

수시장(콩발효식품)의 생리기능적 특성에 관한 연구

류복미¹ · 杉山久仁子² · 김정숙³ · 박민희³ · 문갑순^{3*}

¹인제대학교 식품과학연구소

²요코하마 국립대학교 교육인간과학부

³인제대학교 식품생명과학부, 바이오헬스소재연구센터 및 식품과학연구소

Studies on Physiological and Functional Properties of *Susijang*, Fermented Soybean Paste

Bog-Mi Ryu¹, Kuniko Sugiyama², Jung-Suk Kim³, Min-Hee Park³ and Gap-Soon Moon^{3*}

¹Dept. of Food Science Institute, Inje University, Gimhae 609-735, Korea

²Faculty of Education and Human Sciences, Yokohama National University, Yokohama 240-8501, Japan

³School of Food and Life Science, and Biohealth Products Research Center and
Food Science Institute, Inje University, Gimhae 621-749, Korea

Abstract

This study was carried out to observe the antioxidant and angiotensin converting enzyme (ACE) inhibitory activity of *susijang* (Korean traditional fermented soy food). The antioxidant activity of *susijang* was measured by using TEAC (trolox equivalent antioxidant capacity) assay. In addition contents of isoflavones, phenolic acids and amino acids were determined. TEAC values of *chungkukjang* and *susijang* were significantly higher than those of yellow soybean ($p < 0.05$). The contents of isoflavones (genistein, daidzein) were found to be significantly higher in *chungkukjang* and *susijang* than yellow soybean. The *susijang* showed high content of free amino acids and phenolic acids. ACE inhibitory activity of *susijang* was significantly higher than those of *chungkukjang* and yellow soybean, particularly of 70% ethanol extract.

Key words: *susijang*, soy fermentation food, isoflavones, angiotensin converting enzyme

서 론

우리나라는 예로부터 다양한 방법으로 콩을 이용해 왔는데 두부나 두유로 이용하거나 발효시켜 된장, 간장, 청국장 등으로 사용하였다. 전통발효식품인 청국장은 발효가 되면서 다양한 생리활성물질이 증가하여 정장작용, angiotensin converting enzyme(ACE) 저해 및 혈압강하, 혈전용해능 등에 효과가 있어 최근에 혈액순환 개선에 도움이 되는 기능성 식품으로 부각되고 있다(1). 청국장은 다른 장류 식품들과는 달리 발효기간이 짧고 소금이 들어가지 않는 무염발효식품이므로, 과도한 정제소금의 섭취가 고혈압, 위암, 뇌졸중 등과 같은 질병 발생과 관련성이 높은 점에서 청국장의 섭취는 소금의 과잉섭취를 막을 수 있는 바람직한 식품이라 볼 수 있다(2).

수시장(水豉醬; 일명 각지전국장)은 『增補山林經濟』에 처음 수록되어 있는 콩발효식품 중 하나로 청육장(淸肉醬)과 청탕장(淸湯醬)의 형태로 발전하는 중간 단계에 있는 매우 독특한 장류이다(3). 청국장의 일종으로 보이지만 콩 삶은

물을 다시 이용하고 재가열한다는 점에서 청국장과는 조장법이 다르다. 문헌(4)에 의한 수시장의 조장법을 보면 '콩의 다소를 불구하고 볶되 미적색이 되도록 볶을 것이며 검게 탄 것은 가려 낸 다음 키 위에 놓고 비벼서 껍질을 거둬내고 반으로 쪼개어서 부서지지 않은 것을 솥에 넣고 많은 물을 내려 매우 삶은 다음 삶은 콩은 건져내고 콩 삶은 물은 깨끗한 항아리에 저장해 둔다. 삶은 콩을 취하여 짬뽕으로 싸거나 혹은 큰 바가지 중에 담아 천으로 두겹게 싸 더운 온돌에 놓고 2~3일을 기다리면 실이 생길 것이니 이것을 꺼내어 다시 솥에 옮겨 담고 저장하여 두었던 콩 삶은 물을 부어 또 끓이되 양에 따라 소금을 싱겁게 타고 끓고 있는 즙이 누렇게 흐려질 때까지 끓여서 꺼내어 사기항아리에 담은 후 식혀서 쓴다. 원한다면 고추를 넣어주되 끓일 때에 넣는다'라고 적고 있다.

