

쥐눈이콩을 첨가한 두부제조에 따른 두부, 비지 및 순물의 항산화성

김준희 · 이영택[†]

경원대학교 식품생물공학과

Quality Characteristics and Antioxidant Activities of Soybean Curd Products Containing Small Black Soybean

Joon-Hee Kim and Young-Tack Lee[†]

Dept. of Food and Bioengineering, Kyungwon University, Seongnam 461-701, Korea

Abstract

Soybean curds were prepared by adding different levels (20, 40, and 60%) of small black soybean, and the quality characteristics of the soybean curds were investigated. The yield of soybean curd increased slightly with the increment of the levels of small black soybean, whereas L value (lightness) and b value (yellowness) decreased. Analysis of textural properties demonstrated that the addition of small black soybean lowered the hardness and chewiness of soybean curd, while it slightly increased the cohesiveness and adhesiveness. Antioxidant activities of soybean curd, soybean curd residue, and soybean curd whey were estimated by determining electron donating ability (EDA) to DPPH radical and superoxide dismutase (SOD)-like activity. These activities in all of the samples increased with the addition of small black soybean, especially in soybean curd residue and soybean curd whey; also, soybean curd whey containing small black soybean showed the highest activities.

Key words: soybean curd, small black soybean, quality characteristics, antioxidant activity

서 론

콩은 황, 백, 흑, 갈, 청, 얼룩 등 다양한 종피 색깔을 가지고 있다. 우리가 주로 즐겨먹는 콩에는 노란콩과 검정콩이 있는데, 노란콩은 된장, 간장, 고추장 등의 발효 콩제품에 이용되거나 두부, 두유 또는 콩기름 제조에 이용되어 대량 소비되는 반면에 검정콩은 밥밀콩으로 소량 소비되는 실정이다(1).

검정콩의 종실은 일반 노란콩과 영양 성분면에서 큰 차이가 없으나 종피에 anthocyanin 색소를 가지고 있는 특징이 있다. 콩에는 상당한 항산화물질이 있으며 그 원인물질로는 genistein과 daidzein을 포함하는 isoflavones, phenolic acids, tocopherols, phytic acids, trypsin inhibitor와 아미노산 및 peptide들이 거론되고 있다(2). 그 중 특히 genistein은 유해한 활성 산소종을 제거하는데 탁월한 효과를 나타내며(3-6), 검정콩의 색소인 anthocyanin(7)의 경우에도 항산화 효과에 크게 기여하는 것(8)으로 보고되었다. 또한 anthocyanin은 여러 가공식품의 첨가제로 쓰일 수 있는 천연색소로서 식품 자체의 변색 또는 퇴색을 방지할 뿐만 아니라 유지 및 가공식품의 저장성을 증진시키는 식품보존제로서의 기능을 가

지고 있다(9).

쥐눈이콩은 검정콩 중 하나로 서리태보다 작고 윤기가 흐르는 콩이며, 약재상에서는 약콩이라고 하여 예로부터 신경통, 신장질환, 노인성 치매예방에 이용되었다. 쥐눈이콩은 isoflavone 함량이 노란콩보다 높을 뿐만 아니라(10,11), 종피에 항산화 효과가 탁월한 glycinein과 anthocyanin 성분 중 cyanidin-3-glucoside가 풍부하여(12) 뇌혈관 및 심장질환의 예방과 치료에 효과가 있는 것으로 알려졌다. 최근 강원도 정선지역에 자생하는 쥐눈이콩은 항산화 효과가 특히 뛰어나며, 이로부터 제조한 두부가 항균효과가 있다는 실험 결과 등 쥐눈이콩의 생리적 기능성에 대한 긍정적인 보고(13,14)가 이루어진 바 있다.

본 연구에서는 일반 노란콩에 비율을 달리한 쥐눈이콩을 첨가하여 두부를 제조한 후 그 품질 특성 및 생리활성으로서 전자공여능과 SOD(superoxide dismutase) 유사활성에 의한 항산화성을 조사하였으며, 이때 두부를 제조하는 과정에서 얻어지는 부산물인 비지와 순물의 항산화 활성을 함께 측정하여 쥐눈이콩 첨가 두부부산물의 효용성을 함께 비교하였다.

