

신선초와 신선초박에 배양한 노루궁뎅이버섯 균사체 에탄올 추출물의 생리활성 효과

권 상 철

한국식품공업협회 식품안전지원단

Biological Activities of Ethanol Extracts from *Hericium erinaceus* Mycelium on *Angelica keiskei* and *Angelica keiskei* Pomace

Sang-Chul Kwon

Food Safety Support Organization KFIA (Korea Food Industry Association), Seoul 137-867, Korea

Abstract

The purpose of this study was to investigate the antioxidant, nitrite scavenging, angiotensin-converting enzyme (ACE), and tyrosinase inhibition activities of ethanol extracts from *Hericium erinaceus* (HE) cultured in *Angelica keiskei* (AK) and *Angelica keiskei* pomace (AKP). Antioxidant activities of the HE, AK, AKP, HE + AK, and HE + AKP extracts were higher than that of control, but lower than those of BHT and Vit C. Tyrosinase inhibition activity was the highest in AKP + HE extract (90%), whereas those of HE, AK, AKP, and AK + HE extracts were about 57, 61, 82, and 78%, respectively. Nitrite scavenging abilities of various samples were above 80% at pH 1.2, and there was no significant difference between the HE, AK, AK + HE, and AKP + HE extracts at pH 3.0, excepting the AKP extract. ACE inhibition activity was the highest in AKP extract (60%), whereas those of HE, AK, AK + HE and AKP + HE extracts were about 42%, 50%, 35% and 40%, respectively. These results suggest that *H. erinaceus* cultured in AK and AKP may be used as a raw material for functional foods, and food additives, as well as in the cosmetic industry as a natural source of bioactive compound after further investigation *in vivo*.

Key words: *Hericium erinaceus*, *Angelica keiskei*, *Angelica keiskei* pomace, biological activity, fermentation

서 론

현대 사회는 비가열식품인 녹즙과 같은 신선식품 섭취를 많이 하는 형태로 변화되어가고 있으며 이들 식품에 대한 수요가 크게 증가하여 최소 가공식품의 형태로 많이 공급되고 있다(1,2).

노루궁뎅이 버섯(*Hericium erinaceus*)은 분류학상 민주름 버섯목(*Aphyllphorales*) 턱수염버섯(*Hydnaeae*)과 산호침버섯속(*Hericium*)에 속한다. 중국에서는 원숭이머리버섯(*Monkeyhead* mushroom) 또는 곰머리버섯으로 알려져 있으며 일본에서는 Yamabu shitake로 불리고 있다. 자실체의 크기는 5~30 cm 정도로 처음에는 계란형 또는 반구형이나 점차 성장하면서 자실체 윗면에는 짧은 털이 뽀뽀이 나고, 앞면에는 2~6 cm 길이의 수반은 수염털(spines)이 향지성으로 자란다. 자실체는 초기에 백색을, 후에 담황색을 띤다. 자실체는 침 표면에 발달되었고 조직은 백색이고 스펀지모양이다(3). 지금까지 노루궁뎅이 버섯의 성분과 관련된 연구도 상당히 진행되어왔다. 알려진 성분으로는 9,10-dihydroxy-8-oxo-12-octadecenic acid와 chitin, heteroxyloglucan, galactoxyloglucan, glucoxy-lanprotein, glucoxyylan, xylan 등의 다당체(4), hericenones A, B, C, D, E, F, G, H(5-7) 등이 있으며, 이들 성분들에 의해 항암, HeLa 세포 증식 억제, 항염, 항균 등의 약리작용이 나타나는 것으로 알려져 왔다.

또한 신선초(*Angelica keiskei*)는 미나리과에 속하는 아열대성 다년생 초본으로, 명일엽, 신립초, 선삼초 등으로 불리고, 고혈압, 당뇨 간장병, 신경통, 동맥경화 등의 성인병을 예방하기 위한 목적으로 차, 생즙, 분말 등의 다양한 형태로 이용되어져 오고 있다. 신선초에 관한 연구로는 항균작용 화합물로 chalcone, xanthoangelol 및 4-hydroxyderrisin(8)이, 동맥이완작용 화합물로는 chalcone(9)이 각각 분리 추출물로부터 단리·보고되어진 바 있으며, 그 외에도 분리 추출물의 histamine 분비 저해작용(10) 및 항종양효과(11) 등이 보고되어 있다. 또한 신선초에 함유된 성분 연구로는 xanthoangelol 유도체, xanthotoxin, bergapten, imperatorin, oxypeucedanin, oxypeucedanin hydrate 등의 물질이 분리되었으며(12), 신선초 지상부 추출물을 대상으로 혈압상승 억

