

두유와 전두유 가수분해물의 기능적 특성

장세영 · 신경아 · 박난영 · 방광웅¹ · 김정훈² · 정용진^{3†}

(주)계명푸드텍스, ¹경북전문대학 식품가공조리과, ²(주)웅진식품중앙연구소, ³계명대학교 식품가공학과

Functional Properties of Hydrolysate Soy Milk and Whole Soy Milk

Se-Young Jang, Kyung-A Sin, Nan-Young Park, Kwang-Woong Bang¹, Jeong-Hoon Kim² and Yong-Jin Jeong^{3†}

Keimyung Foodex Co., Ltd, Daegu 704-701, Korea

¹Department of Food Technology and Cooking, Kyungbuk College, Youngju 750-712, Korea

²Woonjin Food R&D Center, Seoul 110-789, Korea

³Department of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

Abstract

This study was investigated the functional characteristic change by the enzymatic hydrolysate to improve the functionality of soybean milk. The soymilk (SM), hydrolysates of soy milk (HSM), whole soy milk (WSM) and hydrolysates of whole soy milk (HWSM) revealed composition difference whether the bean-curd removal was included or not, but nearly no change was found by the low molecule enzyme treatment. The chromaticity revealed clear difference whether the bean-curd was removed or not, but did not show any difference by the hydrolyzation. Total free sugar and oligosaccharide content was found to be 1,389.88 mg% in SM, 1,013.51 mg% in HSM, 1,539.51 mg% in WSM, and 1,331.53 mg% in HWSM by showing the reduction after the enzyme hydrolyzation. DPPH free radical scavenging activity revealed to show high activity in HSM and in HWSM which were enzymatically hydrolyzed by 49.26% and 45.34%, respectively. And the ACE inhibition activity of HSM and HWSM was found to be approximately 1.6 times higher than the control SM and HSM. The superoxide radical scavenging activity revealed to show high activity at HSM and HWSM, and no difference was found by the removal of bean-curd from raw soybean. Based upon these results, the functional characteristics of HSM, WSM and HWSM were found to be excellent compared to SM and it is expected to be used as various functional sources in a future.

Key words : soy milk, whole soy milk, low molecule, hydrolysis, functional properties

서 론

대두는 만주지방이 원산지로서 동양에서 가장 오래된 작물이며 우리나라에서는 삼국시대 초기부터 재배된 것으로 기록되어 있으며, 그 맛과 영양이 뛰어나 식품소재로 널리 이용되어 왔다. 최근 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 대두 단백질 외에 식물성 에스트로겐, 피틴산, 페놀산, 사포닌, 올리고당, 식물성 스테롤 등 각종 기능성 물질들이 함유되어 있는 것으로 밝혀져 대두의 이용률은 더욱 증가하고

있다(1).

두유는 대두의 소화율과 단백질 이용률을 높인 대표적인 대두가공제품으로서 필수아미노산 및 필수지방산이 다량 함유되어 있고 철분, 인, 칼륨 등의 무기질이 풍부하며(2), 유당이 함유되어 있지 않아 고단백 우유 대체식품으로서 가치를 인정받고 있다(1).

최근 식품성분이 가지는 각종 생체조절기능을 해명함으로써 식품의 기능을 새롭게 인식하려는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 두유의 isoflavone, 올리고당, peptide 등은 만성질환에 효과가 있으며(3-6), 에스트로겐과 유사한 작용을 하는 phytoestrogen이 두유에 다량 함유된 것으로 보고되었다(7-9). 또한 대두단백은 소화 및 가공 공정 중 각종 효소에

†Corresponding author. E-mail : yjjeong@kmu.ac.kr,
Phone : 82-53-580-5557, Fax : 82-53-580-6477

의하여 분해되면 소화, 흡수를 촉진하는 영양적 기능을 비롯하여 혈압강화, 진통마취, 칼슘 흡수촉진, 항 알러지 및 혈청콜레스테롤 저하작용 등의 생리활성을 가지는 peptide가 생산됨으로(10-12) 두유에 효소를 처리하여 대두단백질을 부분적으로 가수분해 시켜 새로운 영양 및 가공 기능성의 개선에 대한 연구가 이루어지고 있다. 이러한 신기능성은 가수분해로 인하여 단백질 구조의 변화와 분자량의 감소 등에 의한 것으로 알려져 있어 대두 단백질을 이용하여 가공목적 및 조건에 적합한 기능성 조절 생물소재의 개발이 가능하다.