조장 과정에서 물의 이용이 많아서 수시장이라고 불렀으며, 세균매주를 이용한 장류는 저장 중 점차 써지는 것이 일반적인데 수시장은 재가열함으로써 장류 중의 세균 또는 효소를 파괴하여 청국장의 단점인 쓴맛이나 불쾌한 냄새를

*Corresponding author. E-mail: fdsnmoon@inje.ac.kr
Phone: 82-55-320-3234, Fax: 82-55-321-0691

줄일 수 있는 장점이 있다(5). 또한 콩 삶은 물을 재이용하기 때문에 콩에 함유된 유용한 성분들의 손실을 막을 수 있는 훌륭한 조장법으로 여겨진다. 장류 중 된장과 고추장 등은 고품질화 전략으로 소비가 증대되고 있으나 청국장만 특유의 강한 냄새와 자가제조의 어려움, 낮은 저장성 등으로 인해 다른 장류에 비해 소비가 적은 편이라 콩의 소비를 증대시키기 위해서 다양하고 대중화된 제품개발이 필요한 실정이다(6). 수시장은 탕국형태로 쉽게 먹을 수 있는 고급 장류로서 수시장의 발굴 및 기능성의 규명은 만성질환에 걸리기 쉬운 현대인들에게 콩 발효 건강식품을 섭취할 수 있는 새로운 방안을 제시할 수 있을 것으로 사료된다. 본 연구에서는 수시장의 기능성을 규명하기 위하여 수시장의 제조법을 재현하고 이의 항산화 및 항고혈압 효과를 콩 및 청국장과 비교하여 분석하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 대두(태광콩)는 영남농업연구소에서 제공받아 실험재료로 사용하였다.

종균

수시장 제조에 사용한 균주는 면역증강활성이 우수한(7) *Bacillus pumilus* JB-1 KCTC 10461BP 균주를 안동대학교 식품영양학과 실험실에서 분양받아 4°C에서 보관하면서 사용하였다. 보관중인 균주를 nutrient agar(Difco) 배지에 도말하여 35°C에서 24시간 배양 활성화시킨 후 생성된 colony를 100 mL의 nutrient broth에 현탁하여 40°C에서 24시간 배양하여 종균으로 사용하였다.

수시장의 제조

대두를 3회 세척한 후 미적색이 나도록 15분 정도 볶은 다음 콩 무게의 10배 물을 넣고 콩이 완전히 물리질 정도로 삶았다. 콩 삶은 물은 냄비에 담아 냉장 보관하였고, 삶은 콩은 60~70°C 정도로 냉각시켜 원료 콩 무게의 2% 종균을 접종하여 청국장발효기(성광전자 쿠쿠)에서 2~3일간 발효시켜 청국장을 제조하였다. 발효시킨 청국장에 콩 삶은 물을 다시 부어 15분 정도 가열하여 수시장을 제조하였다. 원료콩과 수시장, 청국장은 동결건조하여 분석용 시료로 사용하였다.

총항산화능

수시장의 항산화효과는 TEAC(trolox equivalent anti-oxidant capacity) 법으로 측정하였다(8). 동결 건조한 시료 0.2 g에 1 mM의 탈이온수와 3 mM의 HPLC용 메탄올을 넣은 후 혼합한 다음 ultrasonicator(Branson Ultrasonic Corporation, CT, USA)에서 3시간 동안 추출하였다. 추출한 시료는 0.4 µL regenerated cellulose syringe filter로 여과한 후 ABTS(2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfate)

를 7 mM이 되도록 용해시키고 최종농도가 2.45 mM이 되도록 potassium persulfate를 첨가하여 ABTS radical cation을 만들었다. 이 용액을 734 nm에서 흡광도가 0.7(±0.02)이 되도록 5 mM PBS(pH 7.4)로 조정하고 30 µL의 시료와 trolox standard ABTS radical anion 용액 3 mM을 첨가하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 30°C에서 6분간 흡광도를 측정하고 이를 trolox 표준 직선에 대입하여 항산화효과를 표시하였다.

Isoflavones(genistein, daidzein) 함량 측정

각 시료 중의 genistein과 daidzein의 함량은 Wang 등의 방법(9)에 따라 측정하였다. 동결건조된 시료 0.2 g에 1 mL의 탈이온수와 3 mL의 HPLC용 메탄올을 넣어 섞은 후 ultrasonicator(Branson Ultrasonic Corporation, CT, USA)에서 3시간 추출하였다. 추출한 시료를 0.4 µL regenerated cellulose syringe filter로 여과한 후 HPLC(Agilent, USA)에 주입하였다. 칼럼은 ZORBAX SB C₁₈ 역상칼럼을 사용하였고, 이동상은 MeOH : 1 mM ammonium acetate(6:4), 칼럼온도는 30°C, 유속은 1 mL/min으로 하여 260 nm에서 피크를 확인하였다. Genistein과 daidzein 표준물질은 Sigma사에서 구입하여 standard로 사용하였고 피크 면적을 비교하여 동결건조된 시료 중의 이소플라본 함량을 계산하였다.