제 작용(13), 콜레스테롤 합성 저해작용(14) 등에 관한 연구가 보고되어져 왔다. 지금까지 신선초에 대한 식품 개발 및 많은 생리활성에 대한 연구가 진행되어 있음에도 불구하고, 현재 신선초를 이용하고 남은 신선초박은 폐기되거나 사료로 대부분 이용되는 실정이다. 따라서 본 연구는 폐기 또는 사료로 이용되고 있는 신선초박을 산업적 이용가치를 높이기 위한 일환으로 노루궁뎅이버섯 재배에 이용하여 식품 및 화장품 산업에 이용하고자 연구하였다.

재료 및 방법

공시균주 및 재료

실험에 사용된 균주는 *Hericium erinaceus*로서 농촌진흥청 농업과학기술원 응용미생물과에서 분양받아 충주대학교 식품공학과에서 보존하고 있는 균주를 사용하였으며, 균주는 PDA(potato dextrose agar) 사면배지에서 25°C로 10일간 4주마다 계대 배양하면서 실험에 사용하였다. 또한 신선초는 제주도 농가에서 구입하여 사용하였다.

균사체 배양방법

균주는 PDA 사면배지에서 25°C로 10일간 4주마다 계대 배양한 노루궁뎅이버섯 종균을 신선초와 신선초박이 함유된 배지에 배지량의 5%를 접종하여 25°C에서 40일간 배양하였다.

신선초 및 신선초박 추출

제주도에서 채취된 신선초는 분쇄 압착(AL5000, Angel Co., Seoul, Korea)하여 나온 즙을 사용하였다. 또한 그 남은 부산물을 20배의 40% 에탄올을 이용하여 40°C에서 48시간 1차 추출 및 여과를 2회 반복하여 추출하였으며, 추출물은 65°C에서 감압 농축하여 용매를 제거한 후, 모든 시료는 100 mL로 농축하여 실험에 사용하였다.

신선초 및 신선초박 노루궁뎅이버섯 추출물 제조

노루궁뎅이버섯 종균을 신선초와 신선초박이 함유된 배지에 배지량의 5%를 접종하여 25°C에서 40일간 배양한 후, 40% 에탄올을 재배한 노루궁뎅이버섯 시료의 20배가 되도록 하여 40°C에서 48시간 1차 추출 및 여과하였으며, 2차 추출은 40% 에탄올을 10배가 되도록 하여 40°C에서 24시간 2차 추출하였다. 1차, 2차 추출물을 65°C에서 감압 농축하여 용매성분을 제거한 후, 모든 시료는 100 mL로 농축하여 실험에 사용하였다.

항산화력 측정(antioxidative assay-ferric thiocyanate method)

항산화력 실험은 Kiharu 등(15)의 방법을 변형하여 수행하였다. 즉, 99.5% 에탄올 2 mL 및 2.5% linolenate 2.05 mL, 1시간 이상 aeration 시킨 0.05 M phosphate buffer(pH 7.0) 4 mL, 각각의 시료 100 µL를 첨가한 후 증류수를 이용하여

최종 부피를 10 mL로 조정한 다음 70°C의 어두운 조건하에서 24시간 동안 반응시켰다. 그리고 3시간 간격으로 반응액 0.1 mL(100 ppm)을 취하여 75% 에탄올 9.7 mL을 넣은 후 혼합하고, 30% ammonium thiocyanate 0.1 mL 및 3.5% HCl 0.02 M ferrous chloride 혼합용액 0.1 mL을 차례로 첨가하여 상온에서 3분간 반응시켜 500 nm에서 흡광도를 측정하였다. Control은 시료 대신에 증류수 0.1 mL를 첨가하였고, 0.1% BHT(butylhydroxytoluene)를 50 µL, 0.1% Vit C(ascorbic acid)는 50 µL을 첨가하여 대조구로 사용하였다.

