식품산업과 영양 8(1), 50~56, 2003 Food Industry and Nutrition

산·학·연 논단

곡물 액체배지에서 배양시킨 팽이버섯 균사체의 생리활성

한서영* · 손미예* · 이상원*,**†

*한국전통발효식품연구소
**진주산업대학교 미생물공학과

Physiological Activities of Mycelial *Flammulina velutipes* Cultured in Liquid Grain Media

Seo-Young Han*, Mi-Yae Shon* and Sang-Won Lee*,**†

*Korea Fermented Food Research Institute, Sancheong 666-962, Korea
**Dept. of Microbiological Engineering, Jinju National University, Jinju 660-758, Korea

서 론

생태계 내에서 유기물을 무기물로 분해하여 자연에 환원시키는 중요한 역할을 하는 버섯류는 당질, 단백질, 비타민, 무기질, 아미노산 및 효소 등의 일반 영양소들이 풍부할 뿐만 아니라 다양한 약리작용을 가지고 있어 예로부터 식용 및 민간의약 부분에서 널리 이용되어 왔다(1). 이러한 버섯류 중에서 팽이버섯(*Flammulina velutipes*)은 담자균류의 주름버섯목(Agaricales) 송이과(Tricholomataceae)에 속하는 균으로 야생에서 팽나무, 뽕나무, 사시나무 등의 활엽수 줄기나 뿌리를 분해하는 백색 부후균의 하나로(2) 오래 전부터 인공재배에 의해 생산되어 왔는데, 최근에는 버섯재배의 기계화를 통하여 10여년의 짧은 기간동안인 1998년 말 170여개 농장에서 매일 75만병이 재배되어 약 75 M/T(연간 23,000톤)의 생산체계를 갖추게되어 농가소득의 주요 작목으로 보고되어 있다(3).

최근에는 버섯의 생물활성에 관한 국내외의 많은 보고가 있으며(4-7), 국내에서도 한국산 버섯류의 항종양 활성에 관한 연구들이 보고되고 있다(2,8,9). 활성성분의 대부분은 버섯 자실체나 액체배양된 균사체로부터 추출되고 있는데 특히, *Lentinus edodes* 및 *Pleurotus ostreatus* 등(10-15)의 버섯류로부터 분리한 단백다당체인 protein-bound polysaccharide(PBP)는 항암효과를 나타내는 것으로 알려져 있다. 이들은 기존의 합성 항암제와는 달리 종양세포에 직접 작용하지 않고 면역기능을 회복시켜 주기도 하고, 또한 생체내에서 감염방어 등의 면역기능을 나타내는 보체(complement)계를 활성화시키거나(16), macrophage를 활성화하여 암세포의 생물학적 반응을 변화시켜 종양세포에 대하여 독성을 나타내어 치료효과를 나타내므로 식용 및 의료용으로 장기간 복용하여도 독성 및 부작용이 거의 없는 것으로 알려져 있기(17,18) 때문에 버섯곰팡이인 담자균은 대량배양기술에 의해서 항암성 물질인 다당류의 생산에 이용되고 있다(19). 그러나 담자균을 식품 및 의약품으로 이용할 때에는 자실체 및 균사체의 대량배양 후 추출 및 특정성분을 분리·정제하여 사용하고 있는데(20-22), 이 과정에서 시간, 노동력 및 비용 등이 많이 소비될 뿐만 아니라 추출. 정제를 할때에 사용되는 유기용매에 의한 환경오염 또한 심각한 실태이다.

그렇기 때문에 본 연구자들은 버섯을 곡물배지에 배양하여 식용으로 사용할 수 있다면 여러 가지 장점이 있을 것으로 생각하고, 본 연구에서는 버섯의 생리활성 성분을 우리 나라 전통장류 발효식품 및 음료개발 등에 이용할 목적으로 우선 팽이버섯 균사체를 일상생활에서 상식하고 있는 곡물을 액체배지로 제조하여 배양한 균사체 및 그 배양액의 생리활성 등을 검토하여 기능성 식품 개발에 대한 기초자료로 사용하고자 하였다.