Phenolic acids 함량 측정

Phenolic acids 함량은 이소플라본 분석과 동일한 기기를 사용하여 HPLC로 분석하였다(10). 표준품 phenolic acid들은 적당한 농도로 메탄올에 용해하여 syringe filter로 여과한 뒤 사용하였고 그 종류는 gentisic acid, p-hydroxybenzoic acid, chlorogenic acid, vanillic acid, syringic acid, caffeic acid, p-coumaric acid, benzoic acid, salicylic acid, ferulic acid, trans-cinnamic acid 등 11종을 사용하였고 시료 전처리 방법은 위의 이소플라본 분석용 시료와 동일하게 처리하였다. 칼럼은 ZORBAX SB C₁₈ 역상칼럼을 사용하였고, 이동상은 1% 초산과 메탄올을 gradient로 하여 260 nm에서 검출하였다. 칼럼온도는 40°C, 유속은 0.8 mL/min이었고, gradient 조건은 1% 초산용액을 기준으로 0분에서 100%, 25분까지 70%, 40분에 30%, 45분에서 50분까지는 10%, 55분에 다시 100%로 하여 55분 내에 검출될 수 있도록 하였다. Phenolic acids 표준곡선을 그린 뒤 함량을 계산하였다.

아미노산의 분석

동결건조된 시료 200 mg을 취하여 6 N-HCl로 가수분해한 시료들을 각각 50°C에서 감압농축 후 증류수에 녹여 50 mL로 정용한 다음 5배 희석하여 아미노산 자동분석기(Biochrom 20, Pharmacia, UK)로 분석하였다.

Angiotensin converting enzyme(ACE) 저해 활성 측정

ACE 저해효과는 Cushman과 Cheung의 방법(11)에 의하여 측정하였다. 즉 12.5 mM hippuric acid 50 µL에 ACE

0.025 unit를 넣고 sodium borate buffer(pH 8.3)에 시료(10 mg/mL)를 100 μ L 혼합하였다. 대조구는 peptide 대신 동일한 buffer 0.1 mL를 첨가하였으며 각각 반응물은 37°C에서 30분간 반응시켰다. 0.5 N HCl 용액을 125 μ L을 넣어 반응을 중지시킨 후 1 mL의 ethylacetate를 첨가하여 원심분리시키고 ethylacetate층만 900 μ L를 취하였다. 이 상등액을 감압농축한 다음 잔사에 1.5 mL의 buffer를 넣어 용해시키고 228 nm에서 흡광도를 측정 후 표준곡선에서 양을 환산하여 아래의 식에 의해 저해율을 계산하였다.

$$\text{ACE 저해율(\%)} = \left(1 - \frac{\text{반응구의 hippuric acid 생성량}}{\text{대조구의 hippuric acid 생성량}}\right) \times 100$$

통계처리

통계분석은 SPSS Ver 10.0 package program을 이용하여 각 군의 평균과 표준편차를 산출하고 군 간의 차이는 ANOVA로 분석한 뒤 $p < 0.05$ 에서 유의한 차이가 있는 경우 Duncan's multiple range test로 사후 검정하였다.

결과 및 고찰

항산화능

대두와 청국장에는 존재하는 대표적인 항산화물질에는 isoflavones, phenolic acids, chlorogenic acid, isochlorogenic acid, tocopherol, amino acids, peptides, saponins 등으로 알려져 있다(12). 원료콩과 청국장, 수시장의 항산화효과를 trolox equivalent capacity (TEAC)법으로 측정하였다. TEAC법은 Miller와 Rice-Evans(13)에 의해 개발된 방법으로 2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfate, ABTS) radicals을 소거하는 항산화능을 측정하는 것으로 분석하기 쉽고 빠르며, 항산화제의 생물학적 활성과 관련이 있어 광범위하게 이용되고 있다. 콩 성분 중의 항산화효과를 측정하기 위해 DPPH법이나 FRAP법 등 여러 가지 방법들이 이용되고 있으나 Moon 등(14)에 의하면 콩 중의 이소플라본과 phenolic acids의 활성을 평가하는데 TEAC법이 가장 유용하다고 보고하여 본 연구에서도 TEAC법으로 항산화활성을 측정하였다. 원료콩의 경우 TEAC 값은 0.68 mM이었고, 청국장으로 발효시켰을 때의 TEAC 값은 2.09 mM이었다. 청국장에 콩 삶은 물을 다시 첨가하여 제조한 수시장은 TEAC 값이 2.07 mM로 나타났다(Fig. 1). 원료콩에 비해 콩을 발효시켰을 때 유의적으로 항산화활성이 높았으며 수시장은 청국장과 유사한 항산화효과를 나타내어 항산화효과가 큰 것을 알 수 있었다. 청국장은 숙성과정 중 단백질이 저분자의 펩타이드로 변화하고, 미생물에 의해 새로이 생성된 생리활성 물질들로 인해 항산화효과와 같은 여러 가지 기능성을 나타낸다(15). 청국장과 유사한 항산화효과가 있는 수시장은 생체 내에서 산화적 스트레스에 대한 저항 작용을 나타내어 생체 내에서 산화로 인한 여러 질병의 발생이나