[†]Corresponding author. E-mail: ytleek@kyungwon.ac.kr
Phone: 82-31-750-5565, Fax: 82-31-750-5273

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 일반 노란콩과 검정콩인 쥐눈이콩은 정선산으로 동트는 농가(강원도 정선)로부터 2004년산을 구입하여 4°C에서 저장하면서 시료로 사용하였다.

쥐눈이콩 첨가 두부의 제조

정선된 콩 100 g에 콩 중량 10배의 중류수를 넣은 후 20°C에서 12시간 수침하였다. 불려진 콩은 채로 걸려 물기를 빼고 원료 콩 중량의 10배인 중류수와 함께 Waring blender로 2분간 마쇄하여 두미를 제조하였다. 두미를 stainless bowl에 넣고 잘 저어주면서 95°C에서 10분간 가열하였으며 가열한 두미를 여과포에 걸려 두유를 압출하였다. 얻어진 두유를 85°C로 유지하면서 응고제로서 MgCl₂를 두유액에 대하여 0.3%로 첨가한 후 20분간 그대로 정치하여 응고시켰다. 두부 성형틀(9.5×7.0×6.0 cm)에 여과포를 깔고 응고액을 넣은 후 10~20 g/cm²의 압력 하에서 30분간 압착 성형하였으며 압착된 두부를 15°C의 중류수에 2시간 수침시켜 두부를 제조하였다. 두부는 노란콩에 대하여 쥐눈이콩을 각각 0, 20, 40, 60%로 대체하여 제조하였으며, 두부와 부산물로 생성된 비지와 순물을 동결건조기(FD-5508, ILSHINLAB, Korea)를 사용하여 동결건조하였다. 두부 및 두부부산물의 제조과정은 Fig. 1에 요약되었다.

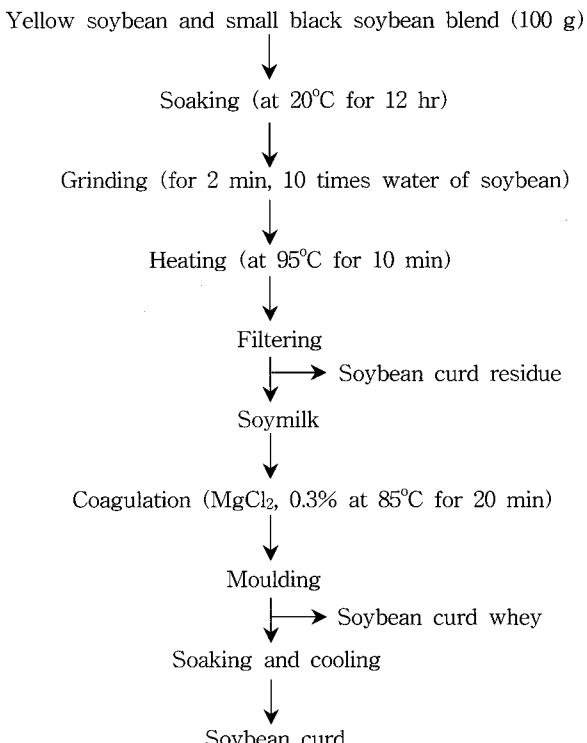


Fig. 1. The procedure for preparation of soybean curd products containing small black soybean.

일반성분 분석

콩과 두부의 일반성분은 AOAC 방법(15)에 따라 측정하였다. 수분은 105°C 오븐 건조방법에 의해 측정하였고, 조단백질은 Kjeltec auto sampler system 1035 Analyzer(Tecator Co., Sweden)를 사용하여 측정된 질소량에 질소계수 5.71을 곱하여 산출하였으며, 조지방은 Soxhlet법으로, 조회분은 직접회화법으로 측정하였다.

두부의 수율

두부의 수율은 압착성형후 2시간 동안 15°C에서 수침시킨 두부를 꺼내어 10분 정도 경사지게 방치한 후 두부 표면의 수분을 제거하고 무게를 측정하여 사용한 콩 무게를 기준으로 계산하였다.

두부의 색도

두부의 색도는 두부를 일정한 크기($6 \times 4 \times 2$ cm)로 절단한 후 색차계(CR-300, Minolta Co., Japan)를 사용하여 Hunter L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)으로 표시하였다.