재료 및 방법

공시균주 및 배지

본 실험에 사용한 팽이버섯은 경남농업진흥원으로부터 분양받아 사용하였으며, 항균활성 검토는 *Bacillus cereus* KCCM-11204, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC-15442, *Staphylococcus aureus* KCTC-1928, *Klebsiella pneumoniae* KCTC-2208, *Lactobacillus plantarum* KCTC-3108, *Escherichia coli* KCCM-12177 등을 각각 최적 평판배지에 보존하면서 사용하였다. 또한 면역활성 측정에 사

†Corresponding author. E-mail: swlee@jinju.ac.kr
Phone: 055-751-3394, Fax: 055-751-3394

용된 생쥐(BALB/c, C57BL/6)는 대한실험동물센터(충북 음성군)에서 생후 8~12주된 암컷을 구입하여 사용하였고, 실험에 사용하기까지 고형사료와 1차 증류수를 공급하면서 사육실에서 사육하였다. 버섯배양을 위한 곡물배지로는 옥수수(corn, *Zea mays*), 조(foxtail millet, *Setaria italica*), 밀(wheat, *Triticum aestivum*), 대두박(defatted soybean, *Glycine max*), 현미(brown rice, *Oryza sativa*), 보리(barley, *Hordeum vulgare*), 검정콩(black bean, *Glycine max*) 등 7종의 곡물을 사용하였으며, 팽이버섯 균사체 배양액의 생리활성을 검토할 때에는 7종류의 곡물에 배양한 것과 합성배지의 결과를 상호 비교하기 위하여 시판 중인 potato dextrose broth(PDB)를 사용하였다. 버섯의 보존은 potato dextrose agar(PDA)평판배지를 사용하여 배양한 후 5°C의 냉장고에 보관하면서 1개월 이내에 사용하였다.

버섯 액체배양의 기질농도

분쇄한 각 곡물의 분말을 사용하여 1%, 3%, 5%, 7% 및 9%의 농도가 되도록 배지를 제조한 후, 250 mL의 삼각플라스크에 100 mL씩 넣고 멸균한 다음, 각 버섯 균사체를 cork borer No. 3으로 5 조각씩 접종하고 25°C, 120 rpm에서 7일 동안 배양하여 80 mesh로 여과 · 세척한 후, 잔존하는 건조 균사체의 무게를 측정하였다.

버섯 액체배양의 pH

곡물을 배지로 한 팽이버섯 액체배양에서 최적 pH의 검토는 분쇄한 보리쌀 분말 5%를 증류에 현탁시켜 제조한 배지를 사용하였으며, 배지 pH의 범위는 0.1 N NaOH와 HCl를 사용하여 pH 4.5~6.5범위까지 0.5의 간격으로 조정한 다음 팽이버섯 균사체를 배양하여 기질농도 측정법과 동일하게 검토하였다.

항균활성 측정

항균활성은 agar diffusion법을 변형하여 사용하였다(23). 0.7% soft agar배지 7 mL에 각 병원성 세균 50 μL씩 접종하여 잘 혼합하고 미리 준비한 LB평판 배지 위에 중층 한 후 그대로 방치하여 응고시킨 다음, 팽이버섯 배양액을 원심분리하여(15,000 rpm, 20분) 얻은 상징액을 0.2 μm의 membrane filter로 여과하여 멸균된 paper disk (Toyo Rhosi Kaisha, Ltd., 8 mm)에 150 μL씩 spot한 다음, 50°C의 dry oven에서 수분을 완전히 증발시킨 paper disc를 중층 배지 위에 얹어 30°C에서 배양하면서 시험균의 생육저해를 나타내는 clear zone의 크기(직경, mm)를 관찰하였다. 대조구는 버섯을 배양하지 않은 곡물을 동일방법으로 처리하여 사용하였다.

혈전용해능 측정

혈전용해능의 측정을 위한 시료용액은 항균활성 측정법과 동일하게 처리하였으며, fibrin plate는 0.1 g의 fibrinogen과 50 mM Tris-buffer 15 mL을 혼합하여 37°C의 항온기에서 fibrinogen을 완전히 용해시킨 후 petri dish에 분주하여 thrombin 10 μL를 첨가하여 배지를 응고시켰다. Fibrinolytic activity의 측정은 응고된 fibrin배지상에 제조한 버섯 균사체 배양액을 각각 10 μL씩 loading한 후 37°C에 일정시간 반응시켜 형성된 fibrin용해 clear zone의 장축지름(mm)의 크기를 측정하여 나타내었다(24). 대조구는 버섯의 균사를 배양하지 않은 곡물배지를 동일조건으로 처리하여 사용하였다.

항산화능 측정

버섯 균사체 배양액의 항산화 효과를 linoleic acid의 과산화물가(peroxide value, POV)를 측정하여 *in vitro*로 탐색하였다. 삼각플라스크에 linoleic acid 1 g, ethanol 25 mL 및 버섯 균사체 배양액을 첨가한 후 0.2 M 인산완충용액 25 mL을 가하여 50°C에서 2일간 저장한 다음, chloroform 25 mL을 가하여 2~3회 반복 추출하였다. Chloroform 추출액에 acetic acid 25 mL과 포화 KI용액 1 mL을 가하여 암소에서 10분간 방치한 다음 증류수 50 mL을 가하여 1/100 N $Na_2S_2O_3$용액으로 적정하였다.