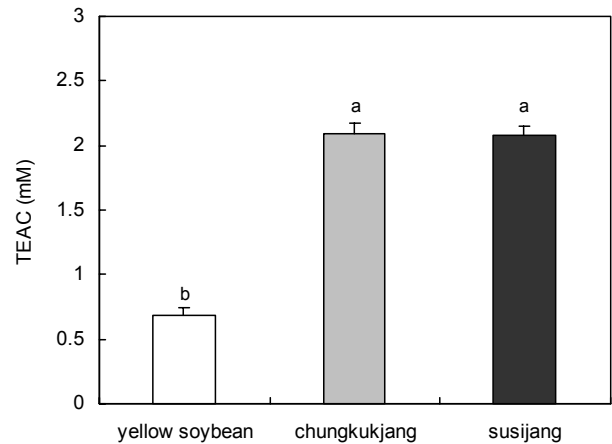


Fig. 1. Scavenging of ABTS radical anion of yellow soybean, chungkukjang and susijang measured by TEAC assay.

^{a,b}Different superscripts in the figure indicate significant difference at the $p < 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

노화를 지연시킬 수 있을 것으로 기대된다.

Isoflavone 함량

콩 속에 함유되어 있는 기능성 성분 중의 하나인 이소플라본은 식물계에 광범위하게 존재하는 diphenol 화합물로서 대두 속에 존재하는 이소플라본은 대부분 genistin, daidzin, glycitin 등과 같은 배당체 형태로 존재한다(16). 콩 이소플라본은 여러 가지 유용한 생리활성에 관여하는 성분으로 보고되어 있는데 특히 phytoestrogen으로서 폐경기 증상을 완화시키고, 심혈관계질환, 골다공증, 유방암, 전립선암, 대장암 등과 같은 질환의 예방에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(17). 대두 중에는 이소플라본이 약 0.1~0.4% 정도 함유되어 있는데 품종이나 생산지, 생산년도에 따라 다르며 콩의 가공방법에 따라 그 손실량도 달리 나타난다(18).

본 실험에서는 콩 속의 주요 이소플라본인 daidzein과 genistein 함량을 측정하였다. Daidzein의 경우 원료콩에서는 0.09 mg%이었으며, 청국장에서는 89.6 mg%로 청국장으로 발효시켰을 때 이소플라본이 현저히 증가하는 것을 알 수 있었다. 수시장의 경우에는 청국장보다는 다소 낮게 나타났지만 74.9 mg%로 원료콩에 비해 이소플라본의 함량이 높았다(Fig. 2). Genistein의 경우도 daidzein의 결과와 유사한 경향으로 원료콩에 비해 청국장은 58.2 mg%, 수시장은 49.9 mg%로 콩을 발효시켰을 때 이소플라본 함량이 높아지는 것을 알 수 있었다.

콩 가공식품 중의 이소플라본 함량을 비교한 연구(19)에서 청국장은 된장보다 높은 이소플라본을 함유하고 있는 것으로 조사되었으며, 순두부와 두부에서 이소플라본 함량을 분석한 결과 순두부는 두부에 비해 이소플라본 함량이 높게 나타났는데, 이것은 순두부가 제조과정에서 압착과정을 거치지 않기 때문에 순물로 빠져나가는 이소플라본 함량이 적었기 때문인 것으로 보고되어 있다(20).

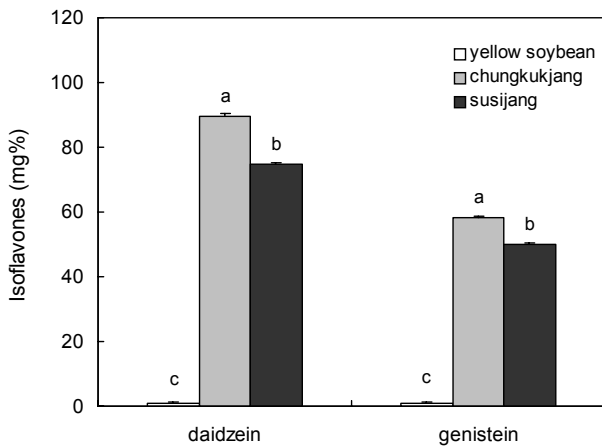


Fig. 2. Isoflavone contents of lyophilized yellow soybean, chungkukjang and susijang.

