

천연물을 이용한 큰느타리 균사배양 및 Angiotensin Converting Enzyme 저해활성

강태수* · 정현상 · 이명렬 · 박희정¹ · 조택상² · 지성택 · 신명근
도립충북과학대학 식품생명과학과, ¹충북대학교 식품공학과, ²파진바이오(주)

Mycelial Growth Using the Natural Product and Angiotensin Converting Enzyme Inhibition Activity of *Pleurotus eryngii*

Tae-Su Kang*, Heon-Sang Jeong, Myong-Yul Lee, Hee-Joeng Park¹, Teak-Sang Jho²,
Seung-Taek Ji and Myung-Keun Shin

Department of Food Science and Biotechnology, Chungbuk Provincial University of Science and Technology, Okchon 373-807, Korea

¹Department of Food Science and Biotechnology, Chungbuk National University, Cheongju 360-763, Korea

²Pagin Biotech Co., Ltd, Seoul 156-091, Korea

(Received August 12, 2003)

ABSTRACT: To develop the health/functional food materials, we investigated the cultural condition of mycelial growth on the solid state fermentation using the brown rice, *Acanthopanax* sp. and *Artemisia* sp., and also evaluated inhibitory activity of angiotensin converting enzyme (ACE) of hot water extracts from cultured media of *Pleurotus eryngii*. As the amount of *Acanthopanax* and *Artemisia* in the cultural media increased, the mycelial growth rate decreased. Especially, addition of *Acanthopanax* showed marked effect than *Artemisia*. Moisture contents in three kinds of cultured media were in the range of 10.9~12.0%. Crude protein, fat and crude fiber content were the highest value in cultured brown rice medium, whereas the mineral contents (Ca, K and P) were higher in the *Acanthopanax* supplemented (5%) medium than the other media. The extraction yield of the *Artemisia* supplemented (5%) medium was the highest value of 4.80%, and the pH of hot water extract from cultured brown rice medium showed the lowest value of 6.1. Lightness (L) values in three kinds of extracts from cultured media were in the range of 85.8~87.1. Redness (a) value was the highest in the brown rice and *Acanthopanax* supplemented media, however cultured *Artemisia* supplemented medium showed the highest value in yellowness (b). In comparison of sugar components analyzed by the thin layer chromatography with three kinds of samples, two spots were detected to be glucose and maltose, respectively. The ACE inhibitory activity of hot water extract from the cultured *Acanthopanax* supplemented medium showed the highest value at the concentration of 0.2~1.0 mg/ml. These results suggest that the *Pleurotus eryngii* grew in natural media using brown rice and *Acanthopanax* can be supplemented to the brown rice medium to enhance its ACE inhibitory activity as health/functional food materials.

KEYWORDS: *Pleurotus eryngii*, Mycelial growth, ACE inhibition, Brown rice, *Acanthopanax*, *Artemisia*

Angiotensin converting enzyme(ACE)은 일명 kininase 라고도 불리우며 renin의 작용에 의해 angiotensinogen 으로부터 생산된 angiotensin I을 angiotensin II로 전환시켜 강력한 혈관수축 작용을 일으켜 혈압상승 작용을 유발하며, 아울러 혈관 이완작용을 돕는 bradykinin을 분해하여 불활성화시키므로 결과적으로 혈압상승을 일으키는 효소이다(Ganten and Gross, 1977; Yokoyama *et al.*, 1992; Ondetti *et al.*, 1982). 그러므로 ACE의 활성을 억제하는 물질은 혈압상승의 원인인 angiotensin II의 생산을 저해하므로 고혈압을 치료하는데 효과적이며, 실제 고혈압 환자의 치료제로 ACE 저해제는 이노제, 칼슘길항제 및 angiotensin 수용체 차단제 등과 함께 사용되고 있다(김 · 이, 2002). 최초의 ACE 저해물질은 뱀독으로부터 분리되