면역활성 측정

면역활성 측정에 사용한 시약인 RPMI 1640, antibiotic antimycotic은 Gibco BRL(Grand Island, NY, USA)에서 구입하여 사용하였으며, FCS(fetal calf serum)은 PAA제품을 사용하였다. 2-ME(2 mercarptoethanol), sodium bicarbonate, N-1-naphthyl-ethylene-diamine과 sulfanilamide는 Sigma회사 제품을 사용하였다. Spleen 세포 분리는 생쥐(BALB/c)를 경추탈골로 희생시킨 뒤 70% 알코올로 소독하여 해부대에 올려놓고 오른쪽 옆구리쪽을 절개하여 spleen을 떼어내었다. Spleen은 핀셋을 이용하여 single 세포로 만들고 4°C, 1,200 rpm에서 6분간 3번 원심침전하는 방법으로 세척하고 마지막에 10% FBS RPMI 1640 배지로 희석하여 실험에 사용하였다. 세포 증식 측정은 분리한 비장세포를 96 well plate에 넣고 여기에 시료를 농도별로 넣어 배양한 다음 각 조건에 따른 증식정도를 측정하였다. 비장세포 증식측정은 배양 72시간 후, cell titer 96® aqueous one solution cell proliferation assay를 사용하여 각각 배양된 배양액 100 μL에 cell titer 15 μL씩 첨가하여 4~8시간 동안 배양한 다음 490 nm에서 O.D값을 측정하였다.

결과 및 고찰

액체배양의 기질농도 영향

버섯을 액체배양 할 때 첨가하는 최적 기질농도를 검토하기 위하여 500 mL의 삼각플라스크에 100 mL의 증류수를 넣고 각 곡물을 3%, 5%, 7% 및 9% 농도로 첨가하여 배양한 결과를 Table 1에 나타내었다. 곡물의 종류는 조, 보리, 대두박 및 밀을 선정하여 실험을 행하였다. 사용한 모든 곡물배지에서 팽이버섯 균사체는 pellet를 형성하면서 잘 성장하였으며, 각 곡물의 5~9% 기질농도에서는 거의 비슷한 건조균체 무게를 나타내었으나 그 중에서 7%의 기질농도에서 건조균체 무게가 약간 높게 나타났다. 그러나 7%이상의 농도에서는 곡물을 121°C에서 멸균할 때 전분질이 호화되면서 점성이 높아져 배지가 튀어 오르는 현상이 일어나기 때문에 삼각플라스크의 면전에 배지성분이 묻어 배양 도중에 오염될 우려가 있었으며, 9% 기질농도에서는 배지의 높은 점성으로 인하여 진탕이 곤란하였다. 그렇기 때문에 이후의 실험에서는 5%의 곡물농도를 최적기질 농도로 결정하였다.

액체배지의 초기 pH 영향

배지의 초기 pH가 팽이버섯의 생육에 미치는 영향을 검토하기 위하여 보리의 분말을 5% 농도로 첨가하고 산과 알칼리를 사용하여 액체배지의 pH를 4.5, 5.0, 5.5, 6.0 및 6.5로 조절한 다음 25°C에서 배양을 행한 결과를 Table 2에 나타내었다. 대조구는 보리의 분말을 증류수에 현탁했을 때의 pH를 사용하였다(pH 5.0). 표에서 보는 바와 같이 실험에 사용한 pH의 범위에서는 pH가 버섯의 생육에 거의 영향을 미치지 못하여 모두 3.0 g/L이상의 건조균체를 생성하였으나 그 중에서 pH 5.0~6.0이 최적인 것으로 나타났다. 그렇기 때문에 이후의 액체배양에서는 초기 pH를 조절하지 않고 행하였다. 느타리버섯의 경우는 합성배지에서 배양하였을 때 애느타리는 pH 5.5에서 생육이 가장 왕성하였으나, 원형느타리 및 여름느타리 등은 pH 6.5에서 가장 균사 생장이 왕성하였으며, 버섯은 초기 pH의 적용범위가 넓은 것으로 보고하였다(25). 또한 고체배지에서 팽이버섯을 배양하였을 때 배지의 pH에 따른 균사생장 길이 및 분열자 수를 조사한 결과 pH 5.2~6.0범위에서 균사생장이 70~74 mm로 양호하였으며, 분열자 수도 적은 것으로 보고(26)한 내용과 일치하였다.