Tyrosinase 저해

Tyrosinase 활성 저해능 측정은 dopachrome 방법(16)을 이용하여 측정하였다. 온도를 미리 조정한 37°C 수조에서 0.2 M potassium phosphate buffer(pH 6.5) 2.3 mL 및 2 mM L-tyrosine solution 0.4 mL, 추출시료 용액 0.2 mL의 혼합액에 mushroom tyrosinase(Sigma Co., St. Louis, MO, USA) 0.1 mL를 첨가하여 37°C에서 20분간 반응시킨 다음 470 nm에서 흡광도를 측정한 값(S_{abs})과 효소액 대신에 증류수 0.1 mL를 첨가하여 흡광도를 측정한 값(B_{abs}), 추출시료 용액 대신에 증류수를 0.2 mL를 첨가하여 흡광도 값(C_{abs})을 측정하여 다음의 식에 의해 계산하였다.

$$\text{Inhibition effect (\%)} = \left(1 - \frac{S_{\text{abs}} - B_{\text{abs}}}{C_{\text{abs}}}\right) \times 100$$

Nitrite 소거 작용

신선초, 신선초박, 신선초박 노루궁뎅이버섯 추출물, 신선초 노루궁뎅이버섯 추출물의 아질산염 제거 활성은 Kato 등(17)의 방법을 이용하여 측정하였다. 각각의 시료는 10,000 rpm에서 10 min 원심분리를 하여 고형분을 제거한 후 0.45 µm filter로 여과한 후, 여과액을 시료로 10%로 희석하여 사용하였다. 1 mM NaNO₂ 용액 1 mL에 각각의 추출물을 증류수에 완전히 용해시킨 후 0.45 µm syringe filter(Advanced, MFS Inc., Pleasanton, CA, USA)를 이용하여 여과한 시료 용액 0.6 mL을 가지고 여기에 0.1 N HCl(pH 1.2)로 반응용액의 pH를 pH 1.2, pH 3.0, pH 4.2로 조정하고 최종 부피를 10 mL로 제조하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 후, 반응액 1 mL에 2% acetic acid 5 mL을 첨가한 다음 30% acetic acid를 용매로 하여 제조한 0.5% sulfanilic acid와 0.5% naphylamine 혼합용액을 0.4 mL 첨가하고 혼합하였다. 이 혼합액을 실온에서 15분간 반응시킨 후 분광광도계(Model UltrosPec 1000, Pharmacia Laboratory, Morris Plains, NJ, USA)를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염량을 구하였다. 아질산염 제거활성은 다음과 같이 백분율(%)로 나타내었다.

$$\text{아질산염소거능(\%)} = \left(1 - \frac{A - C}{B}\right) \times 100$$

A: (NaNO₂+시료용액)의 흡광도

B: NaNO₂의 흡광도

C: 시료 자체의 흡광도

Angiotensin-1 converting enzyme (ACE) inhibition activity 측정

ACE 활성 저해효과는 Chushman과 Cheung(18)의 방법에 의해 측정하였다. ACE는 rabbit lung acetone powder (Sigma L0756) 1 g에 0.1 M sodium borate buffer(pH 8.3) 40 mL을 가하여 4°C에서 하루 동안 교반한 것을 10,000 rpm에서 4°C, 30분간 원심분리한 후 상등액을 micro tube에 1 mL씩 분주하여 -20°C에 보관하면서 사용하였다. ACE 저해 활성 측정은 0.3 M NaCl · 0.1 M sodium borate buffer(pH 8.3)로 녹인 12.5 mM HHL(Hip-Hip-Leu, Sigma 4884)기질 100 µL에 시료 50 µL를 첨가하고 sodium borate buffer 50 µL를 가한 후 37°C에서 5분간 반응시켰다. 5분간 반응 후 ACE 150 µL를 가하고 다시 37°C 항온수조에서 1시간 동안 반응시킨 후 0.5 N HCl 250 µL를 첨가하여 반응을 정지시켰다. 이 반응용액에 ethyl acetate 1.5 mL을 넣고 1분간 혼합한 후 상온에서 2,800 rpm, 10분간 원심분리 하여 상등액 1 mL을 취한 후 drying oven에서 140°C로 20분간 완전히 열풍 건조하고 1 M NaCl 3 mL을 가하여 용해시킨 후 228 nm에서 흡광도를 측정하는 통상법과 ACE와 sample을 먼저 반응시킨 후 기질을 나중에 첨가하는 방법으로 측정하였다.

