 plate씩 접종하여 잘 섞은 후 최적 성장 온도인 50°C의 항온배양기에서 48시간 고온발효를 진행하였다.

고온발효를 마친 배지와 대조 실험 배지를 꺼내어 clean bench 내부에서 25°C로 하온 하고 멸균된 petri dish(Ø87 mm)에 나누어 담아 느타리버섯 균류를 접종한 후 25°C의 항온배양기에서 7일 동안 배양하고 균사의 신장률을 측정하여 대조 균과 비교하여 성장 증진효과를 나타내는 고온성 곰팡이를 선발하였다.

분리 균류의 분류 및 동정

분리된 고온성 곰팡이는 PDA를 사용하여 50°C의 항온배양기에서 배양하면서 균체의 크기와 형태, 균사와 spore의 색도 등 성장특성을 관찰하였다. 고온성 곰팡이 배양을 위해 항온기 안에

가습 장치를 설치하여 습실을 조성하고 각 8종의 균류를 50°C에서 7일 동안 동일배지를 이용하여 slide 배양한 후 이를 광학현미경(Olympus BX50)으로 격막과 clamp connection의 유무, spore 및 conidia 등의 크기와 형태적 특성을 비교 관찰하여 동정하였다.

적정 성장온도의 측정

분리된 고온성 곰팡이의 최적 성장온도를 측정하기 위하여 미리 증식한 접종 원에서 균총의 선단으로부터 각 8종의 균주를 내경 5 mm의 cork borer를 이용하여 PDA의 중앙에 옮겨 접종한 후 25°C, 35°C, 40°C, 45°C, 50°C, 55°C의 각기 다른 온도의 항온 배양기에 배양하면서 균사형상 및 성장을 5일 동안 관찰 측정하였다.

적정 성장 pH의 측정

성장 조건 중 적정 pH의 측정은 500 ml 삼각플라스크에 200 ml의 potato dextrose broth(PDB)를 조제하고 1 M, 0.1 M의 HCl과 NaOH를 이용하여 배지의 pH를 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0으로 각각 보정한 후 멸균하고 미리 증식한 접종 원에서 균총의 선단으로부터 각 8종의 균주를 내경 5 mm의 cork borer를 이용하여 10개의 disk를 이에 접종하여 최적 성장온도인 50°C의 진탕 배양기(120 rpm)에서 10일 동안 배양하였다. 배양 후 미리 항건량을 측정한 여과지(Whatman No. 1, Ø150 mm)에 배양액 전량을 여과하고 104°C 건조기에서 4시간동안 건조시켜 건 중량을 측정하였으며, 여과한 각 배지의 최종 pH를 측정하였다.

최적 조건하에서의 성장률 측정

최적 조건하에서 분리 균류의 성장률 측정은 500 ml 삼각플라스크에 200 ml의 PDB를 조제하고 1M, 0.1M의 HCl과 NaOH를 이용하여 배지의 pH를 최적 성장 pH인 pH 8.0으로 보정한 후 멸균하고 미리 증식한 접종 원에서 균총의 선단으로부터 각 8종의 균주를 내경 5 mm의 cork borer를 이용하여 10개의 disk를 이에 접종하여 최적 성장온도인 50°C의 진탕 배양기(120 rpm)에서 배양하였다. 배양 중 0, 2, 4, 6, 8, 10일 동안 2일 간격으로 미리 건 중량을 측정한 여과지(Whatman No.1, Ø150 mm)에 배양액 전량을 여과하고 104°C 건조기에서 4시간 동안 건조시켜 건 중량을 측정하였으며, 여과한 각 배지의 최종 pH를 측정하였다.