^{a-c}Different superscripts in the figure indicate significant difference at the $p < 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

Phenolic acids 함량

콩 속에 함유된 phenolic acids는 주로 syringic, vanillic, ferulic, gentisic, salicylic, *p*-OH benzoic acid와 *p*-coumaric acid 등으로 알려져 있는데, 이들 phenolic acids는 콩의 flavor에 관여하며 콩 특유의 맛의 원인이 되기도 한다(21). 특히 chlorogenic acid와 caffeic acid, ferulic, coumaric acid 등은 항산화제로서의 기능이 있는 것으로 보고되어 있다(22). 각 시료들을 동결건조하여 phenolic acids의 함량을 측정된 결과, 원료콩에서는 gentisic acid, chlorogenic acid, benzoic acid, *p*-coumaric acid 등이 많이 함유되어 있었다(Table 1). 청국장 등의 경우 원료콩보다 gentisic acid의 함량은 많았으나 *p*-coumaric acid, chlorogenic acid와 같은 성분은 오히려 감소하였다.

수시장의 경우 대부분의 phenolic acids의 함량이 원료콩이나 청국장에 비해 높았으며 특히, *p*-coumaric acid의 경우 원료콩의 3배, salicylic acid는 원료콩의 5배 이상 많이 함유되어 있었다. 청국장에서는 phenolic acids 함량이 낮게 나타났는데 이것은 콩을 삶는 동안 콩 속에 함유되어 있는 phe-

Table 1. Content of phenolic acids in lyophilized yellow soybean, chungkukjang and susijang (unit: mg%)

Phenolic acids	Yellow soybean	Chungkukjang	Susijang
Caffeic acid	-	8.6	-
<i>p</i> -Coumaric acid	86.9	14.9	265.5
Chlorogenic acid	56.7	35.4	85.2
Salicylic acid	66.3	70.9	331.9
<i>p</i> -OH benzoic acid	-	1.23	1.31
Syringic acid	2.7	-	-
<i>t</i> -Cinnamic acid	0.7	1.4	1.8
Ferulic acid	-	13.7	18.0
Gentisic acid	79.5	157.6	89.2
Benzoic acid	123.1	58.4	85.5
Total	415.9	362.13	878.41

nolic acid 성분들이 물속으로 유출되어 원료콩보다 오히려 적게 함유된 것으로 사료된다. 콩 삶은 물속에 빠져나온 성분들이 수시장 제조 시 다시 첨가되면서 수시장에서 phenolic acids 함량이 높게 나타난 것으로 보인다.

아미노산 함량

콩은 단백질이 평균 40% 정도 함유되어 있는 우수한 단백질 공급원으로서 오래전부터 우리의 식생활에 이용되어 왔다. 단백질 중의 아미노산 조성을 살펴보면 glutamic acid, aspartic acid, arginine의 순으로 다량 함유되어 있으며 cystine, methionine, tyrosine 등은 적게 함유되어 있다(23). 콩의 가수분해물인 펩타이드와 아미노산은 항산화활성과 관련이 있는 것으로 보고되어 있다(24). 청국장 중의 단백질은 발효과정 중 *Bacillus subtilis*의 작용으로 polypeptide가 아미노산으로 분해되어 소화 흡수되기 쉬운 상태로 변하게 된다. 또한 발효과정 중에 protease의 작용에 의해 단백질이 가수분해되어 수용성 질소 형태로 변화되고 특유의 구수한 맛을 내게 된다(25).

각 시료의 유리아미노산 함량을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 원료콩 중의 전체 유리아미노산 함량은 9 mg/g, 청국장은 85.5 mg/g, 수시장은 114.5 mg/g으로 원료콩과 비교하여 수시장에서 가장 높았고 청국장이 다음으로 높게 나타났

Table 2. Free amino acid compositions of lyophilized yellow soybean, chungkukjang and susijang (unit: mg/g)

Free amino acids	Yellow soybean	Chungkukjang	Susijang
Alanine	0.18	4.94	9.11
Aspartic acid	0.62	3.46	4.19
Arginine	1.47	-	-
Asparagine	0.86	5.33	5.82
Threonine	0.07	1.31	1.72
Serine	0.03	0.08	0.06
Glutamic acid	0.63	15.59	26.43
α -Aminoapic acid	-	1.26	1.15
Proline	-	2.05	2.44
Glycine	0.09	3.42	4.88
Citulline	0.18	1.39	1.91
α -Aminobutyric acid	-	0.32	0.35
Valine	0.86	6.08	7.46
Cystine	0.91	0.74	0.67
Methionine	0.22	1.89	2.22
Cystathionine	0.09	0.90	0.93
Leucine	0.36	8.22	10.59
Isoleucine	0.19	4.26	5.18
Tyrosine	0.21	1.83	2.52
Phenylalanine	0.39	6.95	8.08
γ -Aminobutyric acid	0.18	0.27	0.24
β -Aminoisobutyric acid	0.33	-	0.61
5-Hydroxylysine	0.07	0.68	0.27
Ornithine	-	4.57	5.83
Lysine	0.12	6.47	8.44
Histidine	0.06	1.71	1.98
3-Methylhistidine	0.34	1.31	1.09
Carnosine	0.23	0.47	0.33
Total	9.00	85.5	114.50