두유단백질에 관한 연구로는 단백질 분해효소를 이용하여 두유 단백질의 구조적, 기능적 특성 분석(13), 두유 제조 공정 개선과 효소 처리를 통해 비지를 발생시키지 않고 대두 전체를 이용하는 연구(14), 두유 시장 성장의 저해 요인으로 작용했던 관능적 특성 개선, 두유의 품질향상 및 기능성 강화를 위한 연구(1)가 수행되었으나 대두단백질의 효소적 가수분해를 통해 가공목적에 적합한 기능성 조절 생물소재 개발 및 관련 소재 산업화 단계 이르는 연구는 여전히 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 두유 및 전두유의 기능성 강화를 위하여 효소적 가수분해에 따른 특성변화를 조사하여 다양한 식품 소재로의 활용 가능성을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 대두는 2007년도 경북 상주시방에서 재배한 메주콩을 구입하여 사용하였으며, 저분자화 효소는 (주)계명푸드스에서 KMF-G (70,000 PU/g)를 제공받아 사용하였다.

시료의 전처리

대두 100 g을 Jang 등(15)의 방법에 준하여 3회 수세한 후 수돗물에 7~8시간 침지하여 100°C에서 20분간 가열하였다. 가열한 대두를 탈피한 후 700 mL를 가수하여 homogenizer (HF-93, SMT company, Japan)로 15,000 rpm에서 10분간 마쇄하였다. 대두 마쇄액의 가용성 고형분 함량을 10% (w/v)로 조정된 것을 전두유액 (whole soy milk, WSM)으로 사용하였고, 전두유액을 부직포로 여과하여 비지를 제거한 것을 두유액 (soy milk, SM)으로 사용하였다. 두유액과 전두유액에 KMF-G 0.2%(w/w)를 각각 첨가하여 50°C에서 1시간동안 가수분해한 후 불활성화를 하여 두유액 가수분해물 (hydrolysates of soy milk, HSM)과 전두유액 가수분해물 (hydrolysates of whole soy milk, HWSM)을 제조하였으며, 시료들은 동결건조 (Vacuum freeze dryer, SFD SM24L, Samwon, Korea)하여 100 mesh로 분쇄하여 사용하였다.

일반성분 및 색도

시료의 일반성분 분석은 AOAC(16)의 방법에 따라 정량하였고, 색도는 colorimeter (Color Reader, CR-10, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 L (lightness), a (redness), b (yellowness)값으로 나타내었다.

유리당 및 올리고당 분석

시료를 diethyl ether로 탈지한 후, 탈지 시료 10 g에 75% ethanol 200 mL를 가한 다음 80°C 수욕조에서 1시간 환류 냉각시키면서 유리당과 올리고당을 추출하였다. 추출액을 50°C에서 감압농축한 후 100 mL로 정용하고 sep-pack C₁₈ cartridge와 0.45 μm membrane filter로 처리하여 high performance liquid chromatograph (HPLC, Water 1515, Waters Co., USA)를 이용하여 분석하였다. Column은 carbohydrate analysis column (4.6×250 mm, Waters Co., USA), mobile phase는 75% acetonitrile, flow rate는 1.0 mL/min, injection volume은 20 μL, detector는 RI(M410 RI)를 사용하였다.

Isoflavone 분석

Isoflavone은 Wang 등의 방법(17)을 변형하여 분석하였다. 분말 시료 2 g에 acetonitrile 10 mL, 0.1 N HCl 2 mL, H₂O 7 mL을 넣고 진탕수욕조에서 100 rpm에서 2시간동안 추출하였다. 추출액을 고속원심분리기 (MICRO-12, Hanil centrifuge Co., Incheon, Korea)로 3,000 rpm에서 30분간 원심 분리한 후 상등액을 취하여 syringe filter (0.22 μm, Waters Co., Milford, MA, USA)로 여과한 것을 HPLC (Waters 2690, Japan)로 25°C에서 분석하였다. 이때 column은 phenomenex(Gemini 5 μm C₁₈ 105×2.00 mm), 이동상은 0.1% phosphoric acid(용매A)와 acetonitrile(용매B)을 사용하였으며 용매A: 용매B의 비율을 90:10으로 시작하여 40분에 65:35, 45분에 90:10의 비율로 단계적인 gradient system을 사용하였다. flow rate는 0.8 mL/min, detector는 UV detector (280 nm)를 사용하여 분석한 후 건물량 기준(μg/g)으로 환산하였다.