었고(Ondetti *et al.*, 1971), 현재 화학적 합성이나 천연물 질로부터 ACE 저해제의 개발에 대한 연구가 진행되고 있으며(Bakle, 1972; Cushman *et al.*, 1977), 각종 식품소재로부터 ACE 저해활성을 나타내는 다양한 물질들이 보고되고 있다(Matsui *et al.*, 2002; Yokoyama *et al.*, 1992). 한편, 현미(brown rice)는 백미에 비해 식이섬유를 비롯하여 조단백질 및 인, 철 등의 무기성분이 많이 함유되어 있으나 소화흡수율이 낮은 것으로 알려져 있어 근래에는 발아현미를 이용한 기능성식품의 개발에 관한 연구가 시도되고 있으며(Lee and Shin, 1996; Oh and Choi, 2000), 가시오가피와 인진쑈도 다양한 약리성분이 함유되어 있어 고혈압을 비롯하여 광범위한 약리효능을 지니고 있는 것으로 알려져 최근 건강식품으로 소비가 크게 늘어나고 있다(김 등, 2000; 문, 1991). 큰느타리(*Pleurotus eryngii*)는 일반 느타리에 비해 줄기가 굵고, 육질이 치밀하며 맛이

*Corresponding author <E-mail: tskang@ctech.ac.kr>

좋아 소비가 크게 늘어나고 있는 품종이다(강 등, 2001; Zadrazil, 1974). 일반적으로 큰느타리를 비롯한 버섯 균주들은 식물체의 주성분인 cellulose와 lignin은 물론, starch와 같은 고분자 당류의 분해능이 매우 우수하므로 큰느타리버섯 균주가 천연물로 조제된 배지에서 고체배양될 때 발효대사작용에 의해 유용물질의 생성이나 전환이 가능할 것으로 예측되었다. 따라서 본 연구에서는 새로운 건강기능성식품 소재를 개발하기 위하여 천연물(현미, 가시오가피, 인진쑥)에 대한 큰느타리의 균사 배양조건과 배양산물에 대한 성분특성 및 angiotensin converting enzyme의 저해능을 검토하였다.

재료 및 방법

균주 및 천연물 배지재료

본 실험에 사용한 버섯 균주는 큰느타리버섯(*Pleurotus eryngii*) 1호로 PDA(potato dextrose agar) 배지에서 계대 배양하여 4°C에서 보존하면서 사용하였다. 큰느타리 균사체의 고체배양용 배지 재료인 현미는 시중에서 구입하여 사용하였으며, 첨가제인 가시오가피(*Acanthopanax senticosus*)와 인진쑥(*Artemisia capillaris*)은 (주)과진마이오텍으로부터 제공받아 분쇄기로 분쇄한 다음 사용하였다.

종균배양

종균배양은 전배양과 본배양으로 나누어 준비하였는데, 전배양은 PDA 평판배지에서 생육한 균사체를 직경 5 mm의 cork borer로 절취하고, 이 균사체 5개씩을 멸균된 PDB(potato dextrose broth)배지 50 ml가 함유된 100 ml의 삼각플라스크에 접종한 다음, 25±0.5°C의 shaking incubator에서 150 rpm으로 7~10일간 배양하여 전배양액으로 사용하였다. 본배양은 멸균된 100 ml의 PDB 및 MCM (mushroom complete medium)배지를 함유한 250 ml 삼각플라스크에 전배양액을 균질기로 15~20초 동안 무균적으로 균질화한 후 배지용량의 5%(v/v)를 접종하고, 25±0.5°C의 shaking incubator에서 150 rpm으로 4~5일간 배양하여 이를 컬럼테스트 및 포트배양을 위한 종균배양액으로 사용하였다.

Column test 및 pot 배양

균사체의 column test 및 pot 배양실험은 다음과 같이 실시하였다.