$$\text{ACE 저해율}(\%) = \left(\frac{E_c - E_s}{E_c} \right) \times 100$$

Ec: 시료 대조구의 흡광도

Es: 시료 흡광도

결과 및 고찰

항산화력

식품의 산화는 식품의 품질 및 영양가를 저하시키고 산화에 의해 생성된 각종 산화생성물들은 생체 내에서 독성을 나타내는 것으로 보고되고 있다(19). 이러한 식품의 산화를 억제하는 방법으로서 산화방지제인 BHA, BHT 및 tocopherol류 등을 첨가하고 있지만 BHA 및 BHT는 항산화력은 뛰어난 반면 변이원성 및 발암성이 문제되고 있으며(20), 천연 항산화제인 tocopherol은 항산화 효과가 낮고 가격이 상대적으로 비싼 단점을 가지고 있다(21). 따라서 본 연구는 폐기되는 신선초와 신선초박을 노루궁뎅이버섯 배양에 사용하여 항산화력을 측정할 결과는 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 항산화력은 모든 시료에서 대조구보다 높은 결과를 나타내었으며, 신선초와 신선초박을 배지로 활용하여 배양한 노루궁뎅이버섯의 항산화력은 일반 배지에서 재배한 노루궁뎅이버섯 추출물보다 항산화력이 더 높은 것을 확인하였다. 또한 신선초와 신선초박의 항산화력은 신선초박에서 약간 높은 결과를 보여줬으며, 신선초와 신선초박을 배지로 이용하여 재배한 노루궁뎅이버섯 간에는 신선초박을 배지로 이용한 노루궁뎅이버섯이 신선초를 배지로 이용한 것보다 약

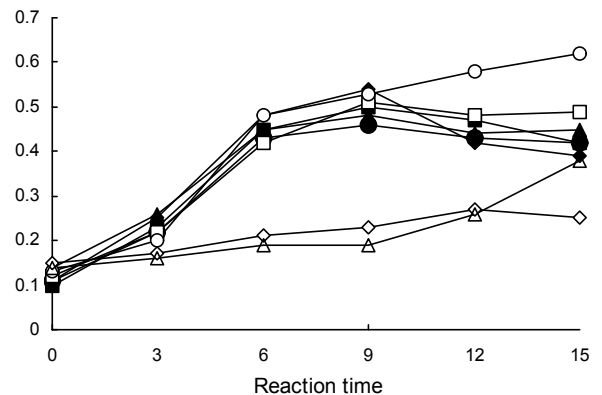


Fig. 1. Antioxidant effect of ethanol extracts from *Hericium erinaceus* mycelium cultured in *Angelica keiskei* and *Angelica keiskei* pomace. ○: Control, □: HE, ▲: AK+HE, ●: AKP+HE, ◆: AK, ◇: BHT 0.1%, △: Vit. C 0.1%. HE: *Hericium erinaceus*, AK: *Angelica keiskei*, AKP: *Angelica keiskei* pomace, AK+HE: *Angelica keiskei*+*Hericium erinaceus*, AKP+HE: *Angelica keiskei* pomace+*Hericium erinaceus*.

간 높은 항산화력을 보여주었다. 또한 합성 항산화제인 BHT와 Vit. C와 비교했을 때 노루궁뎅이버섯 추출물의 항산화력은 합성 항산화제보다 낮은 것으로 확인되었다. 합성 항산화제에 비해서 항산화력은 비교적 약하였지만, 일반적으로 Jung과 Lee(22)의 보고에 의하면 FTC(ferric thiocyanate) 방법에 의한 실험 결과, 노루 궁뎅이버섯의 항산화 활성은 거의 90% 이상의 높은 활성을 보고하였다. 그 외에도 많은 버섯 종류들이 상당한 항산화력을 가지고 있다고 한 내용과는 유사한 결과를 나타내었다.