DPPH free radical 소거 활성

α,α'-diphenyl-β-picrylhydrazyl (DPPH) 라디칼 소거활성(18)은 DPPH 12 mg을 absolute ethanol 100 mL에 용해한 후, 50% ethanol 용액을 대조구로 하여 517 nm에서 DPPH용액의 흡광도를 약 1.0이 되도록 희석하여 사용하였다. 시료 1 mL에 DPPH용액 4 mL를 혼합하여 정확히 30초 동안 반응시킨 후, UV-visible spectrophotometer (UV-1601, Shimadzu, Japan)로 517 nm에서 흡광도의 변화를 측정해 아래의 식으로부터 DPPH 라디칼 소거활성을 계산하였다.

$$\text{DPPH free radical 소거활성(\%)} = \left(1 - \frac{A}{A_0}\right) \times 100$$

As : 시료 첨가구의 흡광도

Ac : 시료 무첨가구의 흡광도

Angiotensin converting enzyme (ACE) 저해활성능

Cushman과 Cheung의 방법(19)을 변형하여 측정하였다. 반응구는 시료액 50 µL에 ACE 조효소액 50 µL 및 50 mM sodium borate buffer (pH 8.3) 100 µL를 가하여 37°C에서 5분간 전 배양시켰다. 여기에 기질용액 50 µL를 가하여 다시 37°C에서 30분 반응시킨 후 1N HCl 250 µL를 가하여 반응을 정지시켰다. 공시험은 시료 대신 증류수 50 µL를 가하였으며, 대조구는 시료와 기질을 모두 포함하나 1N HCl 250 µL를 가하여 반응을 정지시킨 다음 시료 50 µL를 가하였다. 여기에 ethyl acetate 1 mL를 가하여 15초간 교반한 후, 3,000 rpm에서 10분간 원심분리시켜 상등액 1 mL를 취하였다. 이 상등액을 120°C에서 30분간 완전히 건조시킨 다음 1 M NaCl 3 mL를 가하여 15초간 교반하여 용해시키고 228 nm에서 흡광도를 측정한 후 다음 식에 의해서 ACE 활성저해율을 나타내었다.

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

- A : 증류수를 첨가한 반응액의 흡광도
- B : 시료를 첨가한 반응액의 흡광도
- C : 반응초기에 1 M HCl을 첨가하여 반응 정지시킨 반응액의 흡광도

Superoxide radical 소거활성

Superoxide radical (O₂^{·-}) 소거활성은 xanthine-xanthine oxidase cytochrome C 환원법(20)으로 측정하였다. 가수분해물 0.2 mL에 50 mM 인산완충액 (pH 7.8) 1.2 mL, 1 mM xanthine 0.2 mL, 0.05 mM cytochrome C 0.2 mL 및 550 nm에서 분당 흡광도 변화가 0.02가 되도록 희석한 xanthine oxidase 0.2 mL를 가하여 혼합한 다음 정확히 3분 동안 반응시킨 후, UV-visible spectrophotometer (UV-1601, Shimadzu, Japan)를 이용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하여 아래의 식으로부터 superoxide radical 소거활성으로 나타내었다.

$$\cdot O_2^- \text{ 소거활성(\%)} = \left(1 - \frac{As}{Ac} \right) \times 100$$

- As : 시료 첨가구의 흡광도
- Ac : 시료 무 첨가구의 흡광도

결과 및 고찰

일반성분 및 색도의 변화

비지를 제거한 두유분말(SM), 저분자두유분말(HSM), 비지를 제거하지 않은 전두유 분말(WSM) 및 저분자 전두

유 분말(HWSM)의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 조단백 함량은 SM과 HSM이 각각 41.44%, 44.54%, WSM과 HWSM은 각각 37.48%, 38.10%로 가수분해에 따른 차이는 크게 나타나지 않았으나 비지를 제거한 두유분말 실험군에서 더 높게 나타났다. 탄수화물 함량은 전두유분말 실험군(WSM, HWSM)의 함량이 두유분말 실험군(SM, HSM)보다 높았으며 가수분해 처리에 따른 차이는 거의 없었다. 이는 동일한 지역, 시기에 재배된 같은 품종의 원료 대두를 사용하였기에 전처리 과정 중 비지 제거의 유무에 따라 상대적인 성분 함량의 차이를 보인 것으로 생각된다. 식품의 외형적인 품질평가에 중요한 인자가 되는 색의 변화를 측정한 결과(Table 2), SM과 HSM의 명도 L값은 각각 85.47, 84.00이며, WSM과 HWSM은 82.17, 82.62로 효소 가수분해 처리에 따른 차이는 없었으나 두유분말 실험군이 전두유분말 실험군에 비해 L값이 조금 높게 나타났다. a값은 SM과 HSM은 각각 -0.23, 0.27이고, WSM과 HWSM은 각각 3.53, 3.07로 전두유분말 시료군이 두유분말 시료군에 비해 조금 높게 나타났다. b값은 SM과 HSM은 각각 29.33, 31.60이며, WSM과 HWSM은 각각 27.53, 26.50로 두유분말 시료군이 전두유분말 시료군에 비해 더 높게 나타났으나 가수분해 처리에 따른 차이는 없었다. L, a, b값 모두 가수분해 처리에 의한 차이는 크지 않아 효소적 가수분해 과정이 대두 시료의 색상에 영향을 크게 미치지 않는 것으로 나타났다.