느타리버섯 페면 배지에서의 성장률 측정

느타리버섯 배지는 페면, 비트 펄프, 왕겨를 부피비 5:3:2로 조성하였다. 이는 많은 농가에서 실제로 느타리버섯의 배양에 사용하는 배지로, 분리한 균주들이 농가에서 제조한 배지에서의 성장률을 측정하기 위함이다. 또한 양송이 배지와는 매우 다른 조성물로 인한 차이를 알아보기 위하여 실시하였다. 조성한 배지 재료를 121°C, 15 lb에서 30분간 살균한 후 멸균된 petri dish에 무균 조작하여 골고루 편 후, 그 중앙에 미리 증식한 접종 원에서 균총의 선단으로부터 각 8종의 균주를 내경 5 mm의

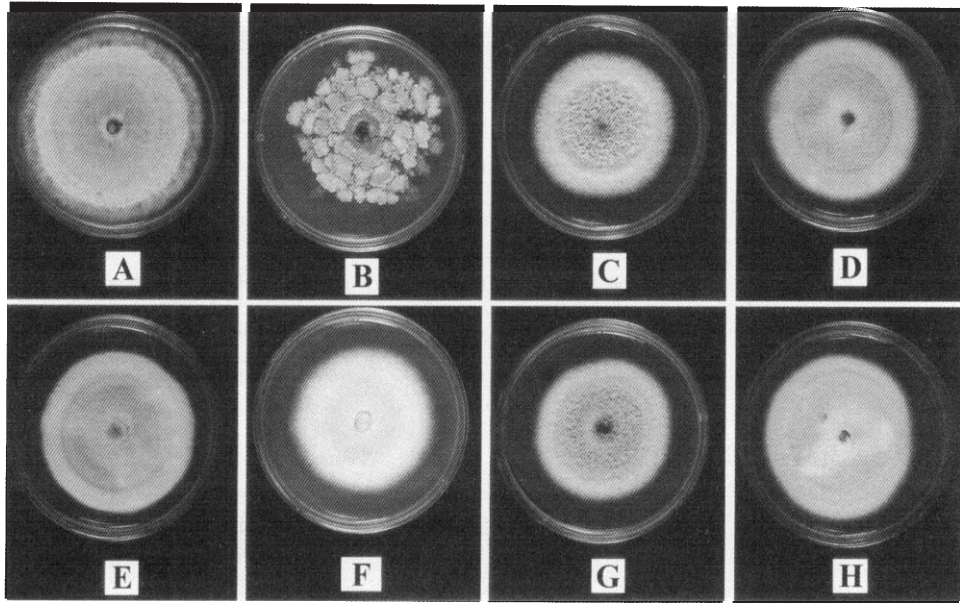


Fig. 1. Mycelial morphology of thermophilic fungi. A, *Humicola grisea* var. *thermoidea*; B, S-1; C, S-2; D, S-3; E, S-4; F, S-6; G, S-7; H, S-10

cork borer를 이용하여 집중한 후 50°C의 항온 배양기에서 배양하였다.

결 과

균사 성장촉진 고온성 균주의 분리

강원도 원주군 부론면 법천리에 소재한 영농조합 겨자씨에서 제조한 느타리버섯 재배용 배지로부터 45°C의 온도에서 성장하

는 고온성 곰팡이를 모두 264개체 분리하였으며 균사 성장이 뚜렷하며 균체 형태와 색도의 정도에 따른 형태등을 참조하여 33종으로 우선 분리하였다. 분리한 균주들에 대해 느타리버섯 균사 성장촉진 효과를 측정한 결과 모두 7종의 곰팡이를 분리하여 동정하기 전까지 S-1, S-2, S-3, S-5, S-6, S-7, S-10으로 명명하였으며(Fig. 1), 대조군으로는 양송이버섯 균사 성장촉진 효과가 큰 것으로 밝혀진 *Humicola grisea* var. *thermoidea* (KCTC 6994) 1종을 생명공학연구소에서 분양 받아 사용한 결과 느타리버섯 균사에 대해 도리어 성장저해 효과가 나타났다(Table 1).

Table 1. Growth-promoting effect of thermophilic fungi on *Pleurotus ostreatus* mycelium.

Strain	Control (Not fermented)		Experiment (Fermented by thermophilic fungi)	
	Mycelial Diameter (mm/7 days)	Mycelial density	Mycelial Diameter (mm/7 days)	Mycelial density
<i>Humicola grisea</i> var. <i>thermoidea</i>	48.2	+	47.0	+
S-1	48.2	+	63.5	++
S-2	48.2	+	64.0	+++
S-3	48.2	+	51.0	+
S-5	48.2	+	57.0	+++
S-6	48.2	+	50.0	+
S-7	48.2	+	54.5	+
S-10	48.2	+	52.0	+

+, ·, density of *Pleurotus ostreatus* mycelium.