Tyrosinase 저해 효과

Tyrosinase는 피부 기저층에 있는 melanosome에서 tyrosine 혹은 dopa를 기질로 하여 피부의 색소 성분인 melanin을 생합성하는데 있어서 key enzyme으로 작용하는 효소이다. 즉, 자외선에 의하여 melanocyte의 유사분열이 일어나고 melanocyte가 활성화된다. 활성화된 melanocyte는 tyrosinase 합성이 촉진되고 melanin이 생성되어 표피 밖으로 나타나는 것이다. 신선초와 신선초박을 배지로 하여 배양한 노루궁뎅이버섯 추출물이 tyrosinase의 활성을 억제하고, 햇볕에 의한 검은색, 주근깨의 방지 목적으로써 기능성 화장품 첨가제로 사용 가능성을 확인한 결과, 노루궁뎅이버섯 추출물의 tyrosinase 저해 효과는 Fig. 2에서 보는바와 같다. 일반 배양한 노루궁뎅이버섯 추출물의 경우 약 57%의 tyrosinase 저해 활성을 보여준 반면, 신선초와 신선초박에 배양한 노루궁뎅이버섯 추출물은 75~90%의 높은 tyrosinase 저해 활성을 나타내었고, 신선초는 약 60%, 신선초박은 약 80%의 저해 활성을 나타내었다. 특히 신선초박에 배양한 노루궁뎅이버섯의 저해 활성은 Vit. C의 저해 활성과 거의 비슷하게 나타났다. 이 결과는 Jung 등(23)이 보고한 버섯류의 tyrosinase 저해 활성이 느타리버섯은 40.2%, 목이버섯은 40.8%, 석이버섯은 약 78.4%, 양송이버섯은 51.5%, 팽이버

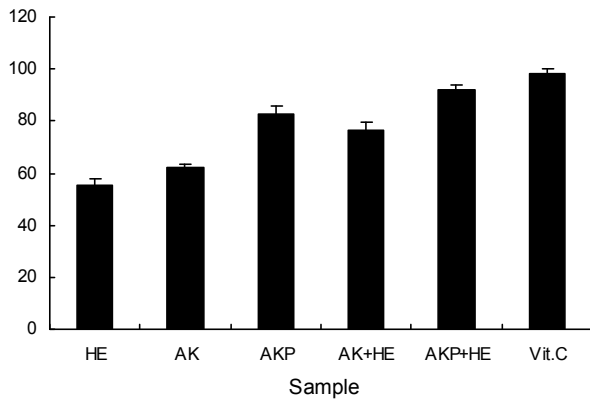


Fig. 2. Tyrosinase inhibitory effect of ethanol extracts from *Hericium erinaceus* mycelium cultured in *Angelica keiskei* and *Angelica keiskei* pomace. HE: *Hericium erinaceus*, AK: *Angelica keiskei*, AKP: *Angelica keiskei* pomace, AK+HE: *Angelica keiskei*+*Hericium erinaceus*, AKP+HE: *Angelica keiskei* pomace+*Hericium erinaceus*.

섯은 23.1%, 표고버섯은 40.5%, 영지버섯은 67.3% 그리고 운지버섯은 48.0%와 비교했을 때 노루궁뎅이버섯 추출물은 다른 버섯 종류와 마찬가지로 tyrosinase 저해 활성이 있는 것으로 나타났으나, 노루궁뎅이버섯에 신선초와 신선초박을 배지로 배양했을 때 tyrosinase 저해 활성이 월등하게 높게 나타난 이유는 신선초와 신선초박에 함유되어 있는 polyphenol compound의 영향일 것으로 생각되며, 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