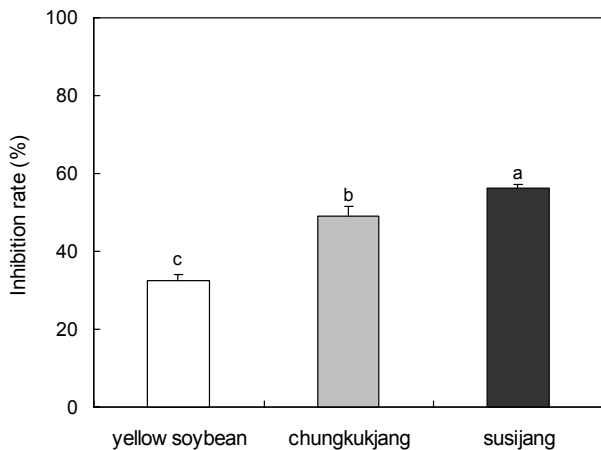


Fig. 3. ACE inhibition activities of yellow soybean, chungkukjang, and susijang.

^{a-c}Different superscripts in the figure indicate significant difference at the $p < 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

다. Kim 등(26)의 연구에 의하면 청국장의 아미노산 조성에 있어서 특히, glutamic acid, leucine, alanine, phenylalanine 등이 많이 함유되어 있다고 보고하였는데 본 연구에서도 유사하게 glutamic acid, leucine, alanine 등이 많이 함유되어 있었다. 수시장의 경우는 청국장보다 아미노산 함량이 더 높게 나타나 수시장 제조 시 콩 삶은 물속에 유출된 유리아미노산이 첨가됨으로써 더 높게 나타난 것으로 사료된다.

ACE 저해 효과

고혈압은 주로 renin-angiotensin system(RAS)에 의한 생리 화학적 기전으로 설명되는데, 혈장 중에 있는 angiotensin이 신장에서 분비되는 renin에 의해 angiotensin I이 되고 이것은 angiotensin converting enzyme(ACE)에 의해 활성도가 높은 angiotensin II로 전환된다(27). ACE는 혈관과 신장의 근위세뇨관 내피, 심장, 폐, 활성화된 대식세포, 뇌조직 등에서 발견되는 동맥의 혈관벽 근육을 수축시키는 작용이 있어 혈압을 상승시킨다. ACE 억제제는 captopril, enalapril, lisinopril 및 ternocapril 등이 개발되어 고혈압, 울혈성 심부전, 심근경색, 신부전 등의 치료제로 널리 사용되고 있으나 이러한 약제들은 여러 가지 부작용이 많아 천연물질로부터 항고혈압 효과를 가지는 물질에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다(28). 최근 청국장에서 ACE 저해활성이 있다고 연구가 보고되어 있어(29,30) 수시장에서도 이와 유사한 항고혈압 효과가 있을 것으로 기대된다.

동결건조한 각 시료들을 sodium borate buffer(pH 8.3)에 10 mL/mL의 농도로 용해시킨 후 ACE 저해활성을 측정할 결과, 원료콩의 경우 32.7%, 청국장 49.2%, 수시장 56.4%의 저해활성을 나타내었다(Fig. 3). 원료콩에 비해 청국장에서 ACE 저해활성이 높았으며 수시장에서 가장 큰 ACE 저해활성을 나타내어 원료콩에 비해 콩발효식품에서 저해활성이 높게 나타난 것을 알 수 있었다.

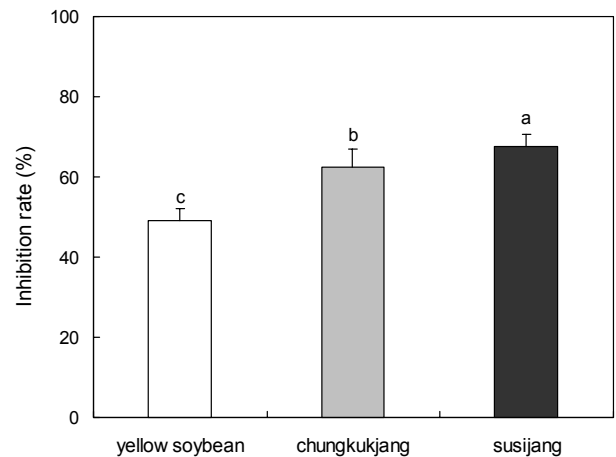


Fig. 4. ACE inhibition activities of 70% ethanol extracted yellow soybean, chungkukjang and susijang.

