J. Fd Hyg. Safety
Vol. 24, No. 1, pp. 94~101 (2009)

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

작두콩 첨가 된장과 일반 된장의 생리활성 특성 비교

이학태[1] · 김종호[1] · 이상선*
한양대학교 식품영양학과, [1]롯데중앙연구소

Comparison of Biological Activity Between Soybean Pastes Adding Sword Bean and General Soybean Pastes

Hak Tae Lee[1], Jong Ho Kim[1], and Sang Sun Lee*
Dept. of Food & Nutrition, Hanyang University, Seoul
[1]Lotte R&D Center
(Received December 24, 2008/Revised March 20, 2009/Accepted March 25, 2009)

ABSTRACT – This study was carried out to analyse the biological activity in soybean pastes with the sword beans and general soybean pastes. The electron donating activity of soybean pastes with the sword beans(J2, J4) was higher than other soybean pastes with value of 81.5 ± 2.2% and 88.3 ± 0.7%, respectively. And the content of total phenol compounds was higher in J2 and J4 compared to the others with value of 1773.8 ± 2.9 mg/kg and 1785.7 ± 3.9 mg/kg respectively. ACE inhibitory effect was higher in J2 and J4 than other soybean pastes with value of 63.1 ± 1.0%, 62.1 ± 1.4%, respectively. And aglycone type(daidzein, genistein) isoflavone content was higher than glucoside type(daidzin, genistin). But tyrosinase inhibitory effect was not different among test samples. From the results, soybean pastes with the sword beans(J2, J4) have higher anti-oxidant activity and ACE inhibitory effect than other soybean pastes, therefore, it may have potential to prevent hypertension.

Key words: soybean pastes, sword beans, biological activity

된장은 간장, 청국장 등과 함께 콩을 주원료로 하여 발효, 숙성시킨 우리 민족의 대표적인 대두 발효식품으로 저장성이 뛰어나고, 그 특유의 맛과 향을 지니고 있어 우리나라 식문화에서 중요한 위치를 차지해 왔을 뿐만 아니라, 곡류와 채식위주의 우리 식생활에서 주요 단백질 섭취원으로써 널리 애용되어 온 전통 식품이다[1,2].

된장은 건강식품으로써 그 기능적인 면도 우수하여 활성산소에 의한 세포나 유전자의 파괴 및 변형을 방지하는 노화억제효과[3] 및 항산화효과[4]가 있음이 널리 알려져 있고, 이 밖에도 혈전용해 효과[5], 항암효과[6] 등의 효과와 함께 필수 아미노산, 지방산, 유기산 등을 보충해 줄 수 있음[7]이 여러 연구를 통해 입증되었다. 이런 된장의 기능성은 대부분 주원료인 콩과 쌀이나 밀과 같은 부원료들이 발효, 숙성 기간 중 미생물에 의해 분해되면서 생성된 다양한 펩타이드나 아미노산과 같은 부산물들에 의한 것으로 된장의 건강 기능성 측면은 사용되는 원료가 매우 중요하다고 할 수 있다.

한편 작두콩은 식용콩 중에서 제일 큰 콩으로 줄기에는 털이 없으며, 씨앗의 빛깔은 흰 색, 붉은 색, 검은 색 등이 있으며, 열대, 아열대 지방이 원산지로 중국남부, 인도, 동남아시아 일대에 널리 재배되는 작물로 대체로 6~7월에 꽃이 피며 8~10월에 걸쳐 열매인 꼬투리를 맺고 늦가을에 열매가 익는 한해살이 덩굴성 식물이다[8].

작두콩에는 urease, hemaglutinine, canavanine, canavalia gibberellin I 과 II 등의 약용성분을 함유하고 있으며, 예로부터 민간요법에서는 축농증, 치질, 종기 등 화농성 염증을 치료하는 특효약으로 사용되어 왔다. 그리고 위장병, 신장염, 변비 등의 질환에도 치료효과가 있으며, 작두콩에 함유된 혈구응집소는 항암 효과가 매우 강하다고 알려져 있다. 뿐만 아니라 작두콩에는 종자, 자엽, 깍지, 잎, 줄기 등 각 부위별로 다양한 무기질, 유기산, 구성아미노산 및 지방산 등이 함유되어 있어 섭취시 영양학적으로도 우수한 식품이다[9].

이런 작두콩의 우수한 기능성을 바탕으로 다른 식품에 응용하려는 시도도 있어 중국에서 작두콩을 발효시켜 개발한 "진화 851 구복액"이라는 음료가 건강보조제로 국내

*Correspondence to: Sang Sun Lee, Dept. of Food & Nutrition, Hanyang University, Seoul, Korea.
Tel : 82-2-2220-1206, Fax : 82-2-2220-1179
E-mail : leess@hanyang.ac.kr