아질산염 소거 작용

단백질 식품이나 의약품 및 잔류 농약 등에 존재하는 2급, 3급 등의 아민류와 반응하여 니트로사민을 생성하는 아질산염은 식품 내의 상재 성분으로 널리 존재하고 있는 아민류를 함유하고 있는 음식을 동시에 섭취했을 때, 위내에서 발암성 물질인 니트로사민이 생성될 가능성이 매우 높다고 하였다(24). 노루궁뎅이버섯과 신선초, 신선초박, 신선초와 신선초박에 배양하여 재배한 노루궁뎅이버섯 추출물의 아질산염 소거능은 Fig. 3에서 보는 바와 같다. 노루궁뎅이버섯 추출물의 아질산염 소거능은 pH 1.2에서 약 82%의 높은 소거능을 보여주었으며, pH 3.0과 pH 4.2에서는 각각 42%와 12%의 소거능을 확인할 수 있었다. 신선초와 신선초박, 신선초와 신선초박에 배양한 노루궁뎅이버섯의 추출물의 아질산염 소거능은 대부분 pH 1.2에서 80~85%의 높은 소거능을 가지고 있었고, pH 3.0과 4.2의 경우에는 모두 45% 이하의 낮은 소거능을 확인하였다. 신선초와 신선초박, 신선초와 신선초박에 배양한 노루궁뎅이버섯의 아질산염 소거능은 노루궁뎅이버섯 추출물과 비교했을 때 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 Lee 등(25)은 영지와 양송이 추출물은 pH 3.0에서 butanol 용매를 사용했을 때 약 43.39~44.44%로 거의 유사한 결과를 나타내었으나, 영지버섯의 diethylether와 표고버섯의 butanol 용매를 이용한 추출물의 경우 pH 3.0 조건하에서 아질산염 소거능이 약 68.23~68.34%로 보고한

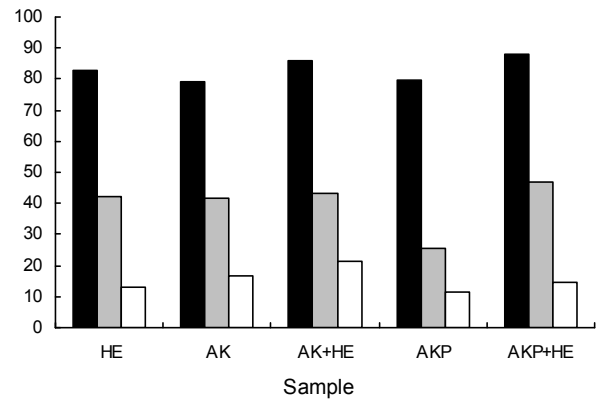


Fig. 3. Nitrite scavenging effect of ethanol extracts from *Hericium erinaceus* mycelium cultured in *Angelica keiskei* and *Angelica keiskei* pomace under pH 1.2, 3.0, 4.2. ■: pH 1.2, ▒: pH 3.0, □: pH 4.2. HE: *Hericium erinaceus*, AK: *Angelica keiskei*, AKP: *Angelica keiskei* pomace, AK+HE: *Angelica keiskei*+*Hericium erinaceus*, AKP+HE: *Angelica keiskei* pomace+*Hericium erinaceus*.

결과와 다소 차이가 있는 것은 추출용매의 극성에 따른 차이라고 생각한다. 이 결과로 볼 때 버섯류에 함유되어 있는 단백질 다당체 및 페놀화합물이 아질산염이 소거되는 것으로 생각되며, 신선초와 신선초박은 아질산염에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

ACE 저해작용

성인병으로서 혈압상승에 따른 고혈압과 연관된 ACE 저해효과를 확인하기 위해 실험한 결과, Fig. 4에서 보는 바와 같다. 노루궁뎅이버섯 추출물은 약 43%의 저해능을 보여줬으며, 신선초와 신선초박은 각각 48%와 60% 정도의 높은 저해력을 나타내었다. 또한 신선초와 신선초박을 배지로 이용하여 재배한 노루궁뎅이버섯의 경우에는 각각 35%와 40%로 비교적 낮은 저해 활성을 보여주었다. Kang 등(26)은 영이버섯의 ACE 저해 활성이 74.3%라고 하였고, Song 등(27)

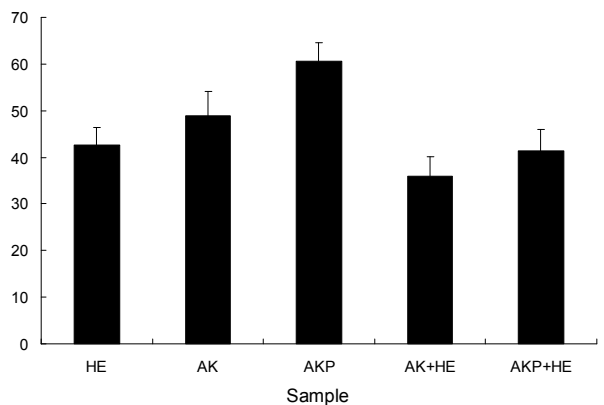


Fig. 4. ACE inhibitory effect of ethanol extracts from *Hericium erinaceus* mycelium cultured in *Angelica keiskei* and *Angelica keiskei* pomace. HE: *Hericium erinaceus*, AK: *Angelica keiskei*, AKP: *Angelica keiskei* pomace, AK+HE: *Angelica keiskei*+*Hericium erinaceus*, AKP+HE: *Angelica keiskei* pomace+*Hericium erinaceus*.