분리균주의 분류 및 동정

PDA 배지와 slide culture를 이용하여 육안 관찰과 현미경 관찰을 하였다. S-1은 균체의 형태가 구름 또는 장미꽃 잎 형상으로 부정형의 성장을 보였으며, 성장률은 17.0 mm/day이었고, 균사의 색도는 upper color와 reverse color가 동일하게 black이었으나 때로는 white의 균사도 관찰되었다. 현미경적 관찰에서 균사는 유격막 균사로 conidia를 형성하지 않는 특징을 가지고 있었으며, 이 외의 6균류는 공통적으로 콜로니가 round형으로 velvety 또는 floccose의 형태로 관찰되었으며, 성장률은 15.0 ± 2.0 mm/day이었고, 균사의 색도는 upper color가 대부분 brown (reddish) 또는 gray (pinkish, white)로, 펠트리접시 뒷면에서 관찰하는 reverse color는 brown (reddish) 또는 black (reddish)으로 관찰되었다. 현미경적 관찰에서 균사는 단순한 branch 구조의 유격막균사를 갖고 있었으며, conidia는 $14.0 \pm 2.0 \mu\text{m}$ 의 크기로, 둥글고 거친 원구형태의 spore를 형성하였다. 상기의 결과를 종합하여 S-1 균류는 *Trichophyton* sp.로 동정되었으며, 이 외의 6균류는 *Sepedonium* sp.로 분류되었다(Table 2).

Table 2. Cultural and microscopic characteristics of thermophilic fungi.

Determination	Thermophilic fungi							
	H	S-1	S-2	S-3	S-5	S-6	S-7	S-10
Source	KCTC(6994)	Compost	Compost	Compost	Compost	Compost	Compost	Compost
Colony shape	Round	Like a cloud or rose	Round	Round	Round	Round	Round	Round
Colony diameter after 5days on 50°C (mm/day)	17.0	17.0	17.0	14.3	16.1	13.3	14.4	16.1
Colony color (upper)	brown	black to white	gray to pinkish	brown to gray	brown to gray	white to gray	brown to gray	brown to gray
Reverse color	dark brown	black	brown	reddish brown	reddish brown	brown	reddish black	reddish brown
Texture	radiating tiled	velvety	velvety, floc-cose	velvety	velvety	velvety	velvety, floc-cose	velvety
Hyphae				Septate				
Spore	Formed	none			Formed			
Conidia size(μm)	13-15	none	14-16	12-15	12-15	11-13	13-17	12-15
Conidial production		none	large round	pear-shape tuberculated	pear-shape tuberculated	pear-shape tuberculated	large round	pear-shape tuberculated
Identification	<i>Humicola grisea</i> var. <i>thermoidea</i>	<i>Trichophyton</i> sp.			<i>Sepedonium</i> sp.			

성장온도

분리된 고온성 곰팡이의 적정 성장온도를 측정한 결과, *H. grisea* var. *thermoidea* 및 분리된 7종의 모든 균류는 50°C에서 균사의 적정 성장온도(Table 3)를 나타내었다. *H. grisea* var. *thermoidea*와 S-1, S-2 균류는 120시간의 배양동안 8균류 중 균사성장률이 가장 우수한 것으로 나타났다. 25°C에서는 균사의 성장이 전혀 일어나지 못하거나, 최적 성장온도에서 균사성장률의 약 10% 내외의 매우 저조한 성장이 관찰되었다.

적정 성장 pH

분리된 고온성 곰팡이의 적정 성장 pH의 측정에서 S-5 균류는 pH 7.0, S-10 균류는 pH 10.0에서 최적성장을 나타내었고, 이외의 균류는 pH 8.0~9.0의 약알칼리 구간에서 최적성장을 나타

내었다. 또한 초기 pH를 보정한 것에 관계없이 각 균류의 배양 후 pH는 5.5~6.4 까지의 약산성을 나타내었다(Fig. 2).