Table 1. Effect of grain concentration on growth of liquid-cultured *Flammulina velutipes*

Media	Concentration (%)	Dry cell weight (g/L)
Foxtail millet	3	1.17
	5	3.39
	7	3.78
	9	3.48
Barley	3	0.82
	5	2.87
	7	3.11
	9	3.05
Defatted soybean	3	1.33
	5	3.01
	7	3.63
	9	3.26
Wheat	3	1.45
	5	3.09
	7	3.46
	9	3.06

Table 2. Effect of initial pH on growth of liquid-cultured *Flammulina velutipes* on barley medium

Initial pH (medium)	Final pH (after cultivation)	Dry cell weight (g/L)
4.5	4.2	3.08
5.0	4.8	3.36
5.5	5.3	3.42
6.0	5.7	3.31
6.5	6.1	3.06

배양 추출물의 혈전용해능

팽이버섯을 7종류의 곡물배지에 각각 액체배양하여 얻은 배양액을 fibrin 배지에 접종하여 2시간 반응시킨 다음 혈전용해능을 검토하여 Fig. 1에 나타내었다. 버섯을 액체배양할 경우 버섯 균사체가 pellet를 형성하기 때문에 본 실험에서는 배양 종료 후 원심분리하여 얻은 상징액 즉, 배양액과 침전물(pellets)을 나누어서 실험을 행하였다. 배양침전물을 시료로 사용할 경우는 원심분리하여 얻은 침전물을 막자사발에서 분쇄하여 세포내 물질을 추출한 다음, 다시 원심분리(8,000 rpm/10분)하여 얻은 상징액을 membrane filter로 여과한 용액을 시료로 사용하였다. 대조구는 팽이버섯을 배양하기 위해서 제조한 7종류의 곡물배지를 121°C, 15분 멸균하여 membrane filter로 여과한 용액을 사용하였다. 그 결과 대조구는 혈전용해능이 전혀 나타나지 않았지만(Fig. 1-A), 팽이버섯 배양액(Fig. 1-B) 및 침전물(Fig. 1-C)에서는 뚜렷한 투명환을 나타내었다. 같은 종류의 곡물배지에서는 배양액(Fig. 1-B)과 침전물(Fig. 1-C) 사이에 혈전용해능이 큰 차이를 나타내지 않았지만, 사용한 곡물배지 종류에 따라서는 배양액과 침전물 사이에 혈전용해능이 상당한 차이를 나타내었다. 특히, 조, 대두박 및 검정콩을 배지로 사용한 경우 높은 혈전용해능을 나타내었는데 비하여 옥수수, 밀, 현미 및 보리의 배지에서는 약간 낮은 혈전용해능을 나타내었다.

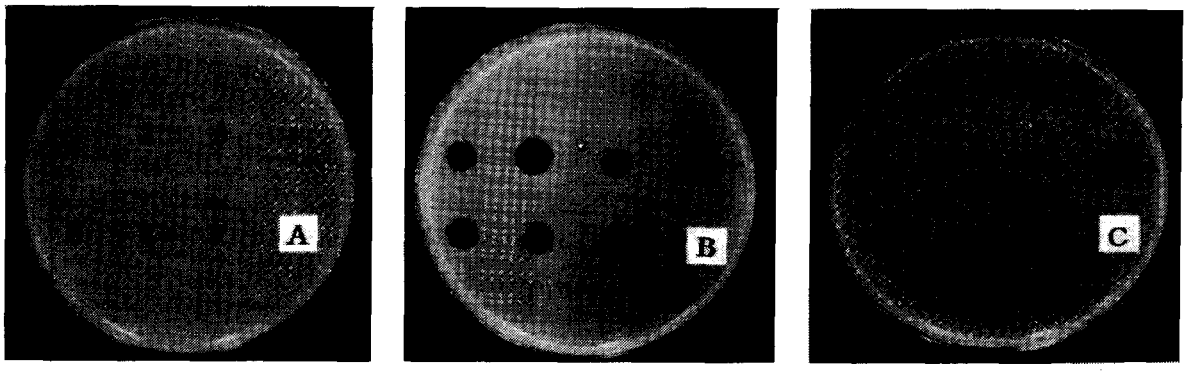

Fig. 1. Fibrinolytic activity of grains (A) as control, pellet (B) and mycelial broth (C) obtained from liquid-cultured *Flammulina velutipes* on grain media.
1, Corn; 2, Foxtail millet; 3, Wheat; 4, Defatted soybean; 5, Brown rice; 6, Barley; 7, Black bean.