Table 1. Proximate composition of the SM, HSM, WSM, HWSM (unit: %)

Composition	Sample ¹⁾			
	SM	HSM	WSM	HWSM
Moisture	5.18±0.02 ²⁾	5.03±0.15	5.19±0.01	5.35±0.05
Ash	5.71±0.02	5.92±0.03	4.31±0.01	5.93±0.01
Crude protein	41.44±1.25	44.54±0.84	37.48±0.70	38.10±0.69
Crude fat	24.78±0.24	25.88±0.42	23.35±0.67	21.17±0.45
Carbohydrate	22.89±0.46	18.63±0.41	29.67±0.20	29.45±0.20

¹⁾SM: soymilk, HSM: hydrolysates of soymilk, WSM: whole soymilk, HWSM: hydrolysates of whole soymilk.
²⁾Mean ± SD of triplicate determination.

Table 2. Hunter's color value of the SM, HSM, WSM, HWSM

Hunter's color value	Sample ¹⁾			
	SM	HSM	WSM	HWSM
L	85.47±0.12 ²⁾	84.00±0.26	82.17±0.21	82.63±0.25
a	-0.23±0.06	0.27±0.06	3.53±0.12	3.07±0.06
b	29.33±0.21	31.60±0.26	27.53±0.15	26.50±0.10

¹⁾See footnotes in Table 1.
²⁾Mean ± SD of triplicate determination.

유리당 및 올리고당의 변화

각 시료의 유리당 함량을 분석 비교한 결과, SM의 주요 당은 sucrose가 43.5%, stachyose가 37.6%로 나타났고 HSM의 주요 당은 stachyose가 54.3%, fructose가 13.5%로 SM에 비해 sucrose의 함량이 감소하였고 fructose의 함량이 증가하였다(Table 3). SM의 총 유리당 함량은 1,389.88 mg%이고 SM을 효소 가수분해 한 HSM의 총 유리당 함량은 1,013.51 mg%로 효소 가수분해 처리에 의해 총 유리당 함량이 감소한 것으로 사료된다. WSM과 HWSM의 총 유리당 함량은 각각 1,539.51 mg%, 1,331.53 mg%로 전두유분말 시료군에서도 효소 가수분해 처리 후 총 유리당 함량이 감소하였으며 두 시료 모두 maltose는 존재하지 않았고 주로 sucrose, raffinose, stachyose를 많이 함유하였다. 이와 같은 결과는 두유와 전두유의 당 함량에서 전두유가 다소 높았으며 대부분 sucrose와 stachyose 함량이 높았다는 Kim 등(2)의 보고와 유사하였다.

Table 3. Saccharide and oligosaccharide contents of SM, HSM, WSM, HWSM

Saccharide and oligosaccharide	Sample ¹⁾			
	SM	HSM	WSM	HWSM
Fructose	29.3±0.1 ²⁾	137.0±1.3	38.0±0.2	40.1±0.3
Glucose	28.9±0.2	76.4±0.5	65.9±0.1	46.9±0.2
Sucrose	605.2±0.6	95.1±2.2	572.8±0.1	495.7±1.2
Maltose	79.5±0.3	48.1±0.1	ND ³⁾	ND
Raffinose	124.4±0.4	106.4±0.3	351.1±0.2	153.1±0.2
Stachyose	522.8±1.5	550.5±0.9	511.9±0.2	555.6±0.1
Total content	1390.1±3.0	1013.5±5.9	1539.7±0.6	1291.4±2.8

¹⁾See footnotes in Table 1.

²⁾Mean ± SD of triplicate determination.

³⁾Not detected.