^{a-c}Different superscripts in the figure indicate significant difference at the $p < 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

동결 건조한 시료를 70% 에탄올로 추출하여 ACE 저해활성을 측정할 결과 원료 콩은 49.2%, 청국장 62.4%, 수시장 67.5%의 저해활성을 나타내었다(Fig. 4). 청국장보다 수시장에서 ACE 저해활성이 높게 나타났으며, 동결 건조한 시료들을 70% 에탄올로 추출했을 때 ACE 저해와 관련된 성분들이 더 많이 용출되어 나와 저해활성이 높게 나타난 것으로 사료된다. 콩발효식품의 항고혈압 효과에 관한 유사한 연구로 Suh 등(31)은 시판 된장 7종 중의 ACE 저해활성을 측정할 결과 저해활성이 큰 된장의 열수추출물을 용매획분하였을 때 acetone분획이 가장 높은 저해활성을 나타내었다고 보고하였다. 또 Cho 등(32)은 청국장 발효과정 중 항고혈압성 펩타이드를 분리했으며 분리한 펩타이드의 아미노산을 분석했을 때 alanine, phenylalanine, histidine 함량이 높은 것으로 조사되었다. 수시장은 콩을 볶고 삶는 과정에서 콩 펩타이드가 많이 형성되며, 청국장이나 된장과 같은 콩발효식품에서 ACE 저해활성을 가지는 물질이 주로 펩타이드 종류인 것으로 보아 수시장의 섭취는 항고혈압 효과가 클 것으로 기대된다.

요 약

전통 콩발효식품인 수시장의 제조방법을 재현하고 이의 항산화활성 및 angiotensin-converting enzyme(ACE)에 대한 저해활성을 측정하였다. TEAC법으로 총항산화능을 측정할 결과 원료콩에 비해 수시장에서 유의적으로 높았고, 청국장과 유사한 항산화능을 나타내었다. 수시장 중의 이소플라본(diazein, genistein) 함량은 청국장보다는 적게 함유되어 있었으나 원료콩에 비해서 유의적으로 높게 나타났다. Phenolic acids의 함량은 수시장 형태로 제조했을 때 가장 높았으며 특히, *p*-coumaric acid와 salicylic acid가 많이 함유되어 있었다. 유리아미노산의 함량은 원료콩과 비교하여

수시장에서 가장 높았고, 청국장이 다음으로 높게 나타났다. 고혈압 효과를 측정된 결과 청국장보다 수시장에서 저해활성이 높았으며, 70% 에탄올로 추출한 경우 저해활성이 더 큰 것으로 나타났다.

감사의 글

이 논문은 2005년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구(KRF-2005-217-F00004)이며, 이에 감사드립니다.