배양 추출물의 항균활성

7종류의 곡물배지에 액체 배양한 팽이버섯 배양 추출물의 항균력을 검토하여 Table 3에 나타내었다. 대조구인 곡물배지 자체에서는 모든 공시균주에 대하여 전혀 항균활성을 나타내지 않았지만(결과 미제시), *S. aureus*에 대해서는 밀, 보리 및 검정콩에서, *L. plantarum*에 대해서는 조, 밀 및 보리에서, 그리고 *E. coli*에 대해서는 밀과 보리 배지로 배양한 배양액 추출물이 항균활성을 나타내었다. 그러나 *B. cereus*, *P. aeruginosa* 및 *K. pneumoniae*에 대해서는 사용한 7종류의 곡물배지에서 배양한 배양액 추출물 모두가 활성을 전혀 나타내지 않았다. 이상의 결과로 팽이버섯 배양 추출물의 항균활성은 병원성미생물의 종류 및 배지의 종류에 따라서 뚜렷한 차이를 나타내고 있음이 밝혀졌다.

Linoleic acid에 대한 항산화 효과

식품의 산화는 식품의 품질 및 영양가를 저하시키고 산화에 의해 생성된 각종 산화생성물들은 생체내에서 독성을 나타내는 것으로 보고되어 있다(27). 이러한 식품의 산화를 억제하는 방법으로서 산화방지제인 BHA(butylated hydroxyanisole), BHT(butylated hydroxytoluene) 및 tocopherol류 등을 첨가하고 있지만 BHA 및 BHT는 항산화력은 뛰어난 반면 변이원성 및 발암성이 문제되고 있으며(28), 천연 항산화제인 tocopherol은 항산화 효과가 낮고 가격이 상대적으로 비싼 단점이 지적되고 있다(29). 본 연구에서는 7종류의 곡물 및 합성배지에 배양한 팽이버섯 균사체 배양액의 항산화력을 검토하기 위하여 각각의 배지에서 배양한 팽이버섯 균사체 배양액 10 μL을 linoleic acid에 첨가한 후 50°C에서 2일간 저장하여 과산화물가를 측정한 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 대조구는 팽이버섯 균사체 배양액 대신에 증류수와 시판하고 있는 합성 항산화제인 0.1% BHT를 사용하였다. 먼저 버섯을 배양할 때 배지로 사용한 7종류의 곡물 및 합성배지 자체의 항산화력을 검토한 결과, 보리, 밀 및 조는 항산화력이 아주 미약하였으나, 검정콩, 대두박 및 합성배지의 경우는 배지 자체에서도 상당한 항산화력이 관찰되었다. 이들의 곡물배지 및 합성배지에 팽이버섯을 배양한 배양액에서는 전체

Table 3. Antibacterial activity of water extract of pellet obtained from liquid-cultured *Flammulina velutipes* (mm)

Media \ Bacteria	A-3	A-7	A-12	A-20	A-23	A-27
Corn	0	0	0	0	0	0
Foxtail millet	0	0	0	0	10.2	0
Wheat	0	0	11	0	11.2	11.4
Defatted soybean	0	0	0	0	0	0
Brown rice	0	0	0	0	0	0
Barley	0	0	10.8	0	11.6	10.8
Black bean	0	0	10.6	0	0	0

A-3, *Bacillus cereus*; A-7, *Pseudomonas aeruginosa*; A-12, *Staphylococcus aureus*; A-20, *Klebsiella pneumoniae*; A-23, *Lactobacillus plantarum*; C-27, *Escherichia coli*.

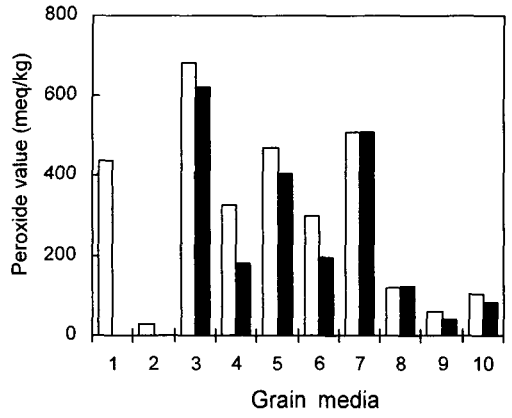

Fig. 2. Peroxide value of linoleic acid added with culture broth of mycelial mushroom after autoxidation at 50°C for 2 days (□, No mushroom; ■, *Flammulina velutipes*).
1, Distilled water; 2, Butylated hydroxytoluene; 3, Barley; 4, Brown rice; 5, Wheat; 6, Corn; 7, Foxtail millet; 8, Defatted soybean; 9, Black bean; 10, Potato dextrose broth.