두부의 텍스쳐

두부의 텍스처는 두부를 일정한 크기($6 \times 4 \times 2$ cm)로 절단한 후 Texture Analyzer(TA-XT2, Stable Micro System Ltd., Haslemere, England)를 사용하여 2 bite compression에 의해 두부의 견고성(hardness), 응집성(cohesiveness), 부착성(adhesiveness), 탄성(springiness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 측정하였다. 이때 측정조건으로 지름 20 mm aluminum probe를 사용하여 1.0 mm/s의 속도로 측정거리 12 mm를 압축하여 측정하였다.

전자공여능 측정

전자공여능(electron donating ability)은 Bolis의 방법(16)을 변형하여 측정하였다. 즉, 동결건조한 두부, 비지 및 순물 시료에 중류수를 가한 후 10분간 수화시켰으며 5분간 균질화시킨 다음 15,000 rpm에서 30분간 원심 분리하였다. 상징액 0.4 mL를 시험관에 취한 후 5.6 mL의 1×10^{-4} M 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) ethanol 용액을 가하여 총 6 mL가 되도록 하였으며, 이를 4분간 반응시키고 다시 여과한 다음 총 반응시간이 10분이 되면 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 바탕시험인 시료 무첨가구는 시료 대신 중류수를 사용하여 측정하였으며, 전자공여능은 $[1 - (\text{시료첨가구의 흡광도}/\text{무첨가구의 흡광도})] \times 100$ 으로 나타내었다.

Superoxide dismutase(SOD) 유사활성 측정

SOD 유사활성은 Kim 등의 방법(17)에 따라, 동결건조한 두부, 비지 및 순물 시료 1 g에 55 mM Tris-HCl buffer(pH 8.2) 20 mL를 가하여 2분간 균질화한 후 12,000 rpm에서 30분간 원심분리하였다. 색을 제거하기 위해 0.5 g의 활성탄을 가해 4°C에서 24시간 방치한 후 여과하였다. 여과된 액을 pH 8.2로 조정한 후 시료액 2.85 mL를 취하고 12 mM py-

rogallol 용액 0.15 mL를 가한 다음 420 nm에서 1분 동안 흡광도의 변화를 측정하였다. 바탕시험은 시료액 대신 buffer를 사용하여 측정하였으며, SOD 유사활성은 $[1 - (\text{시료첨가구 흡광도값의 변화}/\text{무첨가구 흡광도값의 변화})] \times 100$ 으로 계산하였다.

결과 및 고찰

쥐눈이콩 첨가 두부의 일반성분

노란콩과 쥐눈이콩 종실의 일반성분 조성은 Table 1과 같다. 노란콩은 조단백 36.5%, 조지방 20.4%, 조회분 5.3%였으며, 쥐눈이콩은 조단백질 39.3%, 조지방 17.7%, 조회분 5.3%를 함유하였다. 이는 쥐눈이콩이 노란콩보다 조단백질이 함량은 높고 조지방의 함량이 낮은 것으로 분석한 결과(18)와 유사하게 나타났다. 한편 콩의 일반성분 함량은 품종간에도 차이가 크지만, 재배 및 기타 환경요인에 의해 영향을 많이 받는 것으로 알려져 있다(19).

쥐눈이콩의 첨가량별로 제조한 두부의 일반성분은 Table 2와 같다. 두부의 조단백질 함량은 두부 전물량을 기준으로 쥐눈이콩을 첨가하지 않은 두부의 49.3%에 비해 쥐눈이콩을 첨가함에 따라 49.4~50.6%로 약간 높았고, 조지방 함량은 쥐눈이콩을 첨가하지 않은 두부의 31.8%에 비해 28.9~30.7%로 약간 감소함을 보여주었으며 회분의 함량에는 별 차이가 없는 것으로 나타났다. 본 실험에서 쥐눈이콩을 첨가하여 제조한 두부의 일반성분은 국내산 콩으로 제조한 두부의 조단백질 함량이 전물량 기준으로 48.6~56.1% 범위이고 조지방은 14.8~40.4%(평균 31.0%)이며 조회분은 4.1~5.0%로 보고한 결과(19)의 범위와 비교적 잘 일치하였다.

쥐눈이콩 첨가 두부의 수율 및 색도

쥐눈이콩의 첨가량에 따른 두부의 수율 및 색도를 측정한

Table 1. Proximate composition (%), w/w of yellow and small black soybeans¹⁾

	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash
Yellow soybean	7.5	36.5	20.4	5.3
Small black soybean	7.7	39.3	17.7	5.3

¹⁾Values are means of three replications. Values are expressed on dry basis except moisture.