은 52.89~57.63%라고 보고하였다. 이 결과는 노루궁뎅이버섯이 함유된 추출물의 ACE 저해효과는 능이버섯과 비교했을 때 매우 낮게 나타났으며, 이는 능이버섯과 노루궁뎅이버섯이 함유하고 있는 성분의 차이라고 생각된다. 또한 신선초와 신선초박의 경우에는 저해율이 높았음에도 불구하고 신선초와 신선초박으로 배양한 노루궁뎅이버섯이 낮은 이유는 노루궁뎅이버섯이 신선초에 함유되어 있는 flavonoid 성분과는 무관하며, 노루궁뎅이버섯이 함유하고 있는 다당체와 polyphenol 성분들에 의해서 ACE 저해효과를 영향을 미친 것으로 생각된다.

요 약

신선초와 신선초박을 첨가하여 배양한 노루궁뎅이버섯의 배양 추출물의 항산화와 아질산염, ACE, tyrosinase 저해 효과에 대해서 실험하였다. 신선초 및 신선초박, 신선초노루궁뎅이버섯, 노루궁뎅이버섯과 신선초, 신선초박, 신선초 노루궁뎅이버섯, 신선초박 노루궁뎅이버섯 추출물의 항산화력은 control에 비해 높은 것을 확인하였으나 합성 항산화제인 BHT와 Vit. C보다는 활성이 낮게 나타났다. 시료 추출물 중 신선초박 노루궁뎅이버섯 추출물에서 tyrosinase 저해 활성이 매우 높게 나타났으며, HE와 AK, AKP, AK+HE는 각각 57%와 61%, 82%, 78%의 저해 활성을 보여줬다. 여러 시료의 아질산염은 pH 1.2에서 약 80% 이상인 것을 확인하였으며, pH 3.0에서는 AKP를 제외하고, HE와 AK, AK+HE, AKP+HE 간에 큰 차이는 없었다. ACE 저해활성은 신선초박에서 약 60%로 가장 높게 나타났으며, 노루궁뎅이버섯 추출물은 약 42%, 신선초는 50%, 신선초 노루궁뎅이버섯은 35% 그리고 신선초박 노루궁뎅이버섯은 40%의 저해율을 확인할 수 있었다. 따라서 추가적인 연구를 통해 천연 소재로써 기능성식품 원료와 식품 첨가물, 화장품 산업에 이용될 수 있을 것으로 제안한다.