먼저 column test의 배지준비는 주재료인 현미를 12시간 가량 침지시킨 후 steaming하여 수분함량을 40~50% 정도로 조절하였다. 여기에 첨가제인 인진쑥과 가시오가피를 현미의 0, 5, 10, 15%(w/w)가 되도록 첨가하여 혼합하고, 대형시험관(φ25×200 mm)에 50 g의 배지를 80 ml 용량이 되도록 충전하여 가비중이 약 0.63 g/l가 되도록 조제하였다. 그 후 현미배지 최상단에는 액체종균 배양액

의 접종시 배지 밑으로의 흐름을 방지하기 위하여 활엽수 톱밥을 5 mm 두께가 되도록 첨가·중층하였다. 121°C에서 30분간 살균한 다음, 실온으로 방냉하고 미리 준비한 액체종균 배양액중 배지용량의 5%(v/v)인 4 ml를 접종하였다. 접종후 25°C의 incubator에서 정치배양하면서 매일 균사의 생육길이를 측정하여 균사체의 생육속도를 조사하였으며, 이때 모든 실험은 5반복으로 수행한 후 평균값과 표준오차를 구하였다.

한편, 현미를 이용한 pot 배양은 수분조절한 현미에 2종의 첨가제를 5%(w/w) 농도로 첨가하여 혼합하고 850 ml의 pp(polypropylene) pot에 250 ml씩 고체배지를 넣은 후, 121°C에서 60분간 고압살균하였다. 그 후 실온으로 방냉하여 식히고, 미리 배양하여 준비한 액체종균중 배지용량의 5%(v/v)인 12.5 ml를 각각 접종하고 흔들어 혼합한 다음, 25°C의 incubator에서 25~30일 동안 정치배양하였다.

추출 및 수율

고체배양이 끝난 각 배양배지를 100 g씩 칭량하여 대형의 환류추출기에 넣고, 증류수 500 ml를 가한 다음, 온도 95~100°C에서 2시간 동안 열수추출하였다. 추출후 여과 및 원심분리하여 상등액을 회수하였으며, 추출 상등액은 회전증발농축기(R-124, EYELA, Japan)로 농축한 다음, deep freezer와 freeze dryer를 이용하여 동결건조하였다. 동결건조가 끝난 각 시료는 건조중량을 구하여 초기 추출 원료의 중량에 대한 무게비를 구하여 추출수율(%)을 산출하였다.

일반성분 및 이화학적 특성 검토

일반성분은 A.O.A.C. method(1990)에 준하여 다음과 같이 정량하였다.

수분함량은 수분측정기(Denwer Ins. Mark 2HP, USA)를 사용하여 시료를 105°C에서 건조하며 중량 감모율을 백분율로 환산하여 표시하였으며, 조단백질 함량은 Kjeldahl 분해장치로 시료를 분해하여 질소 자동분석기(Auto sampler system, 1035 analyzer, Sweden)로 질소함량 측정 후 단백질 계수인 6.25를 곱하여 구하였다. 조지방은 soxhlet 추출기를 사용하여 시료 2~3 g을 원통여지에 넣고, 15~18시간 동안 ether로 환류추출한 다음, 추출물을 건조하여 평량하였으며, 조회분은 시료 5~10 g을 도가니에 정확하게 칭량하여 넣고 회화로의 온도를 500~550°C로 하여 5~10시간 회화시켜 방냉후 무게를 측정하여 정량하였다. 한편, 조섬유는 Fibertec system(M 1020, Sweden)으로 측정하였으며, 탄수화물중 총당의 함량은 상기에서 구한 일반성분의 총합을 100에서 감하여 계산하였다. 또 무기성분 함량은 ICP(Inductivity Coupled Plasma, Victoria 3175, Australia)로 분석하여 구하였다. 각 시료 추출물에 대한 색도의 측정은 동결건조된 배양추출물에