적으로 곡물자체에서 보다 약간 높은 항산화력이 관찰되었으나 조와 대두박을 배지로 배양하였을 때는 곡물자체에서보다 상승된 항산화 효과를 관찰할 수 없었다. 그러나 현미, 검정콩 및 옥수수를 배지로 사용하였을 때는 배지자체의 항산화력보다 각각 45%, 35% 및 34% 증가하는 것으로 나타났다. 특히 검정콩에 팽이버섯을 배양한 배양추출물은 38 meq/kg을 나타내어 대조구인 0.1% BHT의 항산화력(27 meq/kg)과 유사한 값을 나타내었다.

비장세포의 증식능

생쥐의 비장세포 증식에 미치는 각 버섯 균사체 배양액의 영향을 검토하여 Fig. 3에 나타내었다. 대조구로는 버섯배양액 대신에 멸균 증류수를 사용하였다. 팽이버섯의 배지로 사용한 곡물자체에서는 대조구에 비하여 보리, 조 및 검정콩이 비장세포 증식에 약간의 효과를 가지고 있었으나 다른 곡물들은 비장세포의 증식에 거의 영향을 미치지 못하였다. 그러나 이들 곡물배지에 팽이버섯을 액체배양한 배양액에서는 보리, 밀, 조 및 합성배지 등에서 약 20%의 비장세포 증식효과가 나타났다.

면역 T세포 자극물질인 ConA를 버섯배양추출물에 혼합한 후 생쥐 비장세포의 증식에 미치는 팽이버섯 균사체 배양액의 영향을 검토하여 Fig. 4에 나타내었다. 대조구는 팽이버섯 균사체 배양액 대신에 멸균 증류수를 사용하였다. 대조구에 비하여 팽이버섯 배양액을 접종하지 않은 곡물자체에서는 조, 현미, 밀 및 보리의 순으로 각각 47%, 31%, 29% 및 26%의 생쥐 비장세포 증식효과를 나타내었다. 곡물배지에 팽이버섯을 접종하여 배양한 균사체 배양액의 결과를 곡물자체만으로 검토한 결과와 비교하였을 때 현미, 조, 합성배지를 사용한 시험구에서는 전혀 비장

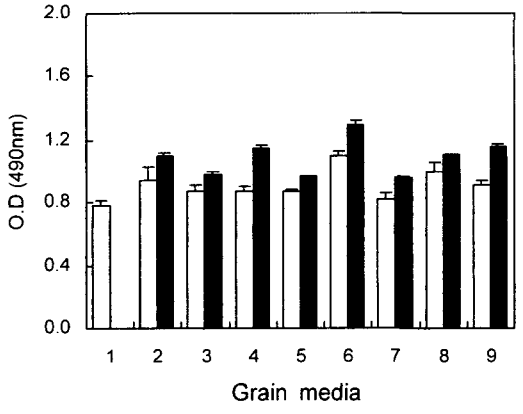

Fig. 3. Effect of culture broth of mycelial mushroom on proliferation of mouse spleen cell (□, No mushroom; ■, *Flammulina velutipes*).

1, Distilled water; 2, Barley; 3, Brown rice; 4, Wheat; 5, Corn; 6, Foxtail millet; 7, Defatted soybean; 8, Black bean; 9, Potato dextrose broth.

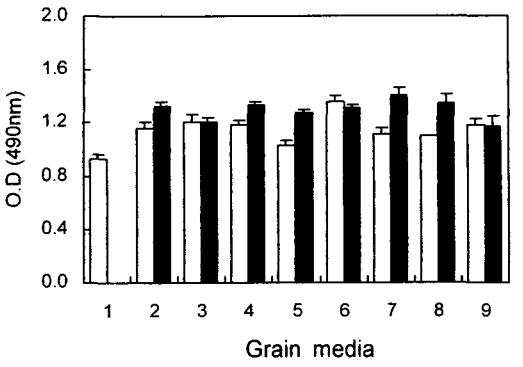

Fig. 4. Effect of culture broth of mycelial mushroom on proliferation of mouse spleen cell with ConA (□, No mushroom; ■, *Flammulina velutipes*).

1, Distilled water; 2, Barley; 3, Brown rice; 4, Wheat; 5, Corn; 6, Foxtail millet; 7, Defatted soybean; 8, Black bean; 9, Potato dextrose broth.