에 소개된 적이 있고, 일본에서는 작두콩에 질경이, 율무, 산치자, 예덕나무를 배합해 만든 건강차인 도두파워가 제품으로 판매되기도 하였다[10]. 그러나 앞에서 언급한 것처럼 민간요법이나 문헌 상에 나타난 작두콩의 우수한 기능성에 비해 작두콩을 이용한 제품에 관한 연구나 개발은 활발하게 이뤄지지 않고 있으며, 작두콩 자체에 관한 연구 역시 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 작두콩을 원료로 사용한 재래 된장과 쌀된장 등 작두콩 된장 2종과, 일반콩을 원료로 사용한 재래 된장과 쌀된장 등 일반 된장 2종, 그리고 무작위로 선정한 시판된장 6종 등 총 10 종에 대해 전자공여능, ACE 저해 효과 등의 분석을 통해 항산화 능력과 기타 생리 활성 특징을 비교해 보고, 작두콩 된장의 우수한 생리 활성 기능을 검토해 보고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에서 사용한 된장의 원료를 Table 1에 나타내었다. 일반 재래식 방법으로 담근 된장, 여기에 작두콩을 6.5% 첨가하여 제조한 된장, 쌀을 첨가하여 만든 쌀된장, 쌀된장에 작두콩을 6.5% 첨가한 된장을 각각 실험군으로 하여 J1~J4로 명명하였고, 서울 소재 대형 할인매장에서 유통되고 있는 6개사 제품 6종을 구입하여 각각 K1~K6으로 명명하였으며, 각각의 시료를 동결건조를 시켜 냉동 보관하면서 실험에 사용하였다.

총 페놀함량 측정

총 페놀함량은 Folin-Denis법[11,12]에 따라 측정하였다. 추출물 0.1 mL에 증류수 8.4 mL와 2N Folin-Ciocalteu's phenol reagent 0.5 mL를 첨가하고 20% Na_2CO_3 1 mL를 가하여 1시간 방치한 후, 725 nm에서 분광광도계를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 gallic acid를 표준물질로 100 mg% stock solution을 제조한 후 20, 40, 60, 80 mg%가 되도록 희석하여 측정하였다.

이소플라본 정량

이소플라본의 함량은 Wang 등[13]과 Barnes 등[14]의 방법을 개선한 HPLC 법으로 분석하였다. 시료된장 1 g에 1M HCl 3 mL를 첨가하여 2시간 동안 98~100 °C 항온수조에

Table 1. Raw materials of soybean pastes.

Sample	Raw materials
J1	soybean/meju powder 95%, salt
J2	soybean/meju powder 87%, sword bean 8%, salt
J3	soybean/meju powder 50%, rice 35%, salt
J4	soybean/meju powder 50%, sword bean 6.5%, rice 35% salt
K1	soybean 22.1%, rice, salt, spirit
K2	soybean 28.4%, wheat flour, salt, spirit, koji
K3	soybean 53.4%, meju 16%, salt, spirit, koji
K4	soybean 55%, fat-removed soybean powder, salt, spirit, koji
K5	soybean 72%, salt
K6	soybean 82%, salt

J1~J4 : Soybean pastes made by traditional method
K1~K6 : Commercial soybean pastes

Table 2. HPLC conditions for isoflavone analysis

Items	Conditions
HPLC	Alliance Waters 2690, Waters Co., USA
Column	Nova-Pak C18 reversed-phased column 150 × 3.9 mm, 4 μm column
Detector	Waters 996 photodiode array detector (PDA, Waters, Milford)
Mobile phase	A : 0.1% glacial acetic acid in H_2O B : 0.1% glacial acetic acid in ACN
Gradient	A:B = 85:15 → 65:35 over 50 min A:B = 65:35 for 10 min
Flow rate	1 mL/min
Sample injection volume	40 μl

서 가열하였다. 냉각시킨 후 methanol 3 mL를 첨가하여 완전히 교반한 다음 2시간 동안 정치시켜 상층액을 취하였다. 0.2 μm syringe filter(nylon)로 여과한 뒤 여액을 HPLC를 이용하여 Table 2와 같은 조건으로 분석하였다.

전자공여능 측정

된장의 메탄올 추출물을 이용한 전자공여능 측정은 α,α-diphenyl-β-picryl hydrazyl (DPPH)에 대한 전자공여효과로서 추출물의 환원력을 측정하였다[1]. 즉, 추출물 0.6 mL에 4×10^{-4} M DPPH 용액(99% ethanol 용해) 2.4 mL를 가한 후 vortex로 10초간 진탕하고 10분후 526 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 추출물 대신 추출용매만을 넣은 것으로 같은 방법으로 흡광도를 측정하였으며, 전자공여능은 시험구와 대조구의 흡광도를 통해 백분율로 나타내었다.

전자공여능(%) = $(1 - A/B) \times 100$

[A: 시험구의 흡광도, B: 대조구의 흡광도]

ACE 활성저해 측정

Angiotensin-converting enzyme(ACE) 활성저해의 측정은 Cheung과 Cushman의 방법[15]에 의하여 측정하였다. 시료 0.1 mL에 기질 5 mM hippuryl-histidyl-leucine 용액 0.1 mL와 ACE(EC 3.4.15.1 ; 0.2 unit/mL, Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA) 0.08 mL를 첨가한 후 37 °C 항온수조에서 30분간 반응시키고, 1N HCl을 0.25 mL 첨가하여 반응을 중지시킨 뒤 1.25 mL의 ethyl acetate를 첨가하였다. 이를 15초간 균질화 한 후 10,000 × g에서 15분간 원심분리하여 상층액 1 mL을 취한 후 120 °C dry oven에서 30분간 건조하고, 증류수 1 mL을 첨가하여 용해한 다음 228 nm에서 분광광도계를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 228 nm에서 단위시간 당 변화된 초기흡광도의 변화값(S_{Abs})과 효소액 대신에 증류수 0.08 mL를 첨가하여 흡광도를 측정한 값(B_{Abs}), 시료 용액 대신에 증류수 0.1 mL를 첨가하여 동일한 방법으로 흡광도를 측정한 값(C_{Abs})을 측정하여 다음의 식에 의해 계산하였다.