최적 조건에서의 성장을 측정

최적조건에서 고온성 곰팡이를 PDB배지에서 키우며 성장률을 측정한 결과, 다음과 같은 growth curve로 나타내었다(Fig. 3). *H. grisea* var. *thermoidea*와 S-2 균류는 PDA 배지에서의 성장률 측정에서와 같이 액체배양에서도 높은 성장률(0.47-0.50 g/10 days)을 나타내었다. 또한 *H. grisea* var. *thermoidea*, S-6, S-10 균류는 배양 2-4일인 전반부에, S-2, S-3, S-7 균류는 배양 후반부에서 빠른 성장을 보였다. 특히 배양 8일에서 10일째에 S-2 균류는 0.28 g/day, S-3 균류는 0.3 g/day의 급성장을

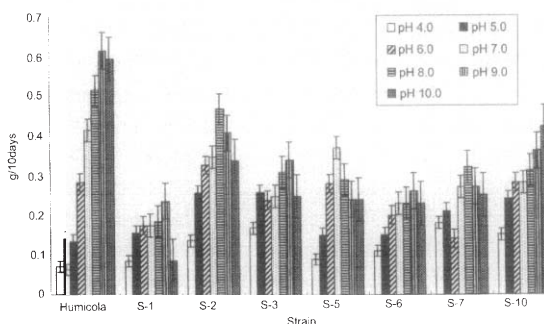


Fig. 2. Mycelial growth rate of thermophilic fungi on different initial pH.

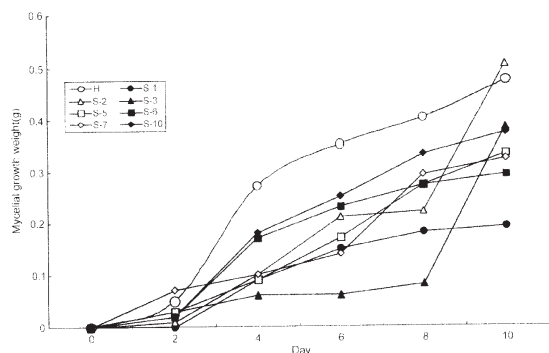


Fig. 3. The growth curve of thermophilic fungi on the optimal condition in potato dextrose broth media.

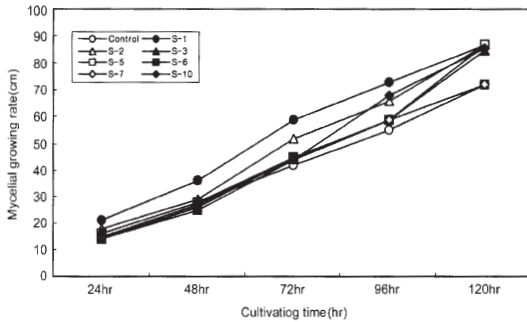


Fig. 4. Mycelial growing rate of thermophilic fungi on lignocellulosic substrate at 50°C.

보여 각 균류간에 시간별 성장속도가 다를 수 있었다.

느타리버섯 폐면 배지에서의 성장률 측정

느타리버섯 배지에서 고온성 곰팡이의 성장률을 측정한 결과, S-1, S-2, S-5, S-10 균류의 균사성장률이 우수한 것으로 나타났다. 반면에 *H. grisea* var. *thermoidea*의 균사성장률은 매우 저조한 것으로 관찰되었다. 또한 S-3, S-6, S-7 균류의 성장도 합성배지에서의 성장과 비교할 때 비교적 좋은 성장 속도를 나타내었다(Fig. 4).