Table 2. Proximate composition (%), w/w of soybean curds prepared with different levels of small black soybean¹⁾

Levels of small black soybean (%)	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash
0	1.6	49.3	31.8	4.4
20	0.9	49.5	29.0	4.5
40	1.5	49.4	30.7	4.5
60	1.6	50.6	28.9	4.7

¹⁾Values are means of three replications. Values are expressed on dry basis except moisture.

결과는 Table 3과 같다. 콩시료 100 g으로 얻을 수 있는 두부의 양인 수율은 쥐눈이콩을 첨가하지 않은 대조구 두부에서 223.2%였으며 쥐눈이콩의 첨가량이 증가함에 따라(20, 40, 60%) 각각 224.0%, 225.4%, 226.7%로 두부의 수율에는 별 차이가 없었다. 본 실험에서 제조한 두부의 수율이 223~227% 범위로, 콩 100 g으로부터 얻어지는 두부의 양은 약 220 g이라는 결과(20)와 크게 차이가 없었다. 일반적으로 두부의 수율은 두부의 수분뿐만 아니라 콩의 수용성 단백질과 지방질의 함량에 직접적인 관련이 있다고 보고되어 있다(21).

쥐눈이콩의 첨가량을 달리한 콩으로 제조된 두부의 색도를 측정한 결과는 Table 3에 나타나 있다. 쥐눈이콩의 첨가량이 증가함에 따라 두부의 L값은 감소하여 색이 어두워졌다. 적색과 녹색의 범위를 나타내는 a값은 무첨가구에 비해 쥐눈이콩 첨가 두부에서 높아 적색도가 다소 높은 반면에 두부의 b값은 쥐눈이콩 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다. 이는 검정콩이 노란콩에 비해 명도가 낮고 적색도가 높으며 황색도가 낮다는 결과(22)와 연관된 것으로 간주되며 쥐눈이콩 anthocyanin 색소의 영향으로 판단되었다.

쥐눈이콩 첨가 두부의 텍스쳐

노란콩에 쥐눈이콩을 0~60%로 첨가하여 제조한 두부의 텍스처의 변화를 알아보기 위해 Texture analyzer를 사용하여 측정한 결과는 Table 4와 같다. 두부의 견고성은 일반두부 대조구의 646 g에서 쥐눈이콩의 첨가량이 증가함에 따라 견고성이 점차적으로 감소하여 쥐눈이콩을 60% 첨가한 두부에서는 383 g으로 떨어졌다. 이러한 견고성의 차이는 일반콩과 쥐눈이콩의 단백질 특성에서 차이가 있기 때문으로 생각되었다. 쥐눈이콩을 첨가한 두부는 씹힘성과 견성 또한

Table 3. Yields and color values of soybean curds prepared with different levels of small black soybean¹⁾

Levels of small black soybean (%)	Yield (%)	Color value ²⁾		
		L	a	b
0	223.2±1.5	88.90±0.45	-0.36±0.08	14.91±0.23
20	224.0±0.5	79.23±1.04	0.19±0.17	9.43±0.58
40	225.4±1.2	74.38±1.31	0.11±0.13	7.68±0.39
60	226.7±0.6	70.33±1.62	0.20±0.24	6.80±0.24

¹⁾Values are means of three replications.

²⁾L=lightness value, 100=white, 0=black; +a=red; -a=green; +b=yellow; -b=blue.

Table 4. Textural properties of soybean curds prepared with different levels of small black soybean¹⁾

Levels of small black soybean (%)	Levels of small black soybean (%)			
	0	20	40	60
Hardness (g)	646.675	517.280	448.154	383.210
Adhesiveness (g mm)	-37.372	-47.714	-44.217	-42.004
Cohesiveness	0.413	0.454	0.444	0.437
Springiness	0.748	0.765	0.773	0.739
Gumminess	226.175	233.143	196.000	165.069
Chewiness (g)	200.115	179.771	148.783	124.813

¹⁾Values are means of three replications.

감소하는 경향을 보인 반면에 응집성과 부착성이 다소 높게 나타났다. 이는 인삼을 첨가한 두부에서 응집성과 부착성이 증가하고 견고성, 겸성 및 씹힘성이 감소한다는 결과(23)와 유사했으며 해조류를 첨가한 두부에서도 견고성이 감소하고 응집성이 증가한다고 보고한 바(24) 있다.