ACE inhibitory effect(%) = $1 - [(S_{Abs} - B_{Abs})/C_{Abs}] \times 100$

Tyrosinase 활성저해 측정

Tyrosinase 활성저해의 측정[16]은 35 °C 항온수조에서 10분 정도 온도를 미리 조정한 0.175 M phosphate buffer(pH 6.8) 0.2 mL에 5 mM L-3,4-dihydroxyphenylalanine (L-DOPA) solution 0.2 mL, 시료용액 0.5 mL를 넣은 혼합액에 mushroom tyrosinase (EC 1.14.18.1 ; 110 units/mL, Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA) 0.1 mL를 첨가하여 35 °C 에서 10분 동안 반응시킨 다음 냉각한 후, 475 nm에서 분광광도계를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 475 nm에서 단위시간당 변화된 초기흡광도의 변화값(S_{Abs})과 효소액 대신 증류수 0.1 mL를 첨가하여 흡광도를 측정한 값(B_{Abs}), 시료 용액 대신에 증류수 0.5 mL를 첨가하여 동일한 방법으로 흡광도를 측정한 값(C_{Abs})을 측정하여 다음의 식에 의해 계산하였다.

Tyrosinase inhibitory effect(%) = $1 - [(S_{Abs} - B_{Abs})/C_{Abs}] \times 100$

결과 및 고찰

총 페놀화합물 함량

작두콩을 첨가한 된장의 총 페놀화합물 함량 결과를 Table 3에 나타내었다. 전체적으로 총 페놀화합물 함량은 928.5 ± 1.4~1785.7 ± 3.9 mg/kg 의 분포를 보였으며, 쌀 된장에 작두콩을 첨가한 된장(J4)이 1785.7 ± 3.9 mg/kg으로 가장 높은 함량을 나타내었고, 그 다음으로 일반 된장에 작두콩을 첨가한 된장(J2)이 1773.8 ± 2.9 mg/kg을 나타내었으며, 대조구로 사용한 시판된장의 경우 928.5 ± 1.4 ~ 1583.7 ± 4.5 mg/kg의 함량을 보였으며, K3의 경우, 928.5 ± 1.4 mg/kg으로 가장 낮은 함량을 나타내어, 전반적으로 작두콩 첨가 된장이 다른 시료에 비해 총 페놀화합물 함량이 높은 것으로 나타났다.

된장, 청국장과 같은 대두제품, 그리고 양조간장 등이 항산화 효과가 있음은 여러 연구 결과를 통해 이미 잘 알려졌다. 이러한 항산화 효과는 대두 중에 함유된 항산화 물질인 tocopherol 및 유리 phenolic acid 와 장류제품의 숙성 과정 중 원료인 콩과 기타 곡류 등의 분해에 의해

Table 3. Total phenol content of soybean pastes.

Soybean pastes	Total phenol content(mg/kg)
J1	1544.90 ± 3.12[1)]
J2	1773.83 ± 2.86
J3	1194.60 ± 2.34
J4	1785.70 ± 3.85
K1	1366.32 ± 3.44
K2	1278.63 ± 2.65
K3	928.59 ± 1.44
K4	1519.20 ± 3.44
K5	1079.30 ± 2.72
K6	1583.67 ± 4.46

[1)] : mean ± SD (standard deviation, triplicate repetition)

생성된 여러 아미노산, 펩타이드 성분들 및 용출된 페놀화합물 등에 의한 것으로 보고되고 있다[17,18]. 그리고 이 등[19]은 콩 삶은 물을 첨가한 청국장의 제조과정 중 phenolic acids 의 함량변화를 살펴본 결과에서 원료 콩에는 상당량의 phenolic acids 들이 함유되어 있으며, 제조과정 중에 gentisic acid, chlorogenic acid 등 항산화활성이 높은 phenolic acids 들이 증가하며, 전자공여능과 총항산화능의 측정 결과 이 같은 phenolic acids 들이 높게 함유된 시료의 경우, 그 수치가 높게 나왔다고 보고하였다. 또한 류 등[20] 도 콩잎 요리의 이소플라본 함량 및 항산화 관련 성분들의 비교에서 총 페놀함량의 경향과 항산화능의 경향이 유사하다고 보고하여 총 페놀화합물의 양은 항산화활성과 밀접하게 관계가 있음을 입증하였다.

