

Lipoxygenase 결핍콩으로 제조한 된장의 품질 특성 및 항산화 활성

이수정¹ · 김인성² · 호문사³ · 하은선³ · 정종일^{1,4} · 성낙주^{3,5}

¹경상대학교 농업생명과학연구원, ²경남과학기술대학교 동물소재공학과
³경상대학교 식품영양학과, ⁴경상대학교 농학과, ⁵경상대학교 기초과학연구원

Quality Characteristics and Antioxidant Activity of *Doenjang* Made from Lipoxygenase-Free Genotypes Soybeans

Soo-Jung Lee¹, In-Sung Kim², Wen-Si Hu³, Eun-Seon Ha³, Jong-Il Chung^{1,4}, and Nak-Ju Sung^{3,5}

¹Institute of Agriculture and Life Sciences, ³Department of Food Science and Nutrition,

⁴Department of Agronomy, and ⁵Research Institute of Natural Science, Gyeongsang National University

²Department of Animal Resources Technology, Gyeongnam National University of Science & Technology

ABSTRACT To evaluate processing suitability of lipoxygenase (LOX)-free genotype soybeans (Jinyang, 05C4 and LS), quality characteristics and antioxidant activities of their *Doenjang* products were compared to those of *Doenjang* made from Taekwang soybean (LOX-present) as the control. Moisture and crude protein contents of *Doenjang* were significantly higher in LS than the control. Crude lipid content was not significantly different and was in the range of 7.92~8.22% in all samples. Carbohydrate content was significantly lower in LS than Taekwang. Content of reducing sugar in *Doenjang* was significantly higher in Jinyang than Taekwang. Contents of amino-type nitrogen were significantly higher in LOX-free cultivars than Taekwang. Colors of 05C4 and LS *Doenjang* were not different compared to that of Taekwang, whereas Jinyang *Doenjang* showed a noticeable color difference. Taekwang *Doenjang* had a slightly stronger savory taste than another sample. LOX-free cultivars had a strong salty taste. Flavor was the strongest in LS, whereas overall acceptability showed little difference among all samples. The total amino acid content was slightly higher in Jinyang and 05C4 than Taekwang, and content of essential amino acids was higher in *Doenjang* from LOX-free cultivars than Taekwang. Isoflavon content was significantly higher in *Doenjang* (522.16~684.46 µg/g) made from LOX-free cultivars than in Taekwang (374.79 µg/g). Total phenol content was significantly higher in 05C4 and LS, and flavonoid content was significantly higher in LS than Taekwang. Antioxidant activities were highest in Jinyang based on DPPH radical scavenging and reducing power. ABTS radical scavenging activity was significantly higher in *Doenjang* made from LOX-free cultivars than Taekwang. These results suggest that *Doenjang* from LOX-free cultivars could have a suitable genotype for *Doenjang* processing since it is more effective in terms of amino acids, isoflavone contents, and antioxidant activity.

Key words: *Doenjang*, lipoxygenase-free genotypes, isoflavone, antioxidant activity

서 론

전통 재래 된장은 콩만으로 메주를 만들어 소금물로 발효시킨 다음 간장을 걸러내어 제조된 것으로 탄수화물 중심의 우리 식생활에서 필수아미노산 및 단백질의 공급원으로써 영양적 가치가 높은 식품으로 평가되고 있으며, 최근 건강 지향적 웰빙 트렌드에 따른 소비도 증가되고 있는 추세에 있다(1). 또한 전분질 원료가 함유된 개량식 된장에 비해 재래 된장은 원료 콩의 비율이 높아 이로부터 유래된 이소플라

본, 토코페롤의 함량이 많으며, 발효·숙성 과정 중에 미생물과 여러 효소의 작용으로 원료 콩에 존재하지 않았던 페놀 화합물의 함량이 증가되어 항산화 물질의 공급원으로써도 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(2,3).

된장의 품질 및 기능성은 원료 콩의 종류, 메주의 제조 및 숙성과정 등의 상호작용에 따라 상당한 차이를 보이는데, 우리나라는 1970년 이후로 장류 생산을 위한 장려품종이 보급되어 왔고 1990년대에는 10여종이 육성 보급된 바 있으며(4), 원료 콩의 산지별, 품종에 따라 제조된 장류의 품질 특성에 관한 연구의 진행으로 장류 제조에 적합한 콩의 선별 연구가 수행되고 있다(5,6).

원료 콩의 품질과 관련된 주요 성분으로 lipoxygenase (LOX)는 식물의 세포벽에서 지방산이나 저장 지질을 산화시켜 유리 라디칼 및 과산화지질 생성이나 정상적인 세포막

Received 18 September 2015; Accepted 2 December 2015

Corresponding author: Nak-Ju Sung, Department of Food Science and Nutrition, Research Institute of Natural Science, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam 52828, Korea
E-mail: snakju@gnu.ac.kr, Phone: +82-55-772-1431

의 파괴에 따른 종자 퇴화와 관련성이 높다고 보고되어 있다(7). 따라서 LOX의 불활성화를 위한 여러 가지 방법이 시도되어 왔으나, 이러한 문제를 근본적으로 해결하기 위해서는 유전적으로 LOX가 결핍된 콩의 육종이 가장 효과적인 방법으로 알려져 있다. 현재 우리나라에서는 LOX-1,2,3 및 LOX-2,3이 결핍된 콩이 품종화된 바 있으며(4,8,9), LOX 결핍콩의 이화학적 특성 연구도 수행된 바 있다(10,11). 반면에 작물 특성면에서 LOX의 결핍 유무에 따른 차이가 없다는 보고도 있으나(4), LOX 결핍콩을 이용한 콩나물(12), 두부(13) 및 재래 간장(14) 등의 품질 특성이나 생리 기능성 연구에서 이들 가공품의 영양성분 함량이나 항산화 활성은 일반 콩 가공품에 비해 우수한 것으로 보고되어 있다.