고 찰

일찍이 유럽에서는 양송이버섯을 배양하는데 있어 일부의 고온성 곰팡이들이 양송이버섯의 균사성장을 촉진하는 것을 밝혀내었으며 이를 잘 활용하므로 버섯의 품질을 높이고 생산량을 증가시켜왔다. 우리나라에서는 주로 느타리버섯을 재배하는 만큼 이와같은 유용한 고온성 곰팡이의 분리와 활용이 요구되어 왔다. 본 실험에서는 느타리버섯의 균사 성장을 촉진하는 고온성 곰팡이들을 7종 분리하였으며 특히 양송이 버섯 균사성장을 촉진하는 *H. grisea* var. *thermoidea*의 경우 도리어 느타리균사의 성장을 저해하거나 영향을 미치지 못하여 느타리버섯 배지 숙성에는 이에 알맞는 고온성 곰팡이가 따로 존재함을 확인하였다. 또한 본 실험에서 분리한 고온성 곰팡이들의 분포는 양송이버섯 배지에서 분리한 고온성 곰팡이들인 *Aspergillus fumigatus*, *Chaetomium thermophile*, *Humicola insolens* 등의 분포와 다른 것으로 나타났다(13). 이는 느타리버섯과 양송이버섯의 배지 구성분이 다르기 때문인 것으로 판단된다(4,5). 양송이버섯과 느타리버섯은 모두 타가 영양 생물체로서 특히 사물 기생하여 셀룰로오스 성분을 주 영양 원으로 하는 점은 같으나 느타리버섯과는 달리(1,6) 양송이버섯의 배지에는 동물의 분뇨가 많이 섞여 있으며 이로 인해 N/C 비율이 매우 높은 편이다(1,16). 이러한 결과는 느타리버섯 폐면 배지 성장에서의 고온성 곰팡이의 성장에서도 잘 나타나고 있다. 대조균주인 *H. grisea* var. *thermoidea*의 경우 양송이 부숙 배지에서는 성장이 활발한 반면(9,10,11, 14,15) cellulose 성분만 충분한 느타리버섯 폐면배지에서 성장

Table 3. Mycelial growing rate of thermophilic fungi on PDA plate at different temperature.

Strain	Time	Culture Temperature					
		25°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C
<i>Humicola grisea</i> var. <i>thermoidea</i>	24 hrs	None ^{a)}	6.0 ^{b)}	8.0	9.8	21.3	None
	48 hrs	6.8	17.5	26.5	27.8	49.0	None
	72 hrs	13.0	31.8	42.3	45.5	75.5	8.3
	96 hrs	17.8	44.3	59.5	65.3	80.0	10.3
	120 hrs	21.5	59.5	73.3	80.3	87	18.5
S-1	24 hrs	None	None	6.3	15.3	27.5	6.5
	48 hrs	None	7.5	13.3	40.8	57.5	13.3
	72 hrs	None	10.8	20.8	71.3	77.5	53.8
	96 hrs	6.5	17.0	28.8	75.5	87	58.0
	120 hrs	9.8	23.3	38.0	87	87	53.5
S-2	24 hrs	None	None	7.5	14.3	20.3	11.3
	48 hrs	None	8.3	16.0	28.8	38.0	16.5
	72 hrs	None	12.0	24.8	46.3	57.8	42.8
	96 hrs	7.0	18.0	37.8	66.0	78.0	49.5
	120 hrs	7.8	21.8	45.0	78.8	87	53.0
S-3	24 hrs	None	6.3	10.3	21.3	22.8	13.5
	48 hrs	None	10.0	14.0	27.3	30.5	17.5
	72 hrs	None	14.0	19.8	39.5	43.8	23.8
	96 hrs	None	17.3	25.0	52.3	58.3	29.8
	120 hrs	None	18.0	30.5	62.5	71.3	34.5
S-5	24 hrs	None	6.3	12.3	26.5	29.3	15.3
	48 hrs	None	8.8	14.5	33.3	37.0	24.8
	72 hrs	None	11.5	22.3	46.8	52.8	33.8
	96 hrs	None	14.0	28.8	62.3	70.3	43.8
	120 hrs	None	14.8	33.3	72.8	80.3	53.0
S-6	24 hrs	None	6.5	9.5	21.0	24.8	14.5
	48 hrs	None	8.3	11.0	26.8	30.8	20.5
	72 hrs	None	9.0	11.8	32.8	44.8	26.8
	96 hrs	None	9.5	12.0	41.3	57.5	33.0
	120 hrs	None	9.8	12.5	47.5	66.5	38.3
S-7	24 hrs	None	6.5	10.5	20.8	23.5	15.8
	48 hrs	None	9.3	14.0	29.0	31.8	21.0
	72 hrs	None	11.3	20.3	41.8	45.8	28.3
	96 hrs	None	11.8	26.3	55.8	61.3	34.3
	120 hrs	None	14.5	31.8	66.5	71.8	44.0
S-10	24 hrs	None	6.3	12.3	25.8	28.0	19.8
	48 hrs	None	8.8	18.3	34.5	37.3	25.8
	72 hrs	None	12.8	29.5	52.0	53.8	36.3
	96 hrs	None	16.8	34.8	69.0	72.0	46.3
	120 hrs	None	19.5	40.5	78.3	80.3	54.0

^{a)}The mycelium of thermophilic fungi didn't grow any more; ^{b)}The unit of mycelial length is cm.