따라서 높은 페놀화합물의 함유는 높은 항산화력을 나타낼 수 있으며, 본 연구결과에서 작두콩 첨가 된장의 경우, 다른 된장에 비해 높은 총 페놀화합물 함량을 보여 높은 항산화력을 기대할 수 있으며, 이는 앞 서 언급한 gentisic acid, chlorogenic acid 등 우수한 항산화력을 지닌 페놀화합물들이 된장 숙성 과정 중 다른 원료콩보다 작두에서 더 많이 생성되기 때문으로 생각된다.

이소플라본 함량 결과

작두콩을 첨가한 된장의 이소플라본 함량 결과를 Table 4에 나타내었다. 본 연구에서는 대두의 주요 이소플라본으로 알려진 daidzin과 genistin 의 함량을 측정하였으며, 이들의 aglycone 형태인 daidzein과 genistein의 함량을 측정하였다.

전체적으로 daizein의 함량은 179.8~466.3 mg/kg의 분포를 보였고, genistein의 함량은 51.2~233.8 mg/kg 의 분포를 나타내어 daizein 함량이 genistein 함량보다 높은 것으로 나타났다. Daidzin의 함량은 23.8~93.2 mg/kg의 분포를 보였으며, genistin의 함량은 20.8~56.6 mg/kg의 분포를 나타내어 본 연구에서 분석한 된장의 이소플라본은 배당체인 daidzin 이나 genistin 보다 aglycone 형태인 daidzein과 genistein 로 주로 존재하는 것으로 나타났다. 한편 daidzein과 genistein 의 함량을 비교해 보면, 모든 시료에서 daidzein의 함량이 높게 검출되었다. 시료별로 비교해 보면, 작두콩을 첨가한 된장과 대조구에서 이소플라본의 함량이 큰 차이를 보이지는 않았으나, 대조구로 선정한 시판 된장 2종(K1, K2) 의 경우, 다른 시료에 비해 낮은 이소플라본 함량을 나타내었는데, 이는 원료 중 대두 함량이 각각 22.1%, 28.4% 로 다른 된장들에 비해 낮기 때문으로 생각된다.

최 등[21]은 대두 가공 식품 중의 이소플라본 함량을 조사한 연구 결과에서 분석한 된장의 총 이소플라본 함량은 제품에 따라 차이가 심하였으나, 평균적으로 daidzein은 295 mg/kg, genistein은 333 mg/kg 정도로 존재하였다고 보고하였고, 왕 등[22]은 된장의 daidzein 함량은 272 mg/kg, genistein 함량은 245 mg/kg 으로 보고하여 본 연구 결과와 약간씩 다른 결과를 보였다. 이는 된장의 이소플라본 함량이 원료 콩의 종류 및 제조 방법, 발효, 숙성 조건 및 기간, 이에 작용하는 미생물의 영향 등 여러 요인에 따라 변할 수 있음으로 이에 기인한 것으로 생각된다[23].

일반적으로 대두의 이소플라본은 배당체 형태로 대부분 존재하지만, 발효식품에는 숙성과정 중 미생물이 내는 효소의 작용으로 인해 당이 분해된 aglycone 형태로 많이 존재하며, aglycone 형태를 섭취한 경우 배당체를 섭취한 경우보다 체내에서 더 빨리 흡수되는 현상을 보여 배당체가 aglycone 으로 전환되었을 때, 생체 이용성이 더 높은 것으로 알려져 있으므로, 일반 식품보다 발효제품을 섭취하였을 경우, 체내에서는 이소플라본을 더 효과적으로 이용할 수 있다[21].

DPPH에 의한 전자공여작용

작두콩을 이용해 제조한 된장의 DPPH에 의한 전자공여능을 측정한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 본 연구에서는 각 시료 된장을 methanol로 추출한 추출물의 전자공여작용을 측정하였으며, 그 결과 23.6 ± 3.0 ~ 88.3 ± 0.7%의 분

Table 4. Isoflavone content of soybean pastes

(mg/kg)

Soybean pastes	Aglycone		Glucoside	
	Daidzein	Genistein	Daidzin	Genistin
J1	419.00	213.72	27.82	26.18
J2	443.24	193.92	28.77	28.49
J3	464.82	233.82	23.83	25.01
J4	462.16	208.02	27.50	25.10
K1	198.28	59.50	93.15	56.61
K2	179.78	51.20	82.39	41.92
K3	443.77	103.31	34.59	27.34
K4	409.25	155.80	62.79	49.23
K5	407.87	230.69	37.82	20.75
K6	466.25	214.93	54.72	37.11

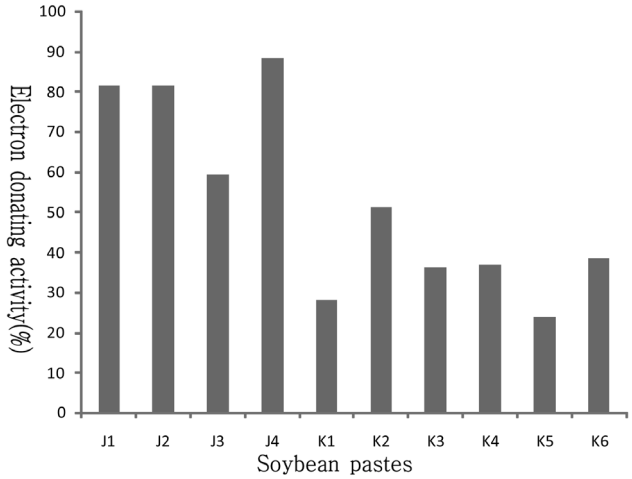

Fig. 1. Electron donating activity of soybean pastes.