최근 된장의 기능성이 다양하게 밝혀짐에 따라 전분질 원료가 첨가된 된장에 비해 콩만으로 제조된 재래 된장에 대한 소비자 요구도가 증가되고 있는 추세이다. 또한 콩 가공품 제조를 위한 수입 콩에 대한 의존도도 높은 실정이다. 따라서 국내 소비자들의 웰빙 트렌드에 부합하기 위해서는 원료 콩의 품질, 안전성뿐만 아니라 영양학적 가치가 우수한 국내산 non-GM콩의 공급이 절실하며, 콩의 특성상 열처리 등에 따른 영양성분의 감소 측면에서 볼 때 LOX 결핍콩의 육종과 이에 대한 가공적성의 검토가 필요하다고 판단된다. 본 연구는 된장의 맛과 품질에 결정적인 영향을 줄 수 있는 우선 요인이 원료 콩의 품질이라는 점에서 non-GM으로 육종된 LOX 결핍콩으로 된장을 제조하여 품질 특성 및 항산화 활성을 일반 콩(태광) 된장과 비교함으로써 LOX 결핍콩의 된장 가공적성 및 기능성 평가를 위한 기초자료로 활용코자 한다.

재료 및 방법

실험재료

재래 된장은 경상대학교 농학과에서 non-GM으로 모본의 교배로 육종된 LOX 결핍콩을 제공받아 제조하였다. 원료 콩으로 진양은 LOX-1,2,3 결핍종, O5C4와 LS는 LOX-2,3 결핍종이며, O5C4는 LS에 비해 레시틴의 함량이 높은 품종이다(15). 대조구는 태광(LOX-1,2,3 present)을 사용하였으며, 4종의 콩은 모두 황색콩이다.

된장 및 추출물의 제조

메주는 Hwang 등(14)의 방법에 따라 제조하여 80일간 발효시킨 것을 사용하였으며, 1 L 용량의 유리병에 분쇄한 메주가루 100 g과 염수(정제염, 15%)를 1:1.5(w/v)의 비율로 혼합한 후 25°C에서 150일간 숙성시켰다. 숙성 최종일에 충분히 균질화하여 -40°C에 보관해 두고 분석에 사용하였다.

된장의 항산화 활성은 균질화된 된장 100 g에 4배의 80% 메탄올을 가하여 실온에서 12시간씩 2회 반복 추출한 후 감압 여과하여 회전식 진공증발기로 완전 건조시켜 얻은 추출물을 사용하였다.

일반성분, 총당, 환원당 및 아미노태 질소 정량

된장의 일반성분으로 수분 함량은 105°C 상압가열건조법, 회분은 550°C 직접회화법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl법으로 분석하였다(16). 탄수화물의 함량은 100에서 수분, 회분, 조지방 및 조단백질 함량을 뺀 값으로 계산하였다.

총당은 phenol-H₂SO₄법(17)에 따라 된장 1 g을 100 mL의 증류수로 2시간 동안 추출하여 얻은 여과액 1 mL에 5% 페놀 용액 1 mL, 진한 황산 5 mL를 차례로 가하여 30분간 실온에 정치시킨 후 470 nm에서 흡광도를 측정하였다. 환원당은 DNS법(18)에 따라 상기의 여과액 1 mL에 DNS 시약 3 mL를 첨가하여 혼합한 다음 10분 동안 중탕하였다. 이를 상온에서 냉각한 후 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총당 및 환원당 함량은 glucose(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 이용하여 각각 작성한 표준 검량선에 따라 계산하였다.

아미노태 질소 함량은 된장 2 g에 증류수 100 mL를 가하여 2시간 동안 추출한 후 여과한 여액 20 mL를 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.4로 조정하고 다음, 중성 포르말린 용액 20 mL를 첨가하고 다시 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.4가 될 때까지 적정하여 이때 첨가된 NaOH 양으로부터 계산하였다.

색도 측정

된장의 색도는 색차계(CR 301, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 10회 이상 반복 측정하였다. 명도(lightness)를 나타내는 L값, 적색도(redness)를 나타내는 a값과 황색도(yellowness)를 나타내는 b값을 측정하여 시료 간의 전체적인 색차(ΔE)를 산출하였다. 이때 표준 색판의 L값은 96.03, a값은 0.79, b값은 0.62였다.

관능평가

된장의 관능평가는 식품영양학과 학부 및 대학원생 20명을 대상으로 하여 된장의 색깔, 구수한 맛, 짠맛, 향미 및 종합적인 기호도에 대해 5점 척도법으로 평가하였으며, 이들 각각의 특성이 강할수록 높은 점수를 부여하도록 하였다. 시료는 난수표로 작성되어 제공하였으며, 물로 입안을 충분히 헹군 후에 다음 시료의 평가가 이루어지도록 하였다.

구성아미노산 정량

된장의 구성아미노산은 시료 0.5 g에 6 N HCl 3 mL를 가하고 질소가스를 7분간 충전시킨 후 110±1°C의 heating block에서 24시간 가수분해하여 여과한 다음 회전식 진공증발농축기로 건조시켰다. 이를 pH 2.2 sodium citrate 완충용액으로 희석하여 최종 부피를 10 mL로 하였으며, 0.2 μm syringe filter 및 sep-pak C₁₈ cartridges에 통과시킨 후 아미노산 자동분석기(Amino acid analyzer 835, Hitachi, Tokyo, Japan)로 정량하였다.

이소플라본 정량

된장 1 g에 80% 메탄올 20 mL를 가하여 30분간 추출한 후 원심분리(12,000×g, 10 min) 하여 얻은 상층액을 0.2 µm syringe filter로 여과하고 HPLC(Agilent Technologies 6890N, Palo Alto, CA, USA)로 이소플라본을 분석하였다. YMC C₁₈(5 µm, 4.6×250 mm) 칼럼 및 254 nm에서 UV-detector를 사용하였으며, 이동상 용매로 0.1% acetic acid(A)와 0.1% acetic acid/acetonitrile(B)을 사용하여 0~5분(10→20%, B), 5~70분(20→70%, B), 70~72분(70→98%, B), 72~80분(98%, B)의 조건에서 분석하였다. 이때 유속은 0.8 mL/min, 시료 주입량은 20 µL로 하였다. 표준물질은 daidzein, genistein, daidzin, genistin 및 glystin(Sigma-Aldrich Co.)을 사용하였으며, dimethylsulfoxide(DMSO)에 용해하여 HPLC chromatogram에서 retention time(RT)의 비교로 동정하였다. 이소플라본 함량은 peak area의 실측치와 표준용액의 농도 간 계산에 의해 산출하였다.