문헌

- Kim SH, Yang JL, Song YS. 1999. Physiological functions of *chungkukjang*. *Food Industry and Nutrition* 4: 40-46.
- Lee JO, Ha SD, Kim AJ, Yuh CS, Bang IS, Park SH. 2005. Industrial application and physiological functions of *chungkukjang*. *Food Science and Industry* 38: 69-78.
- Chai HJ, Lee HJ. 1990. A bibliographical study on the soy bean sauce. *J Korean Living Sci Res* 8: 29-70.
- 한국문화재보호재단편. 2001. 한국음식대관 제 4권 발효, 저장, 가공식품. 한림출판사, 서울. p 47.
- Lee KH, Kim YM, Lee YS, Moon GS. 2005. Historical change of *chungyuk-jang*, Korean traditional fermented soy paste. *Korea Soybean Digest* 22: 57-64.
- Choe JS, Kim SM, Yoo SM, Park HJ, Kim TY, Chang CM, Shin SY. 1996. Survey on preparation method and consumer response of *Chung-Kuk-Jang*. *Kor J Soybean Res* 13: 29-43.
- Kwon HY, Kim YS, Kwon GS, Kwon CS. 2004. Isolation of immuno-stimulating strain *Bacillus pumilus* JB-1 from *chungkook-jang* and fermentational characteristics of JB-1. *Kor J Microbiol Biotechnol* 32: 291-296.
- Roberta RE, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26: 1231-1237.
- Wang G, Kuan SS, Fransisi OJ, Ware GM, Carman AS. 1990. A simplified HPLC method for the determination of phytoestrogens in soybeans and its processed products. *J Agric Food Chem* 38: 185-190.
- Ryu SH, Lee YS, Moon GS. 2002. Effects of salt and soy-sauce condiment on lipid oxidation in broiled mackerel (*Scomber japonicus*). *Korean J Food Sci Technol* 34: 1030-1035.
- Cushman DW, Cheung HS. 1971. Spectrophotometric assay and properties of angiotensin converting enzyme of rabbit lung. *Biochem Pharm* 20: 1637-1647.
- Lee JJ, Cho CH, Kim JY, Kee DS, Kim HB. 2001. Antioxidant activity of substances extracted by alcohol from *chungkookjang* powder. *Korean J Microbiol* 37: 177-181.
- Miller NJ, Rice-Evans CA. 1997. Factors influencing the antioxidant activity determined by the ABTS⁺ radical cation assay. *Free Radic Res* 26: 195-199.
- Moon GS, Kwon TW, Ryu SH. 2003. Comparison of anti-oxidative activities of soybean components by different assays. *Korea Soybean Digest* 20: 28-36.
- Lee JJ, Cho CH, Kim JY, Kee DS, Kim HB. 2001. Antioxidant activity of substance extracted by alcohol from *chungkukjang* powder. *Korean J Microbiol* 37: 177-181.
- Kurzer MS, Xu X. 1997. Dietary phytoestrogens. *Anne Rev Nutr* 17: 358-381.
- Maubach J, Bracke ME, Heyerick A, Depypere HT, Serreyn RF, Mareel MM, DeKeukeleire D. 2003. Quantitation of soy-derived phytoestrogens in human breast tissue and biological fluids by high-performance liquid chromatography. *J Chrom B* 784: 137-144.
- Wang H, Murphy PA. 1994. Isoflavone content in commercial soybean foods. *J Agric Food Chem* 42: 1666-1673.
- Setchell KDR, Cassidy A. 1999. Dietary isoflavones: biological effects and relevance to human health. *J Nutr* 129: 758S-767S.
- Bae EA, Kwon TW, Moon GS. 1997. Isoflavone contents and antioxidative effects soybean curd and their by-products. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 371-375.
- Arai S, Suzuki H, Fujimaki M, Sakurai Y. 1966. Studies on flavor components in soybean: part II. Phenolic acids in defatted soybean flour. *Agric Biol Chem* 30: 364-369.
- Bae EA, Kwon TW, Lee YS, Moon GS. 1997. Analysis of phenolic acids in Korean soybeans and their antioxidative activities. *Korea Soybean Digest* 14: 12-20.
- Hong EH, Kim SD, Kim YH, Chung KW. 1990. Protein and content amino acid composition of soybean cultivars. *Korean J Crop Sci* 35: 403-412.
- Marcuse R. 1960. Antioxidative effect of amino acids. *Nature* 186: 886-887.
- Lee HJ, Suh JS. 1981. Effect of *Bacillus* strains on the *Chungkuk-jang* processing (I). *Korean J Food Sci Technol* 14: 97-104.
- Kim JS, Yoo SM, Choe JS, Park HJ, Hong SP, Chang CM. 1998. Physicochemical properties of traditional *chunggug-jang* produced in different regions. *Agric Chem Biotechnol* 41: 377-383.
- Tom B, Dendorfer A, Jan Danser AH. 2003. Bradykinin, angiotensin-(1-7), and ACE inhibitors: how do they interact? *Int J Biochem Cell Biol* 35: 792-801.
- Webster J, Koch HF. 1996. Aspects of tolerability of centrally acting antihypertensive drugs. *J Cardiovasc Pharmacol* 27: S47-54.
- Kim SD. 2005. Antimicrobial and ACE inhibitory activities of *chungkukjangs* prepared with various *Bacillus* sp. isolated from traditional *chungkukjang*. *J Natural Science, Catholic University of Daegu* 3: 79-85.
- Matsui T, Yoo HJ, Hwang JS, Lee DS, Kim HB. 2004. Isolation of angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides from *chungkookjang*. *Korean J Microbiol* 40: 355-358.
- Suh HJ, Suh DB, Chung SH, Whang JH, Sung HJ, Yang HC. 1994. Purification of ACE inhibitor from soybean paste. *Kor J Agric Chem Biotechnol* 37: 441-446.
- Cho YJ, Cha WS, Bok SK, Kim MU, Chun SS, Choi UK. 2000. Production and separation of anti-hypertensive peptide during *chunggugjang* fermentation with *bacillus subtilis* CH-1023. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 43: 247-252.

(2006년 12월 1일 접수; 2007년 1월 25일 채택)