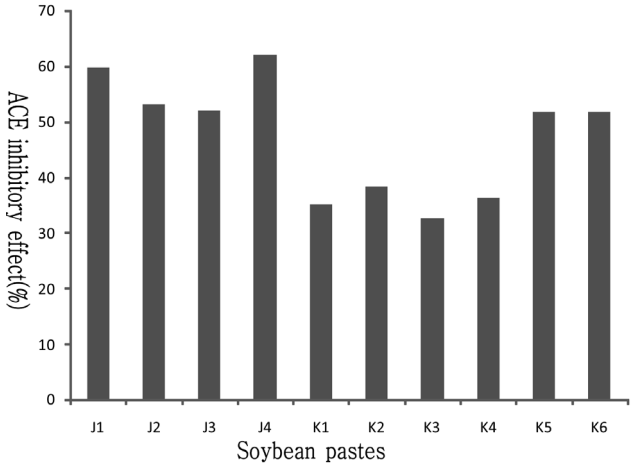

Fig. 2. ACE inhibitory effect of soybean pastes.

포를 보였으며, 시료별로 큰 차이를 보여 쌀된장에 작두콩을 첨가한 된장 J4가 88.3 ± 0.7%로 가장 높은 전자공여능을 보였으며, 일반 된장과 일반 된장에 작두콩을 첨가한 된장인 J1, J2가 각각 81.3 ± 3.2%와 81.5 ± 2.2%로 그 뒤를 이었으며, 시판된장 6종(K1~K6)은 23.6 ± 3.0 ~ 51.3 ± 4.6%를 나타내어 전반적으로 대조군인 시판 된장에 비해 작두콩을 첨가한 된장에서 전자공여능이 높게 나타났다.

일반적으로 이 전자공여능만으로 항산화 작용을 설명할 수는 없지만 항산화물질은 유지의 자동산화 과정 중 생성되는 ROO·, RO· 등의 라디칼에 전자를 주는 능력인 전자 공여능이 중요한 작용을 하는 것으로 알려져 있다[1]. 그러므로 본 연구에서 작두콩 된장의 methanol 추출물의 경우 이 전자공여능이 다른 시료에 비해 높게 나타난 것은 추출물 속에 우수한 항산화 물질들이 포함되어 있다고 할 수 있으며, 이 물질들은 대부분 ascorbic acid, tocopherol, polyhydroxy 방향족 화합물, 방향족 아민류들로써 DPPH를 환원시켜 짙은 자색이 탈색됨에 따라 전자공여능이 높게 측정된 것으로 생각된다[24].

또한 본 연구에서 시료간 콩 함량에 따라 전자공여능 효과가 별다른 차이를 보이지 않았는데, 이는 전자공여능이 콩 함량에 영향을 받기 보다는 측정 방법상 콩 속에 함유된 항산화물질들이 추출하는 용매에 따라 그 양과 추출되는 항산화 물질의 종류가 다르기 때문인 것으로 생각된다. 권 등[25]은 된장 숙성기간 중의 항산화 및 암세포 생육 억제효과에서 숙성기간별 시료의 물 분획물의 전자공여능은 66.1 ~ 66.3%, methanol 분획물은 79.7 ~ 84.3%, ethylacetate 분획물은 7.8 ~ 22.6%를 나타내었다고 보고하여 추출물에 따라 전자공여능에 차이가 나는 것을 나타내었다. 본 연구에서는 methanol 추출물만을 대상으로 분석을 진행하였으므로, 물이나 ethanol 등 다른 용매에 의해 추출되는 항산화물질들의 전자공여능에 대한 분석을 더 진행하여야 콩 함량에 따른 종합적인 전자공여능을 나타낼 수 있을 것이다.

따라서 작두콩 된장이 다른 된장에 비해 항산화력이 높은 것으로 판정할 수는 없으나, 원료인 작두콩으로 제조한 된장의 발효, 숙성 작용에 과정 중에 형성된 항산화물질 중 methanol 분획물은 높은 항산화력을 지닌 것으로 추정할 수 있다.

ACE 활성저해 효과

작두콩 첨가 된장의 ACE(Angiotensin converting enzyme) 활성저해 효과를 Fig. 2에 나타내었다. 전체적으로 모든 시료에서 ACE 활성저해 효과가 나타났으며, 32.7 ± 3.3 ~ 63.1 ± 1.0% 의 분포를 보였다. 시료별로는 일반된장에 작두콩을 첨가하여 제조한 시료(J2)가 63.1 ± 1.0%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음은 쌀 된장에 작두콩을 첨가하여 제조한 시료(J4)가 62.1 ± 1.4%로 나타나 다른 시료들에 비해 작두콩을 첨가한 된장에서 보다 높은 ACE 활성저해 효과가 나타났다. 한편 본 연구에서 ACE 활성저해 효과와 앞 서 언급한 총 페놀화합물 함량은 비슷한 경향을 보였으며, 이런 경향은 이 등[26]이 헛개나무의 angiotensin 전환 효소 저해 및 항산화 활성에서 총 페놀화합물 함량과 ACE 활성저해 사이에 높은 상관관계가 있었다고 보고한 것과 일치하였다.