총 페놀 및 플라보노이드 정량

총 페놀 함량은 된장의 80% 메탄올 추출물에 Folin-Ciocalteu(Sigma-Aldrich Co.) 시약 및 10% Na₂CO₃ 용액을 동량으로 혼합한 다음 실온의 암실에서 1시간 반응시켜 760 nm에서 흡광도를 측정하여 caffeic acid(Sigma-Aldrich Co.)에 의한 표준 검량선으로 산출하였다(19). 총 플라보노이드 함량은 메탄올 추출물 1 mL에 10% aluminum nitrate 0.1 mL, 1 M potassium acetate 0.1 mL 및 ethanol 4.3 mL를 차례로 가하여 40분간 반응시켜 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. Quercetin(Sigma-Aldrich Co.)에 의한 표준 검량선으로부터 플라보노이드 함량을 산출하였다(20).

항산화 활성 측정

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 라디칼 소거 활성은 5 mg%의 DPPH 용액에 동량의 시료를 혼합하여 실온

에서 10분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다(21). ABTS[2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonate)] 라디칼 소거 활성은 7 mM ABTS 용액에 potassium persulfate가 2.4 mM이 되도록 용해시켜 냉암소에서 12시간 이상 반응시킨 다음 415 nm에서 흡광도가 1.5가 되도록 증류수로 희석한 것을 ABTS 기질용액으로 사용하였다. 기질용액 100 µL에 시료액을 가하여 실온에서 5분간 반응시켜 415 nm에서 흡광도를 측정하였다(22). FRAP(ferric-reducing antioxidant potential)법에 의한 환원력은 Benzie와 Strain(23)의 방법에 따라 제조한 기질용액 100 µL, 시료액 및 증류수 40 µL를 혼합하여 37°C에서 4분간 반응시켜 593 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준품으로 FeSO₄·7H₂O에 의한 검량선으로부터 계산하였다.

통계분석

반복실험을 통하여 얻은 결과는 SPSS 12.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 분산분석 하였으며, 결과를 평균±표준편차로 나타내었다. 분석 결과에 대한 유의성 검정은 분산분석을 한 후 $P < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

된장의 화학 성분

일반 콩(태광) 및 LOX 결핍콩(진양, 05C4 및 LS)으로 된장을 제조하여 150일간 숙성시킨 후 일반성분, 총당, 환원당 및 아미노태 질소 함량을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 수분 함량은 59.72~61.12%로 LS 된장이 유의적으로 높았으며, 진양 및 05C4 된장은 태광 된장과 유의차를 보이지 않았다. 회분 함량은 모든 된장에서 10% 수준이었다. 조지방 함량은 7.92~8.22%로 품종에 따른 유의차가 없었다. 조단백질 함량은 태광 된장에 비해 LS 된장이 유의적으로 높았으나 진양 및 05C4 된장은 유의차를 보이지 않았다. 탄수화물 함량은 조단백질 함량과 상반된 경향으로 LS 된장이

Table 1. Changes of proximate composition, total sugar, reducing sugar, and amino type nitrogen contents in *Doenjang* made from the lipoxygenase-free genotype soybeans

	Taekwang	Jinyang	05C4	LS
Moisture (%)	60.08±0.23 ^a	59.72±0.39 ^a	59.99±0.34 ^a	61.12±0.17 ^b
Ash (%)	10.68±0.40 ^b	10.11±0.08 ^a	10.19±0.18 ^a	10.39±0.08 ^{ab}
Crude lipid (%)	7.94±0.15 ^{NS}	8.13±0.71	7.92±0.05	8.22±0.27
Crude protein (%)	15.55±1.66 ^{ab}	14.19±1.23 ^a	16.78±0.62 ^b	20.57±1.23 ^c
Carbohydrate (%)	5.75±1.91 ^{bc}	7.86±1.48 ^c	5.12±0.69 ^b	0.76±0.35 ^a
Total sugar (%)	3.00±0.02 ^{NS}	3.07±0.07	2.99±0.02	3.01±0.08
Reducing sugar (mg/g)	5.38±0.04 ^b	5.68±0.05 ^c	5.13±0.05 ^a	5.35±0.03 ^b
Amino type nitrogen (%)	1.26±0.09 ^a	1.56±0.01 ^c	1.45±0.01 ^b	1.61±0.14 ^d

All values are mean±SD (n=3).

Means with different letters (a-d) in the same row are significantly different at $P < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

NS: not significant.

Carbohydrate=100-(moisture+ash+crude lipid+crude protein).

Taekwang, LOX-1,2,3 present; Jinyang, LOX-1,2,3 free; 05C4 and LS, LOX-2,3 free genotype.

가장 낮았으며, 그 외 된장은 대조구와 유의차를 보이지 않았다. 총당은 시료 간에 유의차가 없었으며, 환원당은 태광 된장에 비해 진양 된장이 유의적으로 높았으나 05C4 된장은 유의적으로 낮았다. 아미노태 질소 함량은 태광 된장에 비해 3종의 LOX 결핍콩 된장에서 유의적으로 높았다.

된장의 일반성분 함량은 전통식품인증규격(24)에서 수분 55.0% 이하, 조단백질 8.0%, 조지방 2.0% 이상으로 기준을 정하고 있는데, 본 실험 결과에서 된장의 수분 함량이 다소간 높았으나 조단백질과 조지방 함량은 적합한 것으로 평가되었다. LOX 결핍콩으로 된장 제조 시 메주 중량에 대해 염수를 1:1로 혼합하여 숙성한 경우 수분 함량이 55.30~60.58%였다는 보고가 있는데(25), 이는 본 실험 결과에 비해 수분 함량이 다소 낮아 된장의 수분 함량이 염수의 첨가량과 관련이 큰 것으로 사료된다. Oh 등(26)은 제주 전통 된장과 상업용 시판 된장에서 탄수화물 함량이 19.32~34.46%로 보고하였는데, 이는 본 연구 결과와 상이한 것으로 제주 된장의 수분(37.33~52.92%), 조지방(0.08~0.53%) 함량이 낮았기 때문에 나타난 상대적인 결과라 사료된다. 장려품종(대원, 소담, 진품 및 황금)으로 제조된 된장에서 원료 콩, 메주 및 된장의 조지방 및 조단백질 함량을 비교해 보면 원료 콩은 황금 및 소담콩에서 가장 높았으나 된장은 황금 및 대원 된장에서 높았다고 보고되어 원료 콩과 된장의 일반성분 함량에 대한 경향이 일치되지는 않는다고 보고되어 있다(5). LS 된장의 수분 함량이 여타 시료에 비해 유의적으로 높은 것은 LS콩의 흡수율이 타 시료에 비해 유의적으로 높았기 때문이며, 또한 LS 된장의 조단백질 함량이 타 시료에 비해 유의적으로 높았으나 LOX 결핍콩의 조단백질 함량에는 유의적인 차이가 없었고(27), 본 실험 결과도 상기 보고(5)와 유사한 경향이었다. 따라서 된장의 제조 및 숙성 환경, 흡수율, 메주의 수분 함량 등에 따라 된장의 수분 함량에 차이를 보이며, 이는 된장 중 영양성분의 상대적인 함량에도 영향을 주므로 된장과 원료 콩의 성분이 일치하지는 않는 것으로 생각된다.