1% 농도로 증류수에 용해하여 조제하고 색도색차계 (Minolta CR 300, Japan)를 이용하여 측정하였다. 색도값은 명도(L, lightness), 적색도(a, redness) 및 황색도(b, yellowness)로 표시하였으며, 색도값은 각각 3회 반복하여 측정한 다음, 평균값으로 환산하여 표시하였다. 또 추출물 시료의 pH는 pH meter를 사용하여 측정하였다. 각 시료 추출물의 구성당 변화를 알아보기 위하여 TLC(thin layer chromatography)를 수행하였는데, TLC plate는 Kieselgel 60F₂₅₄를 사용하였으며, 각 시료를 모세관으로 spot한 다음, n-butanol, ethanol 및 증류수를 5:5:3의 용량비로 조제한 전개용매로 전개시켰다. 전개 완료후 silver nitrate 용액을 TLC plate에 분무하고 건조시켜 발색을 확인한 다음 시료의 Rf값을 구하였다. 이때 표준당으로는 glucose, maltose 및 trehalose를 사용하였다.

Angiotensin Converting Enzyme(ACE) 저해 활성

ACE(angiotensin converting enzyme, peptidyl dipeptidase, E.C. 3.4.15.1)는 고혈압을 유도하는 효소로서 이 효소의 활성 저해능은 기질인 furylacryloylphenylalanyl-glycylglycine(FAPGG)가 ACE의 작용에 의해 FAP(furylacryloylphenylalanine)와 glycyglycine(GG)으로 가수분해되는 정도를 측정하는 Maguire와 Price(1985)의 방법을 이용하여 다음과 같이 측정하였다. Tris-buffer 10 ml에 ACE reagent(Sigma Co.) 1 vial을 용해시킨 다음, 이 용액 1 ml를 취하여 effendorf tube에 넣고, 농도별로 조제한 각 추출물시료와 ACE calibrator를 각각 100 µl씩 첨가한 다음, 37°C에서 10분간 반응시킨 후 340 nm에서 흡광도를 측정하였다. 그 후 흡광도를 대조구와 비교하여 ACE 저해 활성(%)을 계산하였으며, 이때 대조구는 시료대신 증류수를 넣어 반응시킨 것으로 하였고, 각 계산값은 3회 반복실험 후 구한 평균치와 표준편차로 나타내었으며, 각 실험군 사이의 유의성은 SAS program을 이용하여 p<0.05 수준에서 Duncan의 multiple range test로 검색하였다.

결과 및 고찰

균사배양에 미치는 첨가제의 영향

순수 현미배지에서 큰느타리버섯(*pleurotus eryngii*) 균사의 생육정도를 column test로 측정한 결과는 Fig. 1과 같다.

큰느타리 균사는 종균 접종 후 배양 3일까지는 비교적 느린 생육속도를 보였으며, 배양 5일부터는 일정한 속도로 비교적 빠른 생육을 보였는데, 균사배양 3일째에 1.9 cm, 배양 5일째에는 6.0 cm, 배양 7일째에는 10.7 cm이었고, 배양 11일만에 현미배지의 전체길이인 16 cm(100%)까지 모두 자랐다.

한편, 부재료인 가시오가피와 인진쑥의 첨가가 큰느타리버섯 균사의 생육속도에 미치는 영향을 조사한 결과는

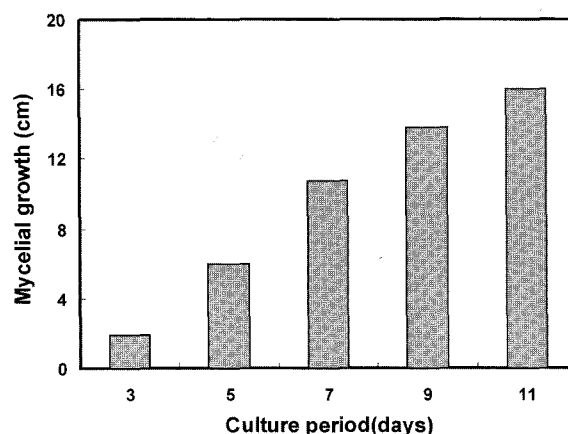


Fig. 1. Mycelial growth of *Pleurotus eryngii* in the brown rice medium.