속도가 떨어진 결과는 *H. grisea* var. *thermoidea*의 성장 조건 역시 질소원을 필요로 한다는 것을 의미한다. 따라서 품질 좋은 느타리버섯의 배지를 제조하기 위해서는 폐면이나 볏짚 등 배지 조성 성분에 적합한 고온성 균주들을 새로 확보하여야 하며 이러한 점에서 이번에 분리한 균주들은 중요한 의미를 지닌다.

버섯의 배지를 생산하는데 있어 고온 호기성 발효를 하는 이유는 버섯의 균사가 최적의 조건으로 잘 자라는 반면 다른 미생물들의 성장을 억제하는 데 있으며 이러한 과정이 언제나 꼭 필요한 것은 아니다(3). 그러나 이 과정을 거치는 동안 폐면, 볏짚, 왕겨 등과 같은 고분자 난분해성 유기물들이 물리 화학적으로 변화되어 버섯의 균사 성장에 적합하도록 변화시키는 것이다. 따라서 이들 고온성 곰팡이들은 많은 유용한 고온성 효소들을 갖고 있는 것으로 알려져 있으며(3), 그 활용 방법도 앞으로 더욱 늘어날 것으로 판단된다.

분리한 고온성 곰팡이들의 형태 중 특히 S-1은 매우 특이한 형태를 가지고 있었으며 나머지 균주들은 비슷한 형태적 특성을 갖고 있었다. 모든 분리 고온성 곰팡이들의 최적 온도는 45-50°C이며, 성장이 가능한 최고 온도가 55-60°C로 이는 기존의 고온성 곰팡이들에 대한 보고(10, 13)와 일치하였다. PDA 배지와 폐면 배지에서의 성장률을 조사한 결과, *Trichophyton* sp. S-1이 가장 좋은 성장을 나타내었다. 이들 고온성 곰팡이를 액체배양한 결과 호기성 정제 배양에서 구상의 균사 펠렛으로 성장하였으며 성장 속도도 매우 좋아 앞으로 버섯 재배 농가에서 직접 배양하거나 공급하기 용이할 것으로 생각된다.

이상의 결과로 보아 이들 몇 종의 고온성곰팡이들은 느타리버섯의 균사 배양을 촉진시키며 배양 조건이 순쉬어 배지 제조에서 사용 가능성이 높은 것으로 판단하였다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 산업기술정책연구소의 산업기반기술개발 1999년도 사업비에 의하여 수행되었기에 감사드립니다.