된장의 환원당 함량은 숙성 과정 중 amylase의 활성이 증가된 것과 관련이 있는데(28), 대부분은 발효 초기에 당 함량이 높으며 숙성이 진행됨에 따라 지속적으로 감소되는 경향인 것으로 알려져 있다(29). 우리나라 각 지역에서 숙성 후 1~3년 동안에 시판되고 있는 전통 된장의 환원당 함량은 41.23~122.37 mg/g으로 숙성기간에 따른 관련성은 없다는 보고가 있다(30). 반면에 된장은 발효 45일경에 당화

amylase의 작용으로 당 함량이 최대치에 이르며, 그 이후에 당은 된장 중의 미생물 영양원, 알코올 및 유기산 발효를 위한 기질로 사용되어 환원당 함량이 감소된다는 보고도 있다(31). 본 연구 결과 된장의 환원당 함량은 시판 전통 된장과 비교해 볼 때 훨씬 낮은 함량으로 원료 콩의 종류, 제조 환경 및 숙성 기간의 차이에 의한 것으로 사료되나, 진양 및 LS 된장은 태광 된장에 비해 유의적으로 높은 함량을 보여 된장의 맛에 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것으로 예상된다.

아미노태 질소는 된장의 품질 및 발효 식품의 숙성도를 평가하는 기준으로 숙성 과정 중 콩 단백질의 가수분해에 의한 아미노산의 생성 정도, 된장의 제조 과정에서 대두 단백질의 변성도, 발효 미생물의 생육과 효소 생성, 시료 채취 시기에 따라 함량 차이가 있는 것으로 보고되어 있다(32). 더욱이 된장의 아미노태 질소 함량 기준이 300 mg%(33)인 것을 고려해 본다면 본 연구에서 LOX 결핍콩으로 제조한 된장은 이러한 품질 기준을 충족하는 것으로 판단된다.

된장의 색도

태광 된장 및 LOX 결핍콩 된장의 색도를 비교한 결과는 Table 2와 같다. 명도(L)는 태광 된장에 비해 LOX 결핍콩으로 제조한 된장에서 유의적으로 높았고 적색도(a)는 유의차가 없었으며, 황색도(b)는 태광 된장에 비해 진양 된장에서 유의적으로 높았으나 그 외 시료는 유의차를 보이지 않았다. 된장의 전체적인 색차(ΔE)는 NBS(National Bureau of Standards)의 기준에서 색차가 3.0 미만일 경우 차이가 없으며 3.0~6.0 범위일 때 현저한 차이라는 보고(34)로 보면 태광 된장을 0으로 하였을 때 05C4 및 LS 된장은 1.19~1.36의 범위로 차이가 없으며, 태광 된장에 비해 진양 된장은 두드러진 색차를 보이는 것으로 나타났다.

된장의 색도는 메주 및 된장의 숙성 과정 중 amino-carbonyl 반응 정도의 차이 때문이며(2), 메주에서 적색도 및 황색도가 높을수록 된장에서도 동일한 경향을 보인다고 보고되어 있다(5). 본 연구에서 진양 된장은 명도와 황색도가 태광 된장에 비해 유의적으로 높아 여타의 된장에 비해 밝은 것으로 평가되었는데, 이는 진양 된장의 조단백질 함량이 태광 된장에 비해 작았기 때문에(Table 1) 메주의 숙성 과정에서 갈변반응이 적게 형성된 것으로 추정된다.

Table 2. Hunter's color values in *Doenjang* made from the lipoxygenase-free genotype soybeans

	Taekwang	Jinyang	05C4	LS
L	30.67±0.49 ^a	34.26±0.11 ^c	31.34±0.14 ^b	31.50±0.33 ^b
a	11.12±0.48 ^{NS}	11.74±0.53	11.30±0.39	11.28±0.56
b	21.59±0.56 ^a	25.35±0.41 ^b	22.69±0.93 ^a	22.79±0.99 ^a
ΔE	0.00±0.00	5.08±0.06 ^b	1.19±0.99 ^a	1.36±1.23 ^a

All values are mean±SD (n=3).

Means with different letters (a-c) in the same row are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

NS: not significant.

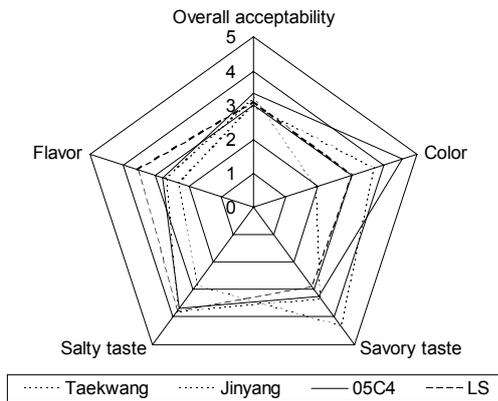


Fig. 1. Sensory evaluation in *Doenjang* made from the lipoxygenase-free genotype soybeans.

관능평가

150일 동안 숙성된 태광 된장과 LOX 결핍콩 된장에 대한 관능평가 결과는 Fig. 1과 같다. 색깔은 05C4 된장이 가장 진하였고 진양 된장이 가장 연한 것으로 평가되었다. 구수한 맛의 정도는 태광 된장이 다소 높았으며 LOX 결핍콩 된장 간에는 비슷한 것으로 평가되었다. 짠맛은 구수한 맛과 상반되어 태광 된장이 가장 약하였으며 LOX 결핍콩 된장에서 다소 높게 인지되었다. 향미는 LS 된장이 가장 강한 것으로 인지되었으며 태광 된장에서 다소 낮게 평가되었다. 전반적인 기호도는 태광 된장에서 3.0이었으며 LOX 결핍콩 된장은 3.1~3.3의 범위로 그 차이는 미미하였다.