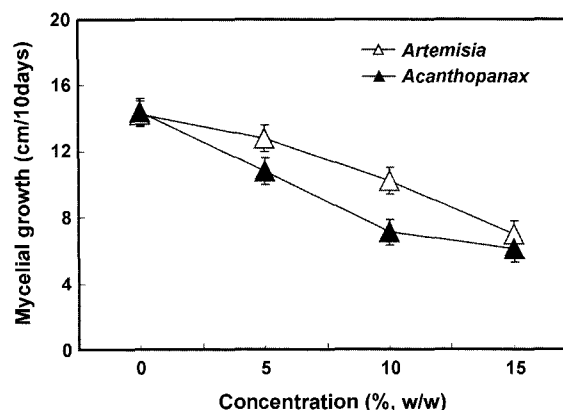


Fig. 2. Effect of the concentrations of the additives on the mycelial growth of *Pleurotus eryngii* in the brown rice medium.

Fig. 2와 같다.

가시오가피와 인진쑥을 현미에 부재료로 첨가한 경우, 첨가하지 않았을 때 보다 큰느타리 균사의 생육속도는 감소하였으며, 부재료의 첨가농도가 5%에서 15%(w/w)로 증가함에 따라 균사의 생육속도도 크게 감소하는 경향을 보였다. 이는 큰느타리 균사가 주기질로 현미를 잘 이용하지만 인진쑥과 가시오가피가 첨가되면 이들의 약리성분으로 인하여 생육저해 작용을 받아 결과적으로 순수 현미배지에 비해 균사의 생육속도가 느린 것으로 생각되었다. 특히 가시오가피를 부재료로 첨가한 경우가 인진쑥 첨가구에 비해 균사의 생육속도가 낮은 경향을 보였는데, 5%(w/w) 부재료 첨가시 배양 10일째에 인진쑥 첨가배지는 12.8 cm인 반면 가시오가피 첨가배지는 10.8 cm이었다. 또 10% 첨가시 인진쑥 첨가배지는 10.2 cm인데 비해 가시오가피는 7.1 cm이었으며, 15% 첨가시에도 인진쑥과 가시오가피 첨가배지가 각각 7.0 cm 및 6.1 cm로 인진쑥 첨가배지가 가시오가피 첨가배지에 비해 상대적으로 빠른 균사 생육속도를 보였다. 이는 가시오가피의 약리성분이

Table 1. Composition (%) of mycelial culture of *Pleurotus eryngii* in brown rice media

Samples	Moisture	Crude protein	Crude fat	Carbohydrate		Crude ash	Mineral (mg/100 g)		
				Sugar	Fiber		Ca	K	P
Brown rice	12.0	9.5	2.3	71.4	3.3	1.6	33.3	250.6	677.3
Brown rice + <i>Acanthopanax senticosus</i> ^a	11.8	8.4	2.0	73.6	2.8	1.4	49.8	333.3	913.7
Brown rice + <i>Artemisia capillaris</i> ^a	10.9	7.8	1.3	76.6	2.0	1.4	26.6	275.9	866.6

^aAdded of 5%(w/w) additives to the brown rice media.

Table 2. Extraction yield, pH and Hunter's color values of cultured media

Samples	Extraction yield (%)	pH	Hunter's color value ^b		
			L	a	b
Brown rice	2.33	6.1	87.1	+0.26	-0.32
Brown rice + <i>Acanthopanax senticosus</i> ^a	2.93	6.5	85.9	+0.27	-0.24
Brown rice + <i>Artemisia capillaris</i> ^a	4.80	6.3	85.8	-0.03	+1.32

^aAdded of 5% (w/w) additives to the brown rice media.

^bL: lightness, a: redness, b: yellowness.

인진쑥에 비해 큰느타리의 균사생육에 대한 저해능이 상대적으로 크기 때문인 것으로 생각되었다.

배양산물의 성분 및 이화학적 특성

큰느타리 균사 배양물에 대한 일반성분과 무기물을 분석한 결과는 Table 1과 같다.