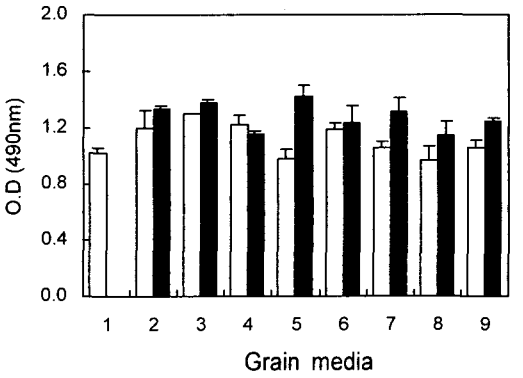

Fig. 5. Effect of culture broth of mycelial mushroom on proliferation of mouse spleen cell with LPS (□, No mushroom; ■, *Flammulina velutipes*).

1, Distilled water; 2, Barley; 3, Brown rice; 4, Wheat; 5, Corn; 6, Foxtail millet; 7, Defatted soybean; 8, Black bean; 9, Potato dextrose broth.

세포의 증식효과가 나타나지 않았지만, 옥수수, 대두박 및 검정콩 배지에서는 각각 24%, 26% 및 22%정도의 증식효과를 나타내었다.

면역 B세포 자극물질인 LPS를 버섯 배양액에 혼합한 후 생쥐 비장세포의 증식에 미치는 팽이버섯 균사체 배양액의 영향을 검토하여 Fig. 5에 나타내었다. 대조구는 팽이버섯 균사체 배양액 대신에 멸균 증류수를 사용하였다. 대조구에 비하여 팽이버섯 배양액을 접종하지 않은 곡물자체에서는 보리, 현미 및 밀에서 비장세포의 증식효과가 약간 높게 나타났으나, 팽이버섯 균사체를 배양하였을 때에는 곡물자체에서보다 옥수수, 대두박 및 검정콩배지 등에서 각각 45%, 25% 및 18%의 증식효과가 나타났다.