참고문헌

1. 성재모, 유영복, 차동렬. 1998. 버섯학, p 259-301. 교학사
2. Fermor, T.R. and W.D. Grant. 1985. Degradation of fungal and actinomycete mycelia by *Agaricus bisporus*. *J. Gen. Microbiol.* 131, 1729-1734.
3. Fermor, T.R., P.E. Randle, and J.F. Smith. 1985. Compost as a substrate and its preparation, p. 81-109. In P.B. Flegg, D.M. Spencer, and D.A. Wood(ed.), The biology and technology of the cultivated mushroom. John Wiley and Sons, Ltd., Chichester. United Kingdom.
4. Lynch, J.M. 1993. Substrate availability in the production of composts, p. 24-35. In H.A.J. Hoitink and H.M. Keener (ed.), Science and engineering of composting: design, environmental, microbiological and utilization aspects. Renaissance Publications, Worthington, USA.
5. Noble, R., and R.H. Gaze. 1994. Controlled environment composting for mushroom cultivation: substrates based on wheat and barley straw and deep litter poultry manure. *J. Agr. Sci.* 123, 71-79.
6. Pettipher, G.L. 1987. Cultivation of the oyster mushroom(*Pleurotus ostreatus*) on lignocellulosic waste. *J. Sci. Food Agric.* 41, 259-265.
7. Ross, R.C. and P.J. Harris. 1983. An investigation into the selective nature of mushroom compost. *Scien. Horticult.* 19, 54-64.
8. Ross, R.C. and P.J. Harris. 1983. The significance of the thermophilic fungi in mushroom compost preparation. *Scien. Horticult.* 20, 61-70.
9. Straatsma, G., J.P.G. Gerrits, M.P.A.M. Augustijn, H.J.M. Op Den Camp, G.D. Vogels, and L.J.L.D. Van Griensven. 1989. Population dynamics of *Scytalidium thermophilum* in mushroom compost and stimulatory effects on growth rate and yield of *Agaricus bisporus*. *J. Gen. Microbiol.* 135, 751-759.
10. Straatsma, G., J.P.G. Gerrits, T.M. Gerrits, H.J.M. Op den Camp., and L.J.L.D. Van Griensven. 1991. Growth kinetics of *Agaricus bisporus* mycelium on solid substrate(mushroom compost). *J. Gen. Microbiol.* 137, 1471-1477.
11. Straatsma, G., and Samson, R.A. 1993. Taxonomy of *Scytalidium thermophilum*, an important thermophilic fungus in mushroom compost. *Mycol. Res.* 97, 321-328.
12. Straatsma, G., R.A. Samson, T.W. Olijnsma, H.J.M. Op den Camp, J.P.G. Gerrits, and L.J.L.D. Van Griensven. 1994. Ecology of thermophilic fungi in mushroom compost, with emphasis on *Scytalidium thermophilum* and growth stimulation of *Agaricus bisporus* mycelium. *Appl. Environ. Microbiol.* 60, 454-458.
13. Straatsma, G., T.W. Olijnsma, J.T.G. Gerrits, J.G.M. Amsing, H.J.M. Op den Camp, and L.J.L.D. Van Griensven. 1994. Inoculation of *Scytalidium thermophilum* in bottom mushroom compost and its effect on yield. *Appl. Environ. Microbiol.* 60, 3049-3054.
14. Wiegant, W.M. 1992. Growth characteristics of the thermophilic fungus *Scytalidium thermophilum* in relation to production of mushroom compost. *Appl. Environ. Microbiol.* 58, 1301-1307.
15. Wiegant, W.M., J. Wery, E.T. Buitenhuis, and J.A.M. De Bont. 1992. Growth-promoting effect of thermophilic fungi on the mycelium of the edible mushroom *Agaricus bisporus*. *Appl. Environ. Microbiol.* 58, 2654-2659.
16. Wood, D.A., and T.R. Fermor. 1982. Nutrition of *Agaricus bisporus*. p. 43-61. In P.B. Flegg, D.M. Spencer, and D.A. Wood(ed.), The biology and technology of the cultivated mushroom. John Wiley and Sons, Ltd., Chichester. United Kingdom.

(Received February 18, 2000/Accepted March 8, 2000)

ABSTRACT: Isolation and Characterization of Growth Stimulating Thermophilic Fungi on Oyster Mushroom from Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) Compost

Ho Yong Lee and Soung-Hee Hyun(Department of Biological Science, Sang Ji University, Wonju 220-702, Department of Premedicine, Eulji University, School of Medicine, Taejon 301-112, Korea)

Some of thermophilic fungi which has growth-promoting effect on *Pleurotus ostreatus* were isolated from compost during high temperature fermentation process. The temperature optima of 7 isolated thermophilic fungi were 50°C on PDA media. Isolated strains S-1 and S-2 have the best mycelial growing rate, so these isolates were expected as excellent thermophilic fungi for high temperature composting and mycelial growing of oyster mushroom. In liquid culture, the optimal pH of thermophilic fungi observed variously, pH 7.0-10.0 but most of thermophilic fungi grow well in pH 8.0-pH 9.0 and the final pH of media after cultured was done pH 5.5-6.0. In liquid culture of thermophilic fungi on the optimal condition, S-2 have the best mycelial growing rate. The growing rate of thermophilic fungi S-1, S-2, S-5, and S-10 on lignocellulosic substrates was good but *Humicola grisea* var. *thermoidea*, well know thermophilic fungi which has growth-promoting effect on *Agaricus bisporus*, was poor and which was well grown on PDA at 50°C, pH 7.0. Isolated strain S-1 was identified as *Trichophyton* sp. and other 6 strains were identified as *Sepedonium* sp. by morphological characteristics.