Isoflavone 함량의 비교

Isoflavone 분석 결과 Table 4와 같이 대두의 주요 isoflavone인 genistein 함량은 SM, WSM에 비해 효소적 가수분해 처리한 HSM과 HWSM에서 약 4배정도 높은 함량을 나타내었다. Genistein은 혈중 LDL-콜레스테롤의 산화 방지효과(21, 22)와 심혈관계 질환의 위험을 낮추고(23, 24), 항산화성(25, 26)이 높아 효소적 가수분해에 의해 두유의 기능성을 높이는 데 큰 영향을 미칠 것으로 기대된다. 또한 이들의 배당체인 daidzin과 genistin은 대체로 가수분해함으로써 오히려 감소하는 경향을 보였다. 일반적으로 대두의 isoflavone은 glycosides 형태로 존재하는데 수침, 열처리, 산가수분해, 발효 등의 가공처리를 하면 β-glucosidase의 작용에 의해 aglycone 형태로 전환되는 것으로 알려져 있다(27). 본 연구에서도 두유액 및 전두유액을 효소적 가수분해

처리함으로써 glycosides 형태인 daidzin과 genistin의 함량은 감소하고 aglycone 형태인 genistein의 함량은 증가된 것으로 추정된다. 또한 현재까지 대두의 isoflavone은 12종이 존재하는 것으로 보고되었으므로(28) 본 실험에서 사용되지 않은 isoflavone류가 있을 것으로 추정되어 이에 따른 보완연구가 요구되었다.

Table 4. Isoflavone contents of SM, HSM, WSM, HWSM

Isoflavone	Sample ¹⁾			
	SM	HSM	WSM	HWSM
Daidzin	559±20 ²⁾	236±42	937±30	470±10
Genistin	854±23	764±80	265±10	411±50
Daidzein	22±10	17±10	10±3	9±5
Genistein	34±10	267±12	106±1	460±65
Total	1,469±33	1,284±85	1,318±51	1,350±156

¹⁾See footnotes in Table 1.

²⁾Mean ± SD of triplicate determination.

전자공여능의 비교

DPPH를 이용한 전자공여능을 분석한 결과, SM은 35.38%로 낮은 활성을 보였으나 HSM은 49.26%로 높은 활성을 나타내었다(Fig. 1). HWSM은 45.34%로 WSM 33.75%보다 높은 활성을 보였다. 이상의 결과 효소적 가수분해 처리한 HSM, HWSM이 SM, WSM 보다 전자공여능이 높게 나타났으며 전자공여능이 클수록 강한 항산화 활성을 나타내므로 항산화 효과와 밀접한 관계가 있음을 보여 주고 있다. 이러한 결과는 Yee 등(29)은 대두단백질을 효소로 가수분해시킨 가수분해물의 항산화 활성이 대조구에 비해 활성이 높다는 결과와 유사하였다.

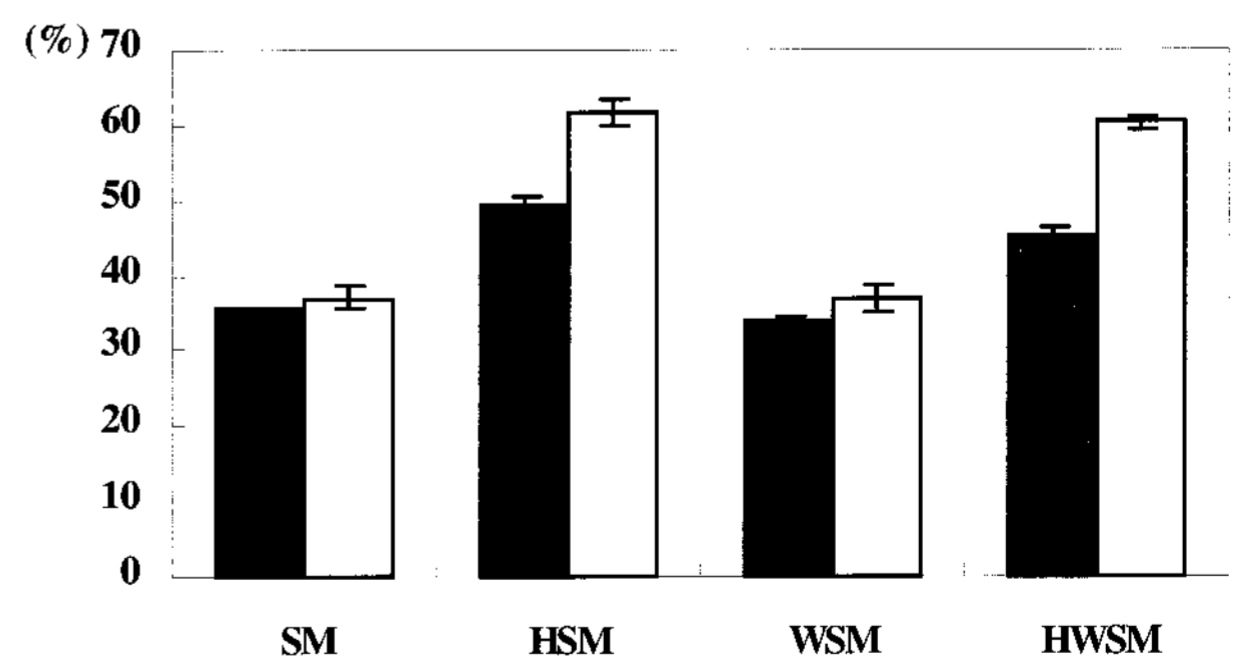


Fig. 1. Comparison of DPPH free radical scavenging activity and angiotensin converting enzyme activity on SM, HSM, WSM, HWSM.