ACE 효소는 angiotensin I의 C-말단 dipeptide (His-Leu)를 절단하여 활성형인 angiotensin II 로 전환시키는 것을 촉매하는 효소로 혈압을 상승시킴과 동시에 생체내에서 혈압 강하 작용을 갖는 bradykinin을 분해하는 작용으로 인해 생체내에서 고혈압을 일으키는 중요한 효소로 알려져 있다. 뿐만 아니라 지방산의 산화를 촉진시키고 과산화가를 증가시킴으로 동맥 경화의 위험을 높이는 것으로도 알려져 있다[26,27].

따라서 ACE의 작용을 저해함으로써 대표적인 성인병인

고혈압과 동맥 경화를 예방할 수 있는 물질에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 그리고 된장, 청국장과 같은 대두 발효 제품이 이런 ACE 활성저해 효과가 있음이 밝혀지면서 고혈압, 동맥 경화 등에 효과가 있는 건강기능식품으로써 대두 발효 제품에 대한 연구가 진행되었으며, 나아가 대두 발효 제품에 다른 약효 성분을 첨가함으로써 일반 대두 발효 제품보다 더 높은 건강 기능성을 얻고자 하는 시도로 발전하였다. 실례로 이 등[3]은 다양한 당귀 등 24절기 약초와 하수오 등을 첨가한 된장에서 숙성 기간 및 시료에 따라 차이를 보였지만 대부분 높은 ACE 활성저해 효과를 보여 건강 기능식품으로써 가치가 있다고 보고하였으며, 이 등[27]은 표고 버섯을 첨가한 재래식 발효 된장에서 표고 버섯의 첨가 농도가 높아짐에 따라 ACE 활성저해 효과가 높아진다고 보고하여 고혈압에 표고 버섯 첨가 된장이 효과가 있을 수 있음을 제시하였다.

본 연구에서 사용한 작두콩을 첨가한 된장의 경우도 시판 된장을 비롯한 다른 대조구 시료들에 비해 높은 ACE 활성저해 효과가 있음이 나타나 고혈압 및 동맥 경화의 예방을 위한 건강기능식품으로써의 가능성이 있다고 생각되며, 이런 ACE 활성저해 효과는 일반적으로 알려진 것처럼 된장이 발효, 숙성됨에 따라 미생물들이 내는 protease에 의해 원료인 작두콩으로부터 분해된 다양한 peptide 성분들에 기인한 것으로 생각된다.

Tyrosinase 활성저해 효과

원료로 작두콩을 첨가한 된장의 tyrosinase 활성저해 효과 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 전체적으로 작두콩을 첨가한 된장과 일반 시판 된장 등 모든 시료에서 tyrosinase 활성저해 효과를 보였으며, 40.4 ± 1.2 ~ 61.7 ± 2.0%의 분포를 나타내었다. 시료별로 작두콩을 첨가한 된장 J2와 J4는 각각 40.4 ± 1.2%와 49.0 ± 2.4%를 보였으며, 다른 시판 된장들과 별 차이를 보이지는 않았다. 일반적으로 tyrosinase

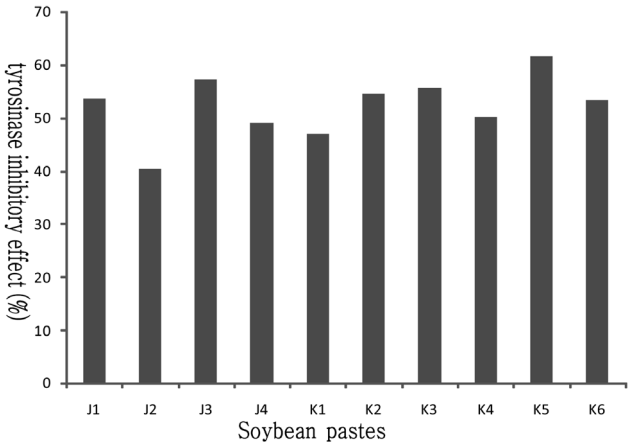

Fig. 3. Tyrosinase inhibitory effect of soybean pastes.

활성저해 효과는 총 페놀화합물 함량 및 항산화효과와 어느 정도 상관관계가 있다[28]고 알려져 있으나, 본 연구 결과에서는 작두콩 첨가 된장이 대조군보다 상대적으로 높은 페놀화합물 함량과 전자공여능을 보였으나, tyrosinase 활성저해 효과가 높게 나타나지는 않았으며, 이는 앞서 언급한 것처럼 된장의 숙성 조건 및 기간 등의 차이인 것으로 생각된다.