모든 배양산물의 수분함량은 10.9~12.0% 범위로 큰 차이는 없었으나, 조단백질, 지질 및 섬유질의 함량은 현미 배지에서 가장 높았으며, 인진쑥 첨가배지가 가장 낮았다. 그러나 당함량의 경우 인진쑥 첨가배지가 76.6%로 현미 및 가시오가피 첨가배지에 비해 다소 높은 값을 보였다. 칼슘, 칼륨 및 인 함량은 가시오가피 첨가배지가 대조구 및 인진쑥 첨가배지에 비해 높았다.

한편, 배양 배지의 추출 수율과 추출물의 pH 및 색도를 측정된 결과는 Table 2와 같다.

인진쑥 첨가배지의 추출수율이 4.80%로 현미배지의 2.33% 및 가시오가피 첨가배지의 2.93%에 비해 높았다. 추출물의 pH는 현미배지가 pH 6.1로 배양전 pH 7.0에 비해 낮았으며, 가시오가피와 인진쑥 첨가배지가 각각 pH 6.5와 pH 6.3이었다. 이와 같이 현미배지 추출물의 pH가 가장 낮은 이유는 현미배지에서 큰느타리 균사가 생육하기에 영양적으로 가장 적당하여 고체배양중 발효 대사작용에 의해 유기산 등의 배양산물이 상대적으로 많이 생산되기 때문인 것으로 생각되었다. 추출물의 색도는 명도의 경우, 세가지 시료가 85.8~87.1 범위로 서로 비슷한 값을 보였고, 적색도(redness)인 a는 현미와 가시오가피 첨가배지가 각각 +0.26과 +0.27로 비슷하였으며, 인진쑥 첨가배지는 -0.03으로 가장 낮았다. 반면, 황색도(yellowness)인 b값은 인진쑥 첨가배지가 +1.32로 가장 높은 값을 보였으며, 현미와 가시오가피 첨가배지가 각각 -0.32와 -0.24로 비슷하였다.

탄수화물의 발효능

큰느타리 균사의 탄수화물 발효능 및 이용성을 알아 보기 위해 thin layer chromatography(TLC)를 이용하여 당류를 분석하였으며, 그 결과는 Fig. 3과 같다.

그림에서 보는 바와 같이 대조구인 순수 현미추출물(D)에서는 총 4개의 spot가 관찰되었으며, 최상단의 spot는 glucose, 둘째 spot는 maltose로 판단되었고 하단부에서 관찰된 2개의 spot는 이당류 이상의 비교적 분자량이 큰 올리고당류인 것으로 생각되었다. 큰느타리 균사를 배양한 현미배지(E)와 가시오가피(F) 및 인진쑥 첨가배지(G) 추출물에서는 모두 2쌍개의 spot만이 관찰되었는데, 각 spot의 Rf치를 표준물질과 비교한 결과, 이들은 각각 glucose와 maltose로 판단되었다. 따라서 큰느타리 균사는

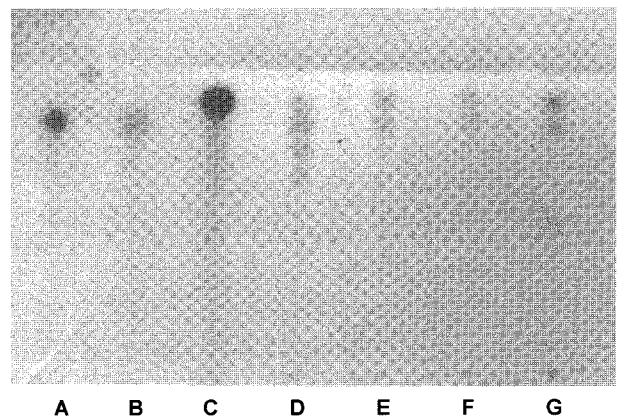


Fig. 3. Thin layer chromatograms of extracts from cultured media of *Pleurotus eryngii*. A : Maltose, B : Trehalose, C : Glucose, D : Non-fermented brown rice (control), E : Fermented brown rice, F : Fermented brown rice + *Acanthopanax senticosus* 5%, G : Fermented brown rice + *Artemisia capillaris* 5%.