LOX 결핍콩으로 제조한 재래 간장의 품질 특성 연구에서 진양 간장의 전체적인 기호도가 높았는데, 이와 같은 결과는

시료 중 aspartic acid와 glutamic acid의 함량이 타 시료에 비해 월등히 높았던 결과와 관련이 있는 것으로 보고되어 있다(14). 본 연구에서 된장의 aspartic acid와 glutamic acid의 함량은 태광 된장이 다소 낮았으나, 오히려 구수한 맛은 태광 된장에서 다소 높게 평가되어 상기 보고와는 상이한 결과였다. 또한 된장의 향미와 짠맛은 LOX 결핍콩 된장에서 다소 높게 평가되었는데, 된장의 맛과 화학성분 간의 관계에서 짠맛이 강할수록 소비자의 기호도가 높았다는 보고(30)는 본 연구와 유사한 결과라 생각된다. 더욱이 콩 제품의 비린내는 LOX-1,2,3이 linoleic acid나 linolenic acid의 산화반응에 관여하여 특유의 휘발성 물질을 생성시키기 때문이며 LOX 활성이 낮은 품종에서 휘발성 물질의 생성이 작았다는 보고도 있다(35).

이러한 결과로 LOX 결핍콩 된장은 기호적 측면에서 태광 된장과 대차를 보이지는 않으나 LOX 결핍에 따른 비린내 감소와 관련하여 향미가 우수한 것으로 판단되는바 된장의 제조에 적합한 품종인 것으로 판단된다.

구성아미노산 함량

태광콩과 LOX 결핍콩으로 제조된 된장에서 구성아미노산 함량은 Table 3과 같다. 총 17종의 아미노산이 검출되었으며, glutamic acid가 871.44~1,038.55 mg/100 g으로 가장 많았다. 총 아미노산 함량은 태광 된장에 비해 진양 및 05C4 된장에서 다소 높았으며, 필수아미노산은 태광 된장에 비해 3종의 LOX 결핍콩 된장에서 높게 정량되었으나 총 아미노산에 대한 필수아미노산 비율은 진양 및 LS 된장만 높았다. 된장의 감칠맛에 관여하는 aspartic acid와 glu-

Table 3. Composition amino acids contents in *Doenjang* made from the lipoxygenase-free genotype soybeans (mg/100 g)

	Taekwang	Jinyang	05C4	LS
Aspartic acid	611.48	571.40	655.81	623.84
Threonine*	190.02	198.88	123.15	243.40
Serine	133.09	153.20	137.93	141.76
Glutamic acid	871.44	1,038.55	1,013.52	886.11
Proline	334.44	347.72	359.84	288.69
Glycine	229.88	238.67	214.36	196.19
Alanine	371.59	365.65	333.55	321.09
Cystine	46.06	59.43	64.72	52.38
Valine*	292.41	307.47	294.50	260.65
Methionine*	86.09	74.03	79.83	65.95
Isoleucine*	259.16	274.86	242.17	306.77
Leucine*	417.83	435.87	432.11	502.89
Tyrosine	205.36	191.74	208.23	170.09
Phenylalanine*	283.51	302.48	308.10	264.04
Histidine*	110.17	136.39	127.34	92.78
Lysine*	337.58	439.62	402.95	322.49
Arginine	113.90	136.02	128.88	113.43
Essential amino acid* (% to total amino acid)	1,976.77 (40.4)	2,169.60 (41.2)	2,010.15 (39.2)	2,058.97 (42.4)
Aspartic acid+glutamic acid (% to total amino acid))	1,482.92 (30.3)	1,609.95 (30.5)	1,669.33 (32.6)	1,509.95 (31.1)
Total	4,894.01	5,271.98	5,126.99	4,852.55

Table 4. Isoflavone contents in *Doenjang* made from the lipoxygenase-free genotype soybeans (µg/g)

	Taekwang	Jinyang	05C4	LS
Daidzin	58.75±0.57 ^b	62.41±1.32 ^c	37.35±0.51 ^a	85.37±0.21 ^d
Glycitin	20.61±0.64 ^c	24.95±0.45 ^d	12.75±0.26 ^a	17.40±0.49 ^b
Genistin	23.28±0.84 ^a	33.11±1.22 ^c	29.00±0.44 ^b	48.35±0.94 ^d
Malonyl-daidzin	11.74±0.50 ^a	14.08±0.47 ^b	11.34±0.40 ^a	26.55±0.10 ^c
Malonyl-genistin	6.44±0.26 ^a	20.32±0.34 ^d	18.70±0.26 ^c	15.83±0.26 ^b
Daidzein	129.47±0.68 ^a	267.46±0.28 ^c	194.49±0.13 ^b	267.35±0.05 ^c
Genistein	124.51±1.41 ^a	262.14±11.75 ^d	217.67±0.92 ^c	180.36±0.73 ^b
Total	374.79±1.87 ^a	684.46±11.58 ^d	522.16±2.30 ^b	641.22±0.99 ^c

All values are mean±SD (n=3).

Means with different letters (a-d) in the same row are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

tamic acid의 함량이 태광 된장에 비해 3종의 LOX 결핍콩으로 제조한 된장에서 높게 정량되었는데, 특히 glutamic acid의 함량이 진양 및 05C4 된장에서 상당히 높아 숙성이 진행됨에 따라 이들 된장의 맛이 더 우수할 것으로 예상된다.

LOX 결핍콩으로 제조한 재래 간장의 구성아미노산 함량은 진양 간장에서 가장 높은 함량이었으며, 그 외 개척#2 및 CJ#1콩으로 제조한 간장은 태광 간장과 비슷한 수준이었다는 보고가 있다(14). 본 연구 결과는 시판 전통 된장의 총 아미노산 함량이 3.81%였다는 보고(32)에 비해서는 다소 높은 함량이었으나, 제주 전통 된장에서 13.89~16.46%였다는 보고(26)에 비해서는 상당히 낮은 함량이었다. 이와 같이 재래 된장의 품질은 원료 콩의 품종이나 종류, 배합비율, 메주의 첨가량, 숙성 조건 등의 다양한 변수가 관여되는 것으로 생각된다.