요 약

팽이버섯 균사체를 액체배양하여 전통 장류 발효식품

및 음료개발에 이용할 목적으로 7종류의 곡물에 배양한 팽이버섯 배양액의 생리활성을 검토하였다. 혈전용해능은 곡물 배양액과 침전물사이에는 차이가 없었으며, 대체로 조, 대두박 및 검정콩 배지에서 혈전용해능이 높게 나타났다. 항균력은 *S. aureus*에 대해서는 밀, 보리 및 검정콩이 높았고, *L. plantarum*에 대해서는 조, 밀 및 보리가 높았으며, *E. coli*에 대해서는 밀과 보리 배지에서 배양한 배양액이 높게 나타났다. Linoleic acid에 대한 항산화 효과는 곡물배지 자체에서는 검정콩, 대두박 및 합성배지에서 높게 나타났고, 팽이버섯을 배양했을 때는 검정콩배지에서 38 meq/kg의 활성을 나타내어 대조구인 0.1% BHT의 항산화력과 유사한 활성을 나타내었다. 비장세포의 증식능은 보리, 밀, 조 및 합성배지에 팽이버섯을 배양하였을 때가 곡물자체에서보다 약 20% 정도 높게 나타났다. ConA를 버섯배양 추출물에 혼합했을 때는 옥수수, 대두박 및 검정콩에서 팽이버섯을 배양한 배양액이 22~26% 정도의 증식효과가 있었으며, LPS를 혼합했을 경우는 옥수수, 대두박, 검정콩배지에 배양한 배양액이 각각 45%, 25%, 18%의 증식효과가 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 2002년 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의해 수행된 연구결과의 일부로 이에 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. Chang ST, Miles PG. 1989. Edible mushroom and their cultivation. CRC press, New York. p 27.
2. Chai JK. 2001. Re-cultivation of *Flammulina velutipes* from media used for cultivation of *Flammulina velutipes*. *Mushroom* 5: 113-124.
3. Chung JC. 1999. Production of liquid type strains of *Flammulina velutipes* and its technology. *Mushroom* 3(2): 159-178.
4. Jung KH, Park WB, Kim HW, Choi OC, Kim BK. 1992. Studies on antitumor components from *Ganoderma lucidum*. *Kor J Mucol* 20: 324-336.
5. Kim BK, Kwun JY, Park YI, Choi EC. 1992. Antitumor components of the cultured mycelia of *Calvatia craniformis*. *J Kor Cancer Assoc* 24: 57-63.
6. Kim SH, Kim HW, Choi OC, Kim BK. 1993, Immunological studies on colluban isolated *Collubia confluens*. *J Kor Cancer Assoc* 25: 288-298.
7. Yoshioka Y, Tabeta RH, Saito N, Fukuoka F. 1985, Antitumor polysaccharides form *P. ostrestus* (Fr.) Quel.: Isolation and structure of α-glucan. *Carbohydrate Research* 140: 92-100.
8. Kim BK, Chung KS, Yang MS. 1980. Studies on the antinoplastic components of Korean basidiomycetes. *Kor J Mycor* 8: 107-112.
9. Chang ST, Miles PG. 1989. Mushroom science. In *Edible mushroom and their cultivation*. CRC Press, Inc. New York. p 3-25.
10. Ikekawa T, Uehara N, Maeda Y, Nakanishi M, Fukuoka F. 1969. Antitumor activities of aqueous extracts of some edible mushroom. *Cancer Res* 29: 734-735.
11. Takuma S, Nobuo T. 1976. Further study of the structure of lentinan, antitumor polysacchrides from *Lentinus edodes*. *Carbohydrate Res* 47: 99-104.
12. Nomoto K, Yoshikumi C, Matsunaga K, Fujii T, Takeya K. 1975. Restoration of antibody-forming capacities by PS-K in tumor-bearing mice. *Gann* 66: 365-374.
13. Ito H, Fulii K, Terada Y. 1973, Studies on antitumor activity of basidiomycetes polysaccharides (3). Oral administration of polysaccharide from cultured *Coriolus versicolor* fries. *Mie Med J* 23: 67-72.
14. Chieko K, Hiroshi M, Ikuzo K. 1991. Structural examination of water insoluble alkaline-soluble polysaccharide from fruit body of *Lyophyllum ulmarium*. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaish* 38: 107-115.
15. Yuko Y, Ryoko T, Hazime S, Nobukaki U, Funoko F. 1985. Antitumor polysaccharide from *P. ostreatus* (fr), qual; isolation and structure of a β-glucan. *Carbohydrate Res* 140: 93-100.
16. Dennert G, Tucker D. 1973. Antitumor polysaccharide lentinan a T cell adjuvant. *J Natl Cancer Instv* 51: 1727-1735.
17. Hamuro G, Wagner H. 1978. β-1,3-Glucan mediated augmentation of alloreactive murine cytotoxic T lymphocytes *in vivo*. *Cancer Res* 38: 3080-3088.
18. Sugihara T, Yoshioka Y, Nishioka K. 1972. Anticomplementary activity of antitumor polysaccharides. *Nature New Biol* 238: 59-60.
19. Jung IC, Shin P, Park KS, Ha HC, Kim SH, Kwon YI, Lee JS. 1996. Antioxidative effect of fruit body and mycelial extracts of *Pleurotus ostreatus*. *Korean J Food Sci Technol* 28: 464-469.
20. Fukuda K, Uematsu T, Hamada A, Akiya S, Komatsr N, Okubo S. 1975. The polysaccharide from *Lamptromyces japonicus*. *Chem Pharm Bull* 23: 1955-1962.
21. Suzuiki I, Hashimoto K, Oikawa S, Sato K, Osawa M, Yadomae T. 1989. Antitumor and immunomodulating activities of a β-glucan obtained from liquid-cultured *Grifola frondosa*. *Chem Pharm Bull* 37: 410-416.
22. Saito K, Nishijima M, Miyazaki T. 1989. Structural analysis of a acidic polysaccharide from *Ganoderma lucidum* (Studies on fungal polysaccharides. XXXV). *Chem Pharm Bull* 37: 3134-3140.
23. Farag RS. 1989. Antimicrobial activity of some Egyption spice essential oils. *J Food Prot* 52: 665-671.
24. 納豆試驗研究會. 1990. 納豆試驗法. 光琳社, 東京. p 79.
25. Sung JM, Moon HW, Park DS. 1999. Growth condition of liquid culture by *Pleurotus ostreatus*. *Kor J Myco* 27: 1-9.

26. Kim YH. 1999. Inhibition of degeneration of inoculated strains and its production. *Mushroom* 3: 99-112.
27. Hofeman DG, Hoekstra WG. 1977. Protein against carbon tetrachloride induced lipid peroxidation in the rat by dietary vitamin E and selenium and methionine as measured by ethane evolution. *J Nutr* 107: 667-673.
28. Branen AL. 1975. Toxicology and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *JAOCS* 52: 59-65.
29. Cort WM. 1984. Antioxidant activity of tocopherols and ascorbyl palmitate and ascorbic acid and their mode of action. *JAOCS* 51: 321-326.