■: DPPH free radical scavenging activity, □: angiotensin converting enzyme activity
SM: soymilk, HSM: hydrolysates of soymilk, WSM: whole soymilk, HWSM: hydrolysates of whole soymilk.

Values are expressed as the mean±SD (n=3).

ACE 저해활성 비교

ACE 저해활성을 분석한 결과 Fig. 1과 같이 SM과 WSM은 각각 37.07%, 36.84%로 비교적 낮은 활성을 보였으나 HSM과 HWSM은 각각 61.75%, 60.33%로 SM과 WSM에 비해 약 1.6배 높게 나타났다. Han 등(30)은 대두의 용매별 추출물의 ACE 저해능은 열수 추출물에서 26.6%의 활성을 보였다고 보고한 바 있으며, 대표적 대두 가공품으로 된장, 청국장 및 콩 가수분해물에서 유래된 수용성 단백질, 펩타이드 이외 대두에 존재하는 다른 기능성 물질이 대부분의 ACE 저해물로서 그들의 혈압강하 효과를 보고하였다(31). 식품내의 ACE 활성을 억제하는 인자들은 대부분 저분자 물질이며 열에 안정하며 체내에서 흡수가 용이하다. 이들의 활성 효과는 기존의 혈압강하제에 비해 낮은 활성을 가지고 있지만(32) 섭취량이 대량인 측면과 식품이라는 안정적 측면에서 그 유용성이 기대된다.

SOD 활성능 비교

Xanthine oxidase의 저해효과는 free radical 생성을 억제하여 항산화, 노화방지 및 항암 등과 연관되므로 생물학적으로 중요한 의의를 가진다(33). Fig. 2와 같이 SM과 WSM의 SOD 활성은 각각 18.28%, 18.20%로 콩의 비지 제거에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다. HSM의 SOD 활성은 22.45%, HWSM은 21.62%로 SM과 WSM보다 높은 활성을 나타내어 효소적 가수분해 처리과정이 SOD 활성을 나타내는 peptide 생성에 직접 또는 간접적으로 관여하였을 것으로 추정되며, SOD 유사물질의 섭취로 인체 내의 superoxide를 제거함으로써 노화억제 효과가 기대된다.