더욱이 된장의 아미노산 함량과 관능검사의 상관관계에 있어서 감미 성분이 25.97%, 지미 성분이 17.84% 정도 된장의 맛에 관여되나, 그 외 염미, 고미 및 산미 성분은 10% 미만으로 된장의 맛에 대한 기여도가 낮았다는 보고가 있다(36). 본 연구 결과 진양 된장에서 proline, glycine 및 alanine 등의 감미 관련 아미노산 함량이 952.04 mg/100 g으로 태광 된장(935.91 mg/100 g)에 비해 높은 함량이었으며, 지미 성분 관련 아미노산은 LOX 결핍콩 된장에서 모두 높은 것으로 볼 때 진양 된장의 맛이 더 우수할 것으로 예상된다.

이소플라본 함량

된장에서 이소플라본을 분석한 결과는 Table 4와 같이 총 7종의 이소플라본이 확인되었으며, 총량은 태광 된장(374.79 µg/g)에 비해 3종의 LOX 결핍콩 된장(522.16~684.46 µg/g)에서 유의적으로 높았다. 특히 체내에 흡수되기 쉬운 aglycone 형태의 이소플라본인 daidzein과 genistein의 함량이 배당체에 비해 월등히 많았다.

이소플라본은 대두에 존재하는 대표적인 플라보노이드 성분으로 발효 과정에서 인체에 흡수되기 쉬운 aglycone의 형태로 전환되며 대두 발효 제품에는 genistein이나 daidzein의 함량이 높은 것으로 보고되어 있다(26). 본 연구에서 된장 제조에 사용된 원료 콩의 이소플라본 함량은 태광콩에

비해 LOX 결핍콩이 유의적으로 높으며, 특히 05C4콩의 함량이 가장 높은 반면 진양콩이 가장 낮았다고 보고된 바 있다(27). 오히려 된장에서는 상반된 결과를 보였는데 된장이 발효식품이라는 관점에서 원료 콩의 발효에 의한 아미노산의 종류와 함량 차이, 발효 중 β-glucosidase와 반응하는 aglycone에 의존적으로 항산화 활성이 상이하다는 보고(37)와 유사한 결과라 생각된다. 또한 이소플라본은 대두로부터 분리되거나 표준품의 상태에서 대두 중에 존재하는 상태보다 열, pH 안정성이 감소되었다는 연구 결과로 볼 때 대두 중의 이소플라본은 콩의 열처리, 건조 등의 가공조건에서도 안정적이라고 보고되어 있다(38).

또한 된장의 숙성기간 중 이소플라본 배당체로부터 genistein과 daidzein의 함량이 증가되어 항산화 효과에 관여한다는 보고가 있는데(39), 본 연구 결과 3종의 LOX 결핍콩 된장에서 이소플라본 총량은 태광 된장에 비해 유의적으로 높았으며, 특히 aglycone 함량에서 태광 된장보다 높았던 진양 및 LS 된장에서 항산화 효과가 높을 것으로 예상된다.

총 페놀 및 플라보노이드 함량

된장의 80% 메탄올 추출물에서 총 페놀 및 플라보노이드 함량은 Table 5와 같다. 총 페놀 함량은 11.64~13.28 mg caffeic acid/g이었으며, 태광 된장에 비해 05C4 및 LS 된장은 유의적으로 높았으나 진양 된장과는 유의차가 없었다. 플라보노이드 함량은 진양 된장에서 가장 낮았으며, LS 된장만 태광 된장에 비해 유의적으로 높았다.

우리나라 각 지역별에서 수집된 1~3년간 숙성된 재래 된

Table 5. Total phenol and flavonoid contents in *Doenjang* made from the lipoxygenase-free genotype soybeans

	Total phenol (mg caffeic acid/g extract)	Flavonoid (mg quercetin/g extract)
Taekwang	11.71±0.04 ^a	1.62±0.05 ^b
Jinyang	11.64±0.05 ^a	1.32±0.11 ^a
05C4	13.28±0.15 ^c	1.73±0.09 ^b
LS	12.42±0.19 ^b	2.45±0.09 ^c

All values are mean±SD (n=3).

Means with different letters (a-c) in the same column are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 6. Antioxidant activities in *Doenjang* made from the lipoxygenase-free genotype soybeans ($\mu\text{g/mL}$)

	DPPH radical scavenging ¹⁾	ABTS radical scavenging ¹⁾	Reducing power by FRAP ²⁾
Taekwang	1,382.55±73.07 ^a	410.90±13.55 ^c	1,047.56±57.66 ^b
Jinyang	1,311.90±80.62 ^a	312.23±38.76 ^b	944.95±33.79 ^a
05C4	1,511.28±51.59 ^b	240.57±23.64 ^a	1,260.14±22.62 ^c
LS	1,840.23±106.78 ^c	316.89±18.78 ^b	1,520.98±45.39 ^d

All values are mean±SD (n=5).

Means with different letters (a-d) in the same column are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

¹⁾Effective concentration values ($EC_{50\%}$, $\mu\text{g/mL}$) of sample were calculated from the regression lines using four different concentrations (250, 500, 1,000, and 2,000 $\mu\text{g/mL}$), and their data were presented as 50% scavenging activity to DPPH and ABTS radical.

²⁾Reducing power by FRAP (EC_{50} μM , $\mu\text{g/mL}$) was presented by the sample concentration to 50 μM of FeSO_4 as standard.

장의 추출물 중 총 페놀 함량은 18.71~25.47 mg gallic acid/mL로 지역 간에 차이는 메주에 사용되는 콩의 종류나 된장 제조기간에 따른 이소플라본 배당체의 분해 속도가 다르기 때문이라는 보고가 있다(2). LOX-2 및 LOX-3이 결핍된 콩은 일반 콩에 비해 이소플라본의 함량이 높으며(40), LOX 결핍콩으로 제조한 재래 간장에서 총 페놀 함량은 태광 간장에 비해 유의적으로 높았는데 원료 콩의 총 페놀 함량에 의존적인 것으로 보고되어 있다(14). 따라서 05C4 및 LS 된장은 LOX가 존재하는 태광 된장에 비해 총 페놀 및 플라보노이드 함량이 높아 항산화 활성이 높을 것으로 짐작된다.

항산화 활성

일반 콩인 태광콩과 LOX 결핍콩으로 제조한 된장을 150일간 숙성시켜 80% 메탄올로 추출하여 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거와 FRAP법에 의한 환원력을 측정한 결과는 Table 6과 같다. 된장 추출물의 농도는 250, 500, 1,000 및 2,000 $\mu\text{g/mL}$ 에서 측정되었으며, 모든 실험구에서 시료의 농도에 의존적으로 항산화 활성은 유의적으로 증가하였다.

DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성은 50%의 라디칼 소거에 소요되는 추출물의 함량($EC_{50\%}$)으로 나타내었는데 DPPH 라디칼 소거 활성은 진양 된장이 우수하였으나 태광 된장과 유의차는 없었다. ABTS 라디칼 소거 활성에서 LOX 결핍콩 된장의 $EC_{50\%}$ 값은 240.57~316.89 $\mu\text{g/mL}$ 로 태광 된장에 비해 소거 활성이 유의적으로 높았다. FRAP법에 의한 환원력은 표준품으로 사용된 50 μM 의 FeSO_4 에 해당되는 시료 추출물의 함량(EC_{50} μM)으로 나타낸 바 진양 된장이 태광 된장에 비해 유의적으로 높았으며, 그 외 시료는 활성이 낮았다(Table 6).

대두, 된장 및 청국장 추출물에서 DPPH 라디칼 소거 활성 비교는 된장이 가장 우수하여 시료 중의 총 페놀 함량과 관련이 높았다는 보고가 있다(41). 우리나라에서 판매되고 있는 재래 된장에 대한 ABTS 라디칼 소거 활성은 6.43~14.38 mg ascorbic acid eq/mL 범위로 된장의 제조방법과 숙성 기간의 차이라고 보고되어 있다(2). 이는 지역별로 원료 콩의 종류와 된장의 제조방법이 다르며 발효 미생물의 종류나 환경에 따른 활성 차이로 이소플라본을 비롯한 페놀 화합물의 양상에 상이함을 보이기 때문에 항산화 활성에 차

이를 보인다고 알려져 있다(2). 이와 같이 된장의 DPPH나 ABTS 라디칼 소거 활성은 폴리페놀 함량이 가장 높았던 시료에서 그 활성이 높으며(42), 환원력은 라디칼 소거 활성과 상관성이 높다고 보고되어 있다(23). 또한 된장은 페놀성 화합물인 이소플라본 중 aglycone 함량이 많을 경우 라디칼 소거 활성이 높은 것으로 보고되어 있으며(43), 백태로 제조한 것보다 다양한 콩을 혼합하여 만든 된장이 총 페놀 함량에 의존적으로 항산화 활성이 높았다는 보고(44)는 된장의 생리 기능성이 원료 콩에 의존적이라는 점을 잘 뒷받침하고 있는 결과라 판단된다. 즉 이소플라본 함량이 원료 콩의 종류, 된장의 숙성 과정 중 β -glucosidase에 의한 가수분해 정도에 따라 차이가 난다는 보고(37), 된장의 DPPH 라디칼 소거 활성이 콩의 발효에 의한 콩 단백질 분해에 기인된 아미노산의 종류와 함량에 따른 차이라는 보고(2)로 볼 때 본 실험에서 진양 된장의 항산화 활성이 05C4 및 LS 된장에 비해 유의적으로 높았으며, LS 된장의 항산화 활성이 상대적으로 낮았던 것도 된장 중 플라보노이드 이외의 페놀산 함량, 아미노산 및 aglycone 형태의 genistein 및 daidzein을 비롯한 이소플라본 함량과 관련이 있을 것으로 생각된다.

이와 같이 LOX 결핍콩 된장의 성분이 기능성과 직접적인 관련성이 크다고 단정하기는 어려우나 본 실험의 non-GM에 의한 LOX 결핍콩은 유전적 변이에 의한 차별성이나 일반 콩에 비해 영양적, 기능적 성분의 증가가 확인되었으며, LOX 결핍콩의 품질 특성이나 이들을 이용하여 제조한 두부(13), 간장(14)의 기능성이 일반 콩 제품에 비해 우수한 것으로 확인된바 재래 된장의 제조에도 손색이 없을 것으로 기대된다.

요 약

LOX 결핍콩(진양, 05C4 및 LS)의 가공적성을 평가하기 위하여 재래 된장을 제조하여 일반 콩(태광) 된장과 품질 특성 및 항산화 활성을 비교하였다. 된장에서 수분과 조단백질 함량은 LS 된장이 유의적으로 높았으며, 조지방 함량은 7.92~8.22%로 콩 품종에 따른 유의차가 없었다. 탄수화물 함량은 LS 된장이 가장 낮았다. 된장의 환원당은 태광 된장에 비해 진양 된장이 유의적으로 높았다. 아미노태 질소 함량은 태광 된장에 비해 3종의 LOX 결핍콩 된장에서 유의적

으로 높았다. 된장의 색깔은 태광 된장에 비해 05C4 및 LS 된장은 차이가 없었으며, 진양 된장은 두드러진 색차를 보였다. 된장의 구수한 맛은 태광 된장이 다소 높았으며, 짠맛은 LOX 결핍콩 된장이 다소 높게 평가되었다. 향미는 LS 된장이 가장 강한 것으로 인지되었다. 전반적인 기호도는 시료 간에 차이가 미미하였다. 총 아미노산 함량은 태광 된장에 비해 진양 및 05C4 된장에서 다소 높았으며, 필수 아미노산은 태광 된장에 비해 3종의 LOX 결핍콩 된장이 높게 정량되었다. 이소플라본의 총량은 태광 된장(374.79 µg/g)에 비해 3종의 LOX 결핍콩 된장(522.16~684.46 µg/g)에서 유의적으로 높았다. 총 페놀 함량은 태광 된장에 비해 05C4 및 LS 된장이 유의적으로 높았으며, 플라보노이드 함량은 LS 된장만 태광 된장에 비해 유의적으로 높았다. DPPH 라디칼 소거 활성과 FRAP법에 의한 환원력은 진양 된장이 우수하였으나 ABTS 라디칼 소거 활성은 LOX 결핍콩 된장이 태광 된장에 비해 유의적으로 높았다. LOX 결핍콩으로 제조한 된장은 아미노산과 이소플라본의 함량 및 항산화 활성 측면에서 된장 가공적성에 적합한 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업(2011-0899)의 연구과제로 수행된 결과입니다.