문 헌

- King AD. 1989. Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol* 43: 132-135.
- Um HJ, Kim DM, Choi KH, Kim GH. 2005. A survey on consumer's perception of fresh cut agri-food products for quality enhancement. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 1566-1571.
- Kawagishi T, Shimada A, Hosokawa S, Mori H, Okamoto K, Sakamoto H, Ishiguro Y, Sakemi S, Bordner J, Kojima N, Furukawa S. 1996. Erinacines E, F and G, stimulators of nerve growth factor (NGF)-synthesis, from the mycelia of *Hericium erinaceus*. *Tetrahedron Lett* 37: 7399-7402.
- Kawagishi H, Shimada A, Shizuki K, Mori H, Okamoto K, Sakamoto H, Furukawa S. 1996. Erinacine D, a stimulator of (NGF)-synthesis from the mycelia of *Hericium erinaceus*. *Heterocycl Commun* 2: 51-54.
- Wang X, Luo D, Liang X. 2004. Structure of polysaccharides from the fruiting body of *Hericium erinaceus* pers. *Cabohyd Polym* 57: 241-247.
- Kawagishi H, Shimada A, Shirai R, Okamoto K, Ojima F, Sakamoto H, Isiguro Y, Funkawa S. 1994. Erinacines A, B and C strong stimulators of nerve growth factor (NGF)-synthesis from the mycelia of *Hericium erinaceus*. *Tetrahedron Lett* 35: 1569-1572.
- Kawagishi H, Ando M, Mizuno T. 1990. Hericenone A and B as cytotoxic principles from the mushroom *Hericeum erinaceum*. *Tetrahedron Lett* 31: 373-376.
- Yoshihiho I, Kimiye B, Hiroshi T, Masahiko T, Kouji N, Mitsugi K. 1991. Chemical components of *Angelica keiskei*, VI. Antibacterial activity of two chalcones, xanthoangelol and 4-hydroxyderricin isolated from the root of *Angelica keiskei* Koidzumi. *Chem Pharm Bull* 39: 1604-1605.
- Masaharu M, Yoshiyuki K, Kouji N, Kimiye B, Hiromichi O. 2001. Artery relaxation by chalcones isolated from the roots of *Angelica keiskei*. *Planta Med* 67: 230-235.
- Kouji N, Kimie B. 2001. Histamine release-inhibition activity of *Angelica keiskei*. *Nat Med* 55: 32-34.
- Okuyama T, Takata M, Takayasu J, Hasegawa T, Tokuda H, Nishino A, Nishino H, Iwashima A. 1991. Antitumor promotion by principles obtained from *Angelica keiskei*. *Planta Med* 57: 242-246.
- Kimye B, Tadashi K, Yuko Y, Masahiko T, Mitsugio K. 1990. Chemical components of *Angelica keiskei* Koidzumi. (V) Components of the fruits, and comparison of coumarins and chalcones in the fruits, roots and the leaves. *Shoyaku-gaku Zasshi* 44: 235-239.
- Emiko S, Aisumi H, Rumiko T, Yasuo A, Tetsuo M, Koichi K. 1999. Effects of angiotensin I converting enzyme inhibitor from *Ashitaba (Angelica keiskei)* on blood pressure of spontaneously hypertensive rats. *J Nutr Sci Vitaminol* 45: 375-383.
- Park JC, Park JG, Choi SH. 1997. Screening and characterization of anticholesterogenic substances from food plant extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 236-241.
- Kiharu I, Miho I, Toshimi H. 1990. Major antioxidative substances in leaves of *Atsumi-kabu*. *Agric Biol Chem* 54: 1053-1055.
- Hearing JR, Hearing VJ. 1987. Mammalian monophenol monooxygenase (tyrosinase): purification, properties and reaction catalyzed. *Method Enzymol* 142: 154-165.
- Kato H, Lee IE, Chuyen NV, Kim SB, Hayase F. 1996. Inhibition of nitrosamin formation by nondialyable melanoidins. *Agric Biol Chem* 51: 1333-1338.
- Chushman DW, Cheung HS. 1971. Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochem Pharmacol* 20: 1637-1648.
- 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.
- Branen AL. 1975. Toxicology and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *JAOCS* 52: 59-65.
- Cort WM. 1984. Antioxidant activity of tocopherols and ascorbyl palmitate and ascorbic acid and their mode of action. *JAOCS* 51: 321-326.
- Jung JH, Lee SY. 2007. AChE inhibitory effect and antioxidative activity of submerged cultured products from *Hericium erinaceum*. *Kor J Biotech Bioeng* 22: 30-36.
- Jung JK, Chung JY, La SM. 1974. Quantitative analysis of protein amino acid in *Agaricus bisporus* by GLC. *Korean*

- J Nutr* 7: 12-20.
24. Park WM, Kim GH, Hyeon JW. 1995. New synthetic medium for growth of mycelium of *Pleurotus* species. *Kor J Mycol* 23: 275-283.
25. Lee GD, Chang HG, Kim HK. 1997. Antioxidative and nitrite-scavenging activities of edible mushrooms. *Korean J Food Sci Technol* 29: 432-436.
26. Kang MG, Zanabaatar B, Lee JS, Seo GS, Lee JS. 2011. Antihypertensive activity and anti-gout activity of mushroom *Sarcodon aspratus*. *Korean J Mycol* 39: 53-56.
27. Song JH, Lee HS, Hwang JK, Han JW, Keum DH, Park KM. 2003. Physiological activity of *Sarcodon aspratus* extracts. *Kor J Food Sci Animal Resour* 23: 172-179.

(2011년 9월 21일 접수; 2011년 11월 21일 채택)