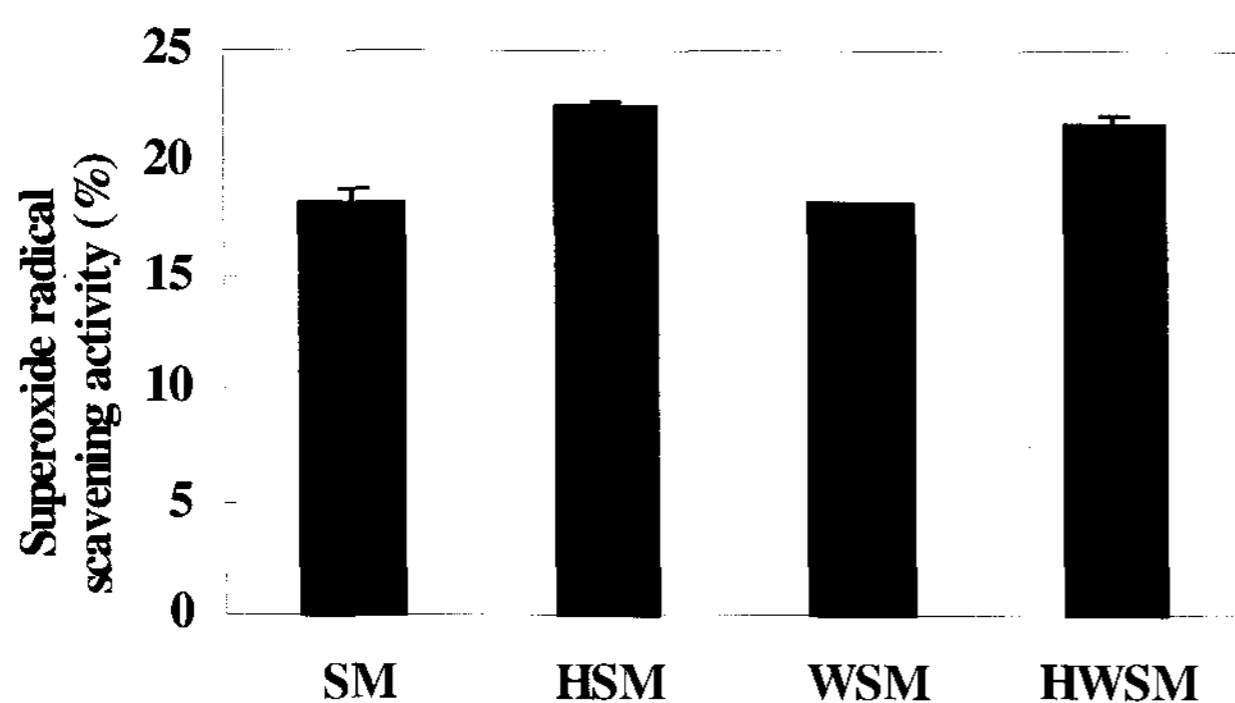


Fig. 2. Comparison of superoxide radical scavenging activity on SM, LSM, WSM, LWSM.

SM: soymilk, HSM: hydrolysates of soymilk, WSM: whole soymilk, HWSM: hydrolysates of whole soymilk.
Values are expressed as the mean±SD(n=3).

요 약

본 연구는 두유의 기능성을 향상시키고자 효소 가수분해

방법으로 저분자화에 따른 기능적 특성변화를 조사하였다. 두유액(SM), 두유액 가수분해물(HSM), 전두유액(WSM) 및 전두유 가수분해물(HWSM)의 일반성분은 비지 제거의 유무에 따라 성분함량 차이를 보였으나 저분자화 효소처리에 따른 변화는 거의 없었다. 색도는 대두의 비지 제거 유무에 차이를 나타내었으나 가수분해 처리에 의한 차이는 없었다. 유리당과 올리고당의 총합량은 SM이 1,389.88 mg%, HSM 1,013.51 mg%, WSM 1,539.51 mg%, HWSM 1,331.53 mg%로 효소 가수분해 처리 후 감소하였다. HSM과 HWSM의 DPPH free radical 소거활성은 각각 49.26%, 45.34%로 SM과 WSM에 비해 높은 활성을 보였으며, ACE 저해활성도 약 1.6배 높게 나타났다. Superoxide radical 소거활성은 HSM과 HWSM에서 높은 활성을 보였고, 원료 콩에서 비지 제거에 따른 차이는 없었다. 이상의 결과 두유액 가수분해물(HSM) 및 전두유 가수분해물(HWSM)은 영양성분이나 기능적 특성이 두유액(SM)과 전두유액(WSM)에 비하여 우수한 것으로 나타나 향후 다양한 기능성 강화 소재로 활용이 기대된다.

참고문헌

1. Shin, H.C., Seong, H.S. and Sohn, H.S. (2004) The industrial development and health benefits of the soymilk. *Korea Soybean Digest*, 21, 15-27
2. Kim, S.R., Park, Y.K., Seong, H.M. and Oh, S.H. (2002) Whole soybean milk produced by enzymatic solubilization of soymilk residue, and its nutritional properties. *Korea Soybean Digest*, 19, 8-18
3. Setchell, K.R. and Cassidy, A. (1999) Dietary isoflavon: biological effects and relevance to human health. *J. Nutr.*, 129, 758-767
4. Kim, K.S., Chung, H.K. and Sohn, H.S. (1994) Purification of oligosaccharides from soybean using activated charcoal. *Food Sci. Biotechnol.*, 3, 156-159
5. Pratt, R., Dan, E., Pietro, W.L. and Giffey, J.W. (1981) Phenolic antioxidants of soy protein hydrolysate. *J. Food Sci.*, 47, 24-31
6. Park, S.I., Lee, H.K. and Kang, K.H. (1988) A study on the effect of oligosacchrides on growth of intestinal bacteria. *Korean J. Dairy Sci.*, 10, 159-169
7. Saloniemi, H., Wahala, K., Nykanen-Kurki, P., Kallela, K. and Saastamoinen I. (1995) Phytoestrogen content and estrogenic effect of legume fodder. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 208, 13-17
8. Reinli, K. and Block, G. (1996) Phytoestrogen content of foods-A compendium of literature values. *Nutrit.*