Table 3. ACE inhibitory activities (%) of extracts from cultured media

Samples	Concentration (mg/ml)				
	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
Brown rice	23.3±1.5 ^c	29.1±2.1 ^c	34.4±1.4 ^b	64.2±2.2 ^c	82.2±2.1 ^a
Brown rice + <i>Acanthopanax senticosus</i> ^a	41.2±0.4 ^a	57.4±2.1 ^a	65.3±0.9 ^a	80.8±1.7 ^a	84.8±1.9 ^a
Brown rice + <i>Artemisia capillaris</i> ^a	30.4±2.5 ^b	42.3±3.1 ^b	64.8±1.5 ^a	70.7±1.5 ^b	83.6±2.1 ^a

^aAdded of 5% (w/w) additives to the brown rice media.

All values are mean±S.D. of 3 replicate trials and means with different superscripts in the same column are significantly different (p<0.05).

현미에 함유되어 있는 여러 종류의 당류중에서 비교적 분자량이 큰 올리고당류와 같은 성분도 탄소원으로 잘 이용한다는 사실을 알 수 있었다.

Angiotensin Converting Enzyme(ACE) 저해 활성

큰느타리 균사배양 배지 추출물의 angiotensin converting enzyme(ACE)에 대한 저해능을 조사한 결과는 Table 3과 같다.

시료농도 0.2~1.0 mg/ml에서 가시오가피 첨가배지의 ACE 저해활성은 41.2~84.8%로 다른 시료에 비해 높았으며, 특히, 0.2~0.8 mg/ml 농도 범위에서 대조구에 비해 유의적으로 높은 ACE 저해 활성을 보였다(p<0.05). 또 인진쑥 첨가배지의 경우도 대조구에 비하여 비교적 높은 저해 활성을 보였으며, 시료농도가 1.0 mg/ml일 때 가시오가피 첨가배지가 84.8%로 가장 높은 저해 활성을 보였으나 다른 두 시료와의 유의성은 없었다.

이상의 결과로부터 현미에 가시오가피를 첨가한 배지에서 큰느타리 균사체를 배양한 배양산물의 ACE 저해 활성은 비교적 높았으나 가시오가피 자체가 지니고 있는 활성도 영향을 미칠 수 있으므로 차후 고혈압저하능과 관련된 면밀한 연구검토의 필요성이 있는 것으로 생각되었다.

적 요

새로운 건강기능성 식품소재 개발하고자 현미, 가시오가피 및 인진쑥을 기질로 하여 큰느타리버섯 균사의 고체배양 조건을 검토하였으며, 배양산물의 성분분석 및 추출물의 ACE 저해 활성을 조사하였다. 가시오가피와 인진쑥을 현미배지에 첨가시 농도가 증가함에 따라 균사의 생육속도는 감소하였으며, 특히 가시오가피의 첨가가 인진쑥에 비해 큰느타리 균사의 생육에 미치는 영향이 컸다. 배양산물의 성분분석 결과, 수분함량은 10.9~12.0% 범위 이었고, 조단백질, 지질 및 섬유질은 현미배지에서 가장 높았으며, 무기질(칼슘, 칼륨 및 인) 함량은 가시오가피 첨가배지가 가장 높았다. 추출수율은 인진쑥 첨가배지가 4.80%로 가장 높았으며, 추출물의 pH는 현미배지가 pH 6.1로 가장 낮았다. 세가지 시료 추출물의 명도는 85.8~87.1 범위이었고, 적색도는 현미와 가시오가피 첨가배지가 높았으며, 반면, 황색도는 인진쑥 첨가배지가 가장 높

았다. 당 성분을 thin layer chromatography로 분석한 결과, 세가지 시료 모두 2개의 spot가 검출되었고, 이들은 각각 glucose와 maltose로 판단되었다. Angiotensin converting enzyme에 대한 저해율을 측정된 결과, 가시오가피 첨가배지가 시료농도 0.2~1.0 mg/ml에서 가장 높은 활성을 나타내었다.