Tyrosinase는 tyrosine을 기질로 하여 dopaquinone을 생성시키며, 이 후 생성된 dopaquinone은 아미노산 혹은 단백질 중합반응에 의해 최종적으로 멜라닌이 합성된다. 멜라닌은 동·식물, 미생물 및 사람 등에 널리 존재하는 페놀류의 고분자 물질의 색소로, 사람의 경우 피부색을 결정하는 동시에 유해한 자외선이나 유리기로부터 인체를 보호하는 역할을 담당하고 있다. 그러나 과도한 멜라닌 합성은 인체에 기미, 주근깨, 피부반점을 형성하고 피부 노화를 촉진하며 피부암 유발에 관여하는 것으로 알려져 있으며, 이렇게 한 번 생성된 색소를 파괴 또는 분해하여 제거하는 것은 매우 어려워 과도한 멜라닌 합성을 억제하기 위한 방법으로는 tyrosinase를 저해하는 방법이 효율적이며, 이에 대한 연구도 활발히 진행되어 왔다[29,30]. 따라서 본 연구 결과에서 작두콩을 첨가한 된장이 다른 된장에 비해 높은 tyrosinase 저해 효과를 보이지는 않았으나, 모든 된장 시료에서 tyrosinase 저해 효과를 보이는 것으로 나타나 된장, 청국장 등과 같은 전통 대두 발효 식품의 섭취가 tyrosinase 저해 효과를 가져올 수 있으며, 이에 대한 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

요 약

작두콩 첨가 된장의 생리활성 특성을 알아보기 위해 재래 된장에 8.0% 작두콩을 첨가한 된장과 쌀된장에 6.5% 작두콩을 첨가한 된장 등 총 2종을 실험구로 하고, 재래 된장 및 쌀된장 그리고 시중에서 유통되는 일반 된장 6종 등 8종을 대조구로 하여 전자공여작용, 총 페놀화합물 함량, 이소플라본 함량, ACE 활성저해 효과, tyrosinase 활성저해 효과를 살펴보았다.

전자공여능의 경우, 전체적으로 23.6 ± 3.0 ~ 88.3 ± 0.7%의 분포를 나타냈으며, 작두콩 첨가 된장인 J2, J4가 각각 81.5 ± 2.2 %, 88.3 ± 0.7 %로 다른 대조구에 비해 높게 나타났으며, 총 페놀 화합물 함량은 전체 시료가 928.5 ± 1.4 ~ 1785.7 ± 3.9 mg/kg의 분포를 나타냈고, J2와 J4가 각각 1773.8 ± 2.9 mg/kg, 1785.7 ± 3.6 mg/kg 로 가장 높은 함량을 보였다. 그리고 ACE 활성저해 효과도 전체적으로 32.7 ± 3.3 ~ 63.1 ± 1.0% 의 분포를 보였으며, 작두콩 첨가 된장인 J2, J4가 각각 63.1 ± 1.0%, 62.1 ± 1.4%로 대조구에 비해 우수한 것으로 나타났다. 그러나 이소플라본 함량은 배당체인 daidzin 이나 genistin 보다

aglycone 형태인 daidzein과 genistein의 함량이 높게 검출되었으며, tyrosinase 활성저해 효과는 전체 시료가 40.4 ± 1.2 ~ 61.7 ± 2.0%의 분포로 나타났으나, 이소플라본 함량과 tyrosinase 활성저해 효과의 경우, 작두콩 첨가 된장과 다른 대조구 사이에 큰 차이를 보이지 않았다. 시료간 콩 함량에 따라 전자공여능, 총 페놀 화합물 함량 등의 결과에 관련성을 나타내지는 않았다. 작두콩 첨가 된장의 경우 전자공여능 및 총 페놀화합물 함량이 다른 시료에 비해 높았고 항산화능과 ACE 활성저해 효과가 우수한 것으로 나타나 고혈압과 동맥 경화 등의 성인병 예방에도 효과가 있을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 2007년 진천군 향토명품개발을 위한 연구비로 수행되었습니다. 이에 연구비를 지원해주신 충청북도 진천군에 감사의 말씀 드립니다.