쥐눈이콩 첨가 두부, 비지 및 순물의 전자공여능

두부제조시 콩의 불용성 성분인 비지와 응고제로 단백질을 응고시에 응고되지 않고 수용성 물질들을 함유하는 버려지는 물로 순물이 부산물로 나오게 된다. 쥐눈이콩을 첨가하여 제조한 두부와 부산물인 비지, 순물을 동결건조하여 준비한 시료의 항산화성을 DPPH radical에 대한 전자공여능으로 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 전자공여능은 지질 과산화 반응의 연쇄반응에 관여하는 산화성 free radical에 전자를 제공하여 연쇄반응을 정지시킴으로써 항산화능을 나타내는 척도가 된다고 알려져 있다. 노란콩만으로 제조한 두부의 전자공여능은 30.5%에서 쥐눈이콩의 첨가량이 증가함에 따라 두부의 전자공여능은 33.9~44.8%로 높아지는 것으로 측정되었다. 쥐눈이콩을 첨가한 두부의 항산화 활성이 높아지는 이유는 노란콩에 isoflavone, phenolic acids 및 토코페롤 등의 상당한 항산화물질이 들어있음과 아울러, 쥐눈이콩에는 isoflavone 함량이 높고 색이 짙은 검정콩의 anthocyanin이 항산화성에 작용하기 때문으로 여겨졌다. 검정콩에 들어 있는 anthocyanin은 주요 항산화물질의 역할 뿐만 아니라 다른 항산화물질들과의 시너지 효과를 통해 항산화 효과에 크게 기여하는 것으로 보고한(8) 바 있다.

두부부산물인 비지, 순물의 경우에도 쥐눈이콩의 첨가량이 증가함에 따라 DPPH radical 소거능이 높아지는 것으로 측정되었다. 노란콩으로만 제조한 두부에서 생성된 비지와 순물은 두부에 비해 전자공여능이 낮았지만 검정콩의 첨가량이 증가함에 따라 비지와 순물의 전자공여능 증가율은 높게 나타났다. 특히 쥐눈이콩을 첨가한 순물은 두부에 비해

전자공여능이 높았으며 쥐눈이콩 첨가량이 증가함에 따라 현저히 높게 증가하였다. 이는 쥐눈이콩의 항산화성 물질이 주로 껍질부위에 포함되어 있어(13) 비지에 남아 있거나 상당부분 순물에 빠져나오기 때문으로 여겨졌다. 특히 순물의 항산화 활성이 높은 이유는 두부제조시 콩의 isoflavone 등의 항산화물질이 열수추출물에 쉽게 용출되어 나오며 anthocyanin 역시 수용성이라는 보고(10,25)와 일치함을 알 수 있었다. 두부 순물에는 oligosaccharide, isoflavone, phytate, saponin 등 저분자성 기능성 성분이 다량 함유되어 있어(26,27) 이들 기능성 성분들을 분리하여 고부가가치의 소재로 개발하고 있으며, 검정콩 순물의 경우에도 기능성 식품소재로서의 가능성이 클 것으로 전망되었다.

쥐눈이콩 첨가 두부, 비지 및 순물의 SOD 유사활성

생체내 항산화성 효소중의 하나인 superoxide dimutase(SOD)는 세포에 해로운 환원 산소종 superoxide(O_2^-)을 과산화수소로 전환시키는 반응을 촉매하는 효소이다. SOD 유사활성 물질은 효소는 아니지만 SOD와 유사한 역할을 하여 superoxide를 반응성을 억제함에 따라 superoxide로부터 생체의 산화적 장해를 방어할 수 있다고 알려져 있다. SOD 유사활성은 superoxide radical과 반응하여 갈변물질을 나타내는 pyrogallol 자동산화반응의 산화속도로 간접적으로 측정할 수 있으며(28), 쥐눈이콩을 첨가한 두부, 비지 및 순물에 대한 SOD 유사활성을 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. 노란콩만으로 제조시 SOD 유사활성은 두부에 비해 비지가 현저하게 낮은 반면에 순물은 2배 이상으로 높은 수치를 보였다. 쥐눈이콩을 첨가함에 따라 두부 뿐만 아니라 비지와 순물의 SOD 유사활성은 증가하는 추세를 보여주었다. 쥐눈이콩을 첨가한 비지의 SOD 유사활성은 높은 증가 추세를 보여 두부에서 보다 높은 활성을 나타냈으며, 특히 순물에서는 SOD 유사활성이 두부와 비지에 비해 2배 이상의 높은 수치를 나타냈다.