감사의 글

본 논문은 (주)파진바이오텍과의 공동연구에 의해 수행된 결과물로서 연구에 도움을 주신 여러분들에게 감사드립니다.

참고문헌

- 강태수, 강미선, 성재모, 강안석, 손형락, 이신영. 2001. 큰느타리 버섯이 당뇨쥐의 혈당 및 혈 중콜레스테롤에 미치는 영향. 한국균학회지 **29**: 86-90.
- 김승경, 김영일, 이미경, 한종수, 이진하, 이현용. 2000. 추출용매에 따른 오갈피속 근피의 생 리활성 기능탐색 및 비교. 한국약용작물학회지 **8**: 21-28.
- 김종철, 이방현. 2002. 고혈압의 이해와 치료. 도서출판 고려의학 p. 74.
- 문관심. 1991. 약초의 성분과 이용. 일월서각 p. 707.
- A.O.A.C. 1990. Official method of analysis. Association of official analytical chemists. Washington D.C.: 50-80.
- Bakle, Y. S. 1972. Angiotensin-converting enzyme inhibitors. Pp 541-549. In: Genest, J. and Koive, E. Eds. Hypertension. Springer.
- Cheung, H. S., Wang, F. L., Ondetti, M. A., Sabo, E. F. and Cushman, D. W. 1980. Binding of peptide substrates and inhibitors of angiotensin converting enzyme. *J. Biol. Chem.* **255**: 401-407.
- Cushman, D. W., Cheung, H. S., Sabo, E. F. and Ondetti, M. A. 1977. Design of potent competitive inhibitors of angiotensin-converting enzyme. *Biochemistry* **16**: 5484-5491.
- Ganten, D. and Gross, F. 1977. Angiotensin-converting enzyme inhibitors. *Handbook of Experimental Pharmacology* **39**: 517-522.
- Lee, M. H. and Shin, J. C. 1996. New techniques for the cultivation of quality rice Pp. 239-263. In: Park, L. K. and Shin, J. C. Eds. Rediscovering Korea Rice and Development Direction. Korean Society of Rice Research Conference. Seoul.
- Maguire, G. A. and Price, C. P. 1985. A continuous monitoring spectrophotometric method for the measurement of angiotensin converting enzyme in human serum. *Ann. Clin. Bio-*

- chem.* **22**: 204.
- Matsui, L. T., Matsumoto, T., Yamasaki, K. and Kawasaki, T. R. 2002. Latent production of angiotensin I converting enzyme inhibitors from buckwheat protein. *J. Pept. Sci.* **8**: 267-274.
- Oh, S. H. and Choi, W. G. 2000. Production of the quality germinated brown rices containing high γ -aminobutylic acid by chitosan application. *Kor. J. Biotechnol. Bioeng.* **15**: 615-620.
- Ondetti, M. A., Williams, N. J., Sabo, E. F. and Kocyl, O. 1971. Angiotensin-converting enzyme inhibitors from the venom of *Bothrops jararaca*. Isolation, elucidation of structure, and synthesis. *Biochem.* **10**: 4033-4039.
- _____ and Cushman, D. W. 1982. Enzymes of the renin angiotensin system and their inhibitor. *Ann. Rev. Biochem.* **51**: 283-308.
- Yokoyama, K., Chiba, H. and Yoshikawa, M. 1992. Peptide inhibitors for angiotensin-converting enzyme from thermolysin digest of dried Bonito. *Biosci. Biotech. Biochem.* **56**: 1541-1545.
- Zadrazil, F. 1974. The ecology on industrial production of *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus florida*, *Pleurotus cornucopiae*, and *Pleurotus eryngii*. *Mushroom Sci.* **9**(1): 621-652.