참고문헌

1. Kim, J.H, Yoo, J.S, Lee, C.H, Kim, S.Y, Lee, S.K.: Quality properties of soybean pastes made from meju with mold producing protease isolated from traditional meju. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* **49**(1), 7-14 (2006).
2. Shin, J.H, Choi, D.J, Kwen, O.H.: Quality characteristics of Doenjang prepared with Yuja juice. *Korean J. Food Cookery Sci.* **24**(2), 198-205 (2008).
3. Lee, D.H, Kim, J.H, Yoon, B.H, Lee, G.S, Choi, S.Y, Lee, J.S.: Changes of physiological functionalities during the fermentation of medicinal herbs Doenjang. *Korean Journal of Food Preservation.* **10**(2), 213-218 (2003).
4. Jung, B.M, Roh, S.B.: Physicochemical quality comparison of commercial doenjang and traditional green tea Doenjang. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **33**(1), 132-139 (2004).
5. Kim, S.H.: New trend of studying on potential activities of Doenjang-fibrinolytic activity. *Korea Soybean Digest.* **15**, 8-15 (1998).
6. Hong, S.S.: Anticancer effects of Korean traditional soybean paste. *Food Technol.* **7**, 56-57 (1994).
7. Yang, S.H, Chung, Y.J.: Optimization of the taste components composition in traditional Korean soybean paste. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **21**, 449-453 (1992)
8. Joo, S.J, Choi, K.J, Kim, K.S, Lee, J.W, Park, S.J.: Characteristics of yougurt prepared with 'Jinpum' bean and sword bean(canavalin gladiata). *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* **8**(3), 308-312 (2001).
9. Cho, Y.S, Bae, Y.I, Shim, K.H.: Chemical components in different parts of Korean sword bean(canavalia gladiata). *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* **6**(4), 475-480 (1999).
10. Kim, S.S, Kim, K.K, Hong, H.D.: Development of Chunggukjang adding the sword beans. *Korea Soybean Digest.* **18**(1), 33-50 (2001).
11. Swain, T, Hillis, W.E.: The phenolic constituents of pruns domestica I - The quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci. Food Agric.* **10**, 63-68 (1959).
12. A.O.A.C. Official methods of analysis. 18th ed. Association of official analytical chemists. Washington DC. p21~22 (2005).
13. Wang, G, Kuan, S.S, Francis, O.J, Ware, G.M, Carman, A.S.: A simplified HPLC method for the determination of phytoestrogens in soybean and its processed products. *J. Agri. Food, Chem.* **38**, 185-190 (1990).
14. Barnes, S, Kirk, M, Coward, L.: Isoflavones and their conjugates in soy foods. Extraction conditions and analysis by HPLC mass spectrometry. *J Agric Food Chem.* **42**, 2466-2474 (1994).
15. Cheung, H.S, Chushman, D.W.: Spectrometric assay and properties of angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochem Pharmacol.* **20**, 1637-1640 (1971).
16. Jung, S.W, Han, D.S, Kim, S.J, Chun, M.J.: Fermentation of tyrosinase inhibitor in mushroom media. *J. Appl. Microbiol Biotechno.* **24**, 227-233 (1996).
17. Kim, M.H, Im, S.S, Yoo, Y.B, Kim, G.E, Lee, J.H.: Antioxidative materials in domestic meju and Doenjang. 4. Separation of phenolic compounds and their antioxidative activity. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **23**(5), 792-798 (1994).
18. Cheigh, H.S, Park, K.S, Moon, G.S, Park, K.Y.: Antioxidative characteristics of fermented soybean paste and its extracts on the lipid oxidation. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **19**(2), 163-167 (1990).
19. Lee, K.H, Ryu, S.H, Lee, Y.S, Kim, Y.M, Moon, G.S.: Changes of antioxidative activity and related compounds on the Chungkukjang preparation by adding drained boiling water. *Korean J. Food Cookery Sci.* **21**(2), 163-170 (2005).
20. Ryu, S.H, Lee, H.S, Lee, Y.S, Moon, G.S.: Contents of isoflavones and antioxidative related compounds in soybean leaf, soybean leaf Jangachi, and soybean leaf Kimchi. *Korean J. Food Cookery Sci.* **21**(4), 433-439 (2005).
21. Choi, Y.B, Sohn, H.S.: Isoflavone content in Korean fermented and unfermented soybean foods. *Korean J. Food Sci. Technol.* **30**(4), 745-750 (1998).
22. Wang, H, Murphy, P.A.: Isoflavone content in commercial soybean foods. *J. Agric. Food Chem.* **42**, 1666-1673 (1994).
23. Lee, H.Y, Cha, Y.J.: Isoflavone content in soy sauce made with whole grain soybean Meju during fermentation. *Korean J. Food & Nutr.* **19**(4), 460-465 (2006).
24. Lim, K.J.: Effect of extracts from some spices on antioxidative activities and inhibition of carcinogenic nitrosamine formation. Konkuk University. MS Thesis, (2000).
25. Kwon, S.H, Shon, M.Y.: Antioxidant and anticarcinogenic effects of traditional Doenjang during maturation periods. *Korean Journal of Food Preservation.* **11**(4), 461-467 (2004).
26. Kim, S.H, Lee, Y.J, Kwon, D.Y.: Isolation of angiotensin converting enzyme inhibitor from Doenjang. *Korean J. Food Sci. Technol.* **31**(3), 848-854 (1999).
27. Rhee, C.H, Lee, J.B, Jang, S.M.: Changes of microorgan-

isms, enzyme activity and physiological functionality in the traditional Doenjang with various concentrations of Lentinus edoes during fermentation. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* **43**(4), 277-284 (2000).
28. Ra, K.S. Suh, H.J, Chung, S.H, Son, J.Y.: Antioxidant activity of solvent extract from onion skin. *J. Food Sci. Technol.* **29**, 595-601 (1997).
29. Kang, M.C, Lee, J.Y, Lee, J.A, Han, J.H, Kim, B.S. Kim, G.O.: Antioxidant effects and melanin inhibitory effect of natural Pimpinella komarovill extracts in Jeju island. *Korean J. Biotechnol. Bioeng.* **23**(1), 77-82 (2008).
30. Bang, B.H, Rhee, M.S, Kim, J.O, Yi, D.H.: Purification and characteristics of tyrosinase inhibitor produced by Actinomycetes F-97. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* **51**(3), 153-158 (2008).