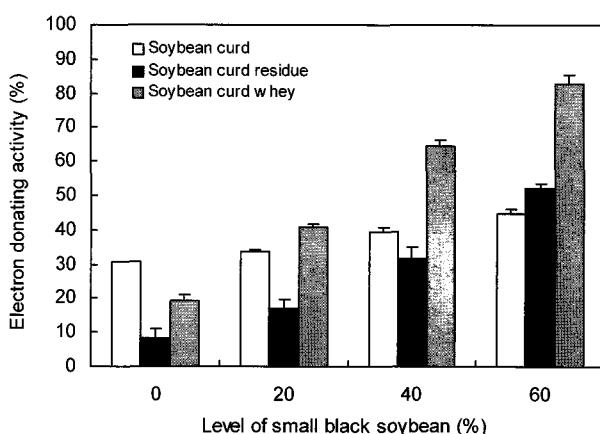


Fig. 2. Electron donating activities of soybean curd products prepared with different levels of small black bean.

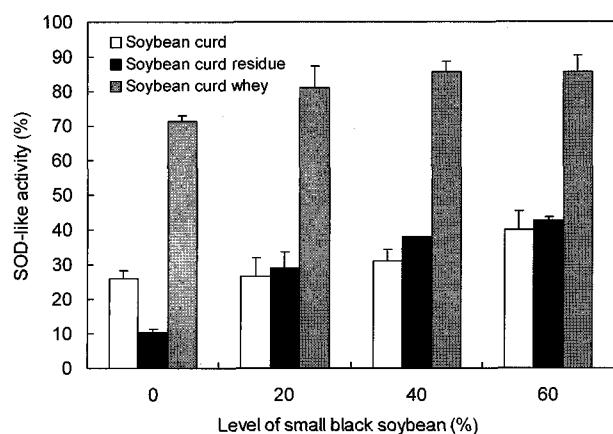


Fig. 3. SOD-like activities of soybean curd products prepared with different levels of small black bean.

요 약

일반 노란콩에 쥐눈이콩을 0, 20, 40, 60% 첨가하여 두부를 제조한 후 품질 특성을 조사하였으며, 쥐눈이콩을 첨가한 두부와 아울러 두부부산물인 비지와 순물의 항산화성을 함께 비교하였다. 두부의 수율은 쥐눈이콩 첨가량이 증가함에 따라 약간 증가하였으며, 두부의 색은 L_a값과 b_a값이 감소하였다. 쥐눈이콩의 첨가량이 증가할수록 두부의 견고성과 썹 힘성이 순차적으로 감소한 반면에, 쥐눈이콩을 첨가한 두부의 부착성과 응집성은 다소 높게 나타났다. DPPH free radical에 대한 전자공여능과 SOD(superoxide dismutase) 유사 활성에 의한 항산화 활성을 분석한 결과, 노란콩만으로 제조한 두부에 비해 쥐눈이콩을 첨가한 두부에서 그 활성이 높았으며 쥐눈이콩의 첨가량이 증가함에 따라 항산화 활성이 증가하였다. 두부부산물인 비지, 순물의 경우 쥐눈이콩의 첨가량이 증가함에 따라 항산화 활성의 증가율이 보다 커졌으며, 특히 순물의 경우 항산화 활성이 현저하게 높게 나타나 가능성 식품소재로서 활용성이 높을 것으로 전망되었다.