- Cancer, 206, 123-148
9. Dwyer, J.T., Goldin, B.R., Saul, N., Gualtieri, L., Barakat, S. and Aldercreuta, H. (1994) Tofu and soy drinks contain phytoestrogens. *J. Am. Diet Assoc.*, 94, 739-743
 10. Pena, E., Prestamo, G. and Gomez, R. (2004) High pressure and the enzymic hydrolysis of soybean whey proteins. *Food Chem.*, 85, 641-648
 11. Kang, J.H. (1999) Functional characterization of soy protein hydrolysate. *Food industry and Nutrition*, 4, 66-72
 12. Choi, M.S. and Rhee, K.C. (2006) Production and processing of soybeans and nutrition and safety of isoflavone and other soy products for human health. *J. Med. Food*, 9, 1-10
 13. Pyun, J.W. (2002) Conformation of soymilk protein treated by protease. *Korean J. Food Nutr.*, 15, 331-336
 14. Kim, S.R., Park, Y.K., Seog, H.M. and Oh, S.H. (2002) Whole soybean milk produced by enzymatic solubilization of soymilk residue, and its nutritional properties. *Korea Soybean Digest*, 19, 8-18
 15. Jang, S.Y., Gu, Y.A., Park, N.Y., Kim, I.S. and Jeong, Y.J. (2007) Physicochemical property changes of whole soymilk dependent on hydrolysis conditions. *Korean J. Food Preserv.*, 14, 394-399
 16. AOAC. (1990) Official Methods of Analysis of AOAC Intl. 15th ed. Method 985.01 p. 723. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA
 17. Wang, G., Kuan, S.S., Francis, O.J., Ware, G.M. and Carman, A.S. (1990) A simplified HPLC method for the determination of phytoestrogens in soybean and its processed products. *J. Agric. Food Chem.*, 38, 185-189
 18. Blois, M.S. (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1202
 19. Chshman, D.W. and Cheung, H.S. (1971) Spectrometric assay and properties of the angiotnsin-sonverting enzyme of rabbit lung. *Biochem. Pharmacol.*, 20, 1637-1648
 20. McCord, J. M. and Fridovich, I. (1969) Superoxide dismutase *J. Biol. Chem.*, 244, 6049-6055
 21. Tikkanen, M.J., Wahala, K., Ojala, S., Vihma, V. and Adlercreutz, H. (1998) Effect of soybean phytoestrogen intake on low density lipoprotein oxidation resistance. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*, 95, 3106-3110
 22. Tikkanen, M.J. and Adkerceutz, H. (2000) Dietary soy-derived isoflavone phytoestrogens. Could they have a role in coronary heart disease prevention. *Biochem Pharmacol.*, 60, 1-5
 23. Anthony, M.S., clarkson, T.B. and Williams, J.K. (1998) Effects of soy isoflavones on atherosclerosis potential mechanisms. *Am. J. Clin. Nutr.*, 68, 1390s-1393s
 24. Cassidy, A., Griffin, B. (1999) Phyto-estrogens: a potential role in the prevention of CHD. *Proc. Nutr. Soc.*, 58, 193-199
 25. Arora, A., Byrem, T.M., Nair, M.G. and Strasburg, G.M. (2000) Modulation of liposomal membrane fluidity by flavonoids and isoflavonoids. *Arch. Biochem. Biophys.*, 373, 102-109
 26. Lehtonen, J.A., Adlercreutz, H. and Kinnunen, K.J. (1996) Binding of daidzein to liposomes. *Biochem. Biophys. Acta.*, 1285, 91-100
 27. Finley, P.R., Schifman, R.B., Williams, R.J. and Luchti, D.A. (1978) Cholesterol in high-density lipoprotein: Use of mg²⁺/dextran sulfate in its measurement. *Clin. Chem*, 24, 931-933
 28. Kim, S.R., Hong, H.D. and Kim, S.S. (1999) Some properties and contents of isoflavone in soybean and soybean foods. *Korea Soybean Digest*, 16, 35-46
 29. Yee, J.J., Shipe, W.F. and Kinsella, J.E. (1980) Antioxidant effects of soy protein hydrolysates on copper-catalyzed methyl linoleate oxidation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 45, 1082-1083
 30. Han, J.S., Ha, T.Y. and Kim, S.R. (2006) Studies on physiological properties of isoflabone from soybean and its processing properties. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 35, 1427-1433
 31. Son, D.W. (1997) Peptides as functional foods and its application. *Food Sci. Industry*, 30, 22-29
 32. Shimizu, M. (1994) Bioactive peptides from bovine milk proteins. Paperat animal secretion in 24th International Dairy Congress, Sept, 18, Melbourne
 33. Lee, Y.S. (2007) Antioxidative and physiological activity of extracts of *angelica dahurica* leaves. *Korean J. Food Preserv.*, 14, 78-86

(접수 2008년 2월 19일, 채택 2008년 5월 23일)