문 헌

- Kwon TW. 2000. Soybean in the 21st century. *Korea Soybean Digest* 17: 1-4.
- Hayes RE, Bookwalter GN, Bagley EB. 1977. Antioxidant activity of soybean flour and derivatives-A review. *J Food Sci* 42: 1527-1531.
- Pratt DE, Birac PM. 1979. Sources of antioxidant activity of soybeans and soy products. *J Food Sci* 44: 1720-1722.
- Record IR, Dreosti LE, McInerney JK. 1995. The antioxidant activity of genistein *in vitro*. *J Nutr Biochem* 6: 481-485.
- Wei H, Wei L, Frenkel K, Bowen R, Barnes S. 1993. Inhibition of tumor promotor-induced hydrogen peroxide formation *in vitro* and *in vivo* by genistein. *Nutr Cancer* 20: 1-12.
- Wei H, Cai Q, Rahn R. 1996. Inhibition of UV light and Fenton reaction-induced oxidative DNA damage by the soybean isoflavone genistein. *Carcinogenesis* 17: 73-77.
- Kim YH, Yun HT, Park KY, Kim SD. 1997. Extraction and separation of anthocyanins in black soybean. *RDA J Crop Sci* 39: 35-38.
- Kim SH, Kwon TW, Moon GS. 2005. A major antioxidative components and comparison of antioxidative activities in black soybean. *Korean J Food Sci Technol* 37: 73-77.
- Tsuda T, Shiga K, Ohshima K, Kawakishi S, Osawa T. 1996. Inhibition of lipid peroxidation and the active oxygen radical scavenging effect of anthocyanin pigments isolated from *Phaseolus vulgaris* L. *Biochem Pharmacol* 52: 1033-1039.
- Bae EA, Kwon TW, Moon GS. 1997. Isoflavone contents and antioxidative effects of soybeans, soybean curd and

- their by-products. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 371-375.
- Kang SA, Jang KH, Cho YH. 2003. Effects of artificial stomach fluid and digestive enzymes on the aglycon isoflavone contents of soybean and black bean (*Rhynchosia molubilis*: Yak-Kong). *Korean J Nutr* 36: 32-39.
 - Bae EA, Moon GS. 2003. A study of the antioxidative reactivities of Korean soybeans. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 203-208.
 - Sa JH, Shin IC, Jeong KJ, Shim TH, Oh HS, Kim YJ, Cheung EH, Kim GG, Choi DS. 2003. Antioxidative activity and chemical characteristics from different organs of small black soybean (Yak-Kong) grown in the area of Jungsun. *Korean J Food Sci Technol* 35: 309-315.
 - Kwon DY. 2001. A study of traditional Korean soybeans for development of value added products. Korea Food Research Institute Report.
 - AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.
 - Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
 - Kim SJ, Han DS, Moon KD, Rhee JS. 1995. Measurement of superoxide dismutase-like activity of natural antioxidants. *Biosci Biotech Biochem* 59: 822-826.
 - Ko YJ, Joo N. 2005. Quality characteristic and optimization of iced cookie with addition of *Jinuri bean* (*Rhynchosia volubilis*). *Korean J Food Cookery Sci* 21: 514-527.
 - Chang CI, Lee JK, Ku KH, Kim WJ. 1990. Comparison of soybean varieties for yield, chemical and sensory properties of soybean curds. *Korean J Food Sci Technol* 22: 439-444.
 - Yang HC. 1991. *Food Industry*. Semoonsa, Seoul, Korea.
 - Smith AK, Watanabe T, Nash AM. 1960. Tofu from Japanese and United States soybean. *Food Technol* 14: 332.
 - Kim DH, Kim SD, Kim WJ. 1990. Comparison study of extraction properties of solids, protein, and color pigments of several soybean varieties. *J Korean Agric Chem Soc* 31: 8-13.
 - Kim DH, Lim MS, Kim YO. 1996. Effects of seaweed addition on the physicochemical characteristics of soybean curd. *J Korean Soc Food Nutr* 25: 249-254.
 - Kim KT, Im JS, Kim SS. 1996. A study of physical and sensory characteristics of ginseng soybean curd prepared with various coagulants. *Korean J Food Sci Technol* 28: 965-969.
 - Kim JY, Meang YS, Lee KY. 1995. Antioxidative effects of soybean extracts by using various solvents. *Korean J Food Sci Technol* 27: 635-639.
 - Lee SM, Hwang IK. 1997. Texture characteristics of soybean curds prepared with different coagulants and compositions of soybean curd whey. *Korean J Food Cookery Sci* 13: 78-85.
 - Kim HH, Cha BS, Kim WJ. 2005. Recovery and drying of isoflavones and oligosaccharides from tofu sunmul by membrane concentration. *Korea Soybean Digest* 22: 25-37.
 - Marklund S, Marklund G. 1974. Involvement of superoxide anion radicals in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47: 469-474.

(2007년 6월 4일 접수; 2007년 10월 23일 채택)