REFERENCES

- Kang S, Lee S, Ko JM, Hwang I. 2011. Comparisons of the physicochemical characteristics of Korean traditional soy sauce with varying soybean seeding periods and regions of production. *Korean J Food & Nutr* 24: 761-769.
- Ahn JB, Park JA, Jo H, Woo I, Lee SH, Jang KI. 2012. Quality characteristics and antioxidant activity of commercial *Doenjang* and traditional *Doenjang* in Korea. *Korean J Food & Nutr* 25: 142-148.
- Jo SJ, Hong CO, Yang SY, Choi KK, Kim HK, Yang H, Lee KW. 2011. Changes in contents of γ -aminobutyric acid (GABA) and isoflavones in traditional Korean *Doenjang* by ripening periods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 557-564.
- Kim SD, Kim YH, Park KY, Yun HT, Lee SH, Seung YK, Kim HS, Lee YH, Park EH, Hwang YH, Hong EH, Kim YS. 1997. A new beany tasteless soybean variety "Jinpumkong 2" with good quality. *Korean J Breed Sci* 29: 502.
- Lee KS, Lee JC, Lee JK, Hwang ES, Lee S, Oh MJ. 2001. Quality of 4-recommended soybean cultivars for *meju* and *doenjang*. *Korean J Food Preserv* 9: 205-211.
- Lee M, Park YH, Oh H, Kwak TS. 2002. Isoflavone content in soybean and its processed products. *Korean J Food Sci Technol* 34: 365-369.
- Son BY, Lee YH, Kim SH, Lee HS, Lee SH. 2002. Effects of planting date and accelerated aging on seed germination-related traits of lipoxygenase-lacking soybean. *Korean J Crop Sci* 47: 196-200.
- Sung MK, Kim KR, Park JS, Han EH, Nam JW, Chung JI. 2010. Selection of lipoxygenase, Kunitz trypsin inhibitor and 7S α' -subunit protein free soybean strain. *J Agric Life Sci* 44: 29-33.
- Chung JI. 2009. A new soybean cultivar "Gaechuck#2": Yellow soybean cultivar with lipoxygenase 2,3-free, Kunitz Trypsin inhibitor-free. *Korean J Breed Sci* 41: 612-615.
- Lee SJ, Kim IS, Lee HJ, Chung JI, Sung NJ. 2013. Properties of non-GM soybeans with lipoxygenase free genotypes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 1629-1637.
- Kim SH, Hwang IK. 1998. Physicochemical characteristics of lipoxygenase-deficient soybeans. *Korean J Food Sci Technol* 30: 751-758.
- Lee HI, Kim KC, Park EH. 2005. Sprout properties and lipoxygenase activity of lipoxygenase-less soybean genotypes. *Korean J Crop Sci* 50: 112-117.
- Kim IS, Lee SJ, Lee HJ, Oh SJ, Chung JI, Sung NJ. 2014. Quality characteristics and antioxidant activity of tofu made from lipoxygenase-free genotypes. *Korean J Food Preserv* 21: 215-223.
- Hwang CR, Lee SJ, Kang JR, Kwon MH, Kwon HJ, Chung JI, Sung NJ. 2012. Physicochemical characteristics and antioxidant activity of *Kanjang* made from soybean cultivars lacking lipoxygenase and kunitz trypsin inhibitor protein. *J Agric Life Sci* 46: 109-123.
- Park S, Kim ST, Kim CY, Kim YH, Jeong SW, Kim GS, Chung JI, Lee SJ, Shim JH, Shin SC. 2013. Phospholipid profiling of 57 soybean (*Glycine max*) varieties by high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry and principal component analysis to classify Korean soybean germplasm. *Biomed Chromatogr* 27: 27-33.
- AOAC. 1995. *Official methods of analysis*. 16th ed. Patricia C, ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA. p 26-36.
- DuBois M, Gilles KA, Hamilton JK, Rebers PA, Smith F. 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substance. *Anal Chem* 28: 350-356.
- Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426-428.
- Gutfinger T. 1981. Polyphenols in olive oils. *JAOCS* 58: 966-968.
- Moreno MI, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA. 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J Ethnopharmacol* 71: 109-114.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
- Re R, 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.
- Benzie IF, Strain JJ. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Anal Biochem* 239: 70-76.
- Korea Foods Industry Association. 2003. *The rules of hygiene*. Moonyoungsa Co., Seoul, Korea. p 389.
- Hwang CR. 2010. Quality characteristics of non-GM soybean during fermentation of *Doenjang* and *Kanjang*. *MS Thesis*. Gyeongsang National University, Jinju, Korea.
- Oh HJ, Lim JH, Lee JY, Jeon SB, Kang HY, Oh YS, Oh YJ, Lim SB. 2009. Quality characteristics of Jeju traditional *Doenjang*. *Korean J Culinary Res* 15: 298-308.
- Kim IS. 2014. Physicochemical properties and antioxidant activity of soybean curd, *Doenjang* and *Kanjang* processed from lipoxygenase free soybeans. *MS Thesis*. Gyeongsang National University, Jinju, Korea.
- Jeon MS, Sohn KH, Chae SH, Park HK, Jeon HJ. 2002. Color characteristics of Korean traditional soy sauces pre-

- pared under different processing conditions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 32-38.
29. Lee SY, Park NY, Kim JY, Choi HS. 2012. Quality characteristics of rice-*doenjang* during fermentation by differently shaped meju and adding starter. *Korean J Food & Nutr* 25: 505-512.
 30. Byun MW, Nam TG, Chun MS, Lee GH. 2014. Physicochemical and sensory characteristics of Doenjang made by traditional methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 1543-1548.
 31. Jang SM, Lee JB, An H, Rhee CH, Park HD. 2000. Changes microorganisms, enzyme activity and physiological functionality in the Korean soybean paste with various concentrations *Ginseng* extract during fermentation. *Korean J Postharvest Sci Technol* 7: 313-320.
 32. Park SK, Seo KI, Choi SH, Moon JS, Lee YH. 2000. Quality assessment of commercial *doenjang* prepared by traditional method. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 211-217.
 33. Kang JE, Choi HS, Park SY, Song J, Choi JH, Yeo SH, Jung ST. 2013. The quality characteristics of commercial *doenjang* certified for traditional foods. *Korean J Community Living Sci* 24: 537-542.
 34. Kang KH, No BS, Seo JH, Hu WD. 2002. *Food analysis*. Sungkyunkwan University Academic Press, Seoul, Korea. p 387-394.
 35. Kim SH, Lee YB, Hwang IK. 2000. Studies on volatile compounds in lipoxygenase deficient-soybean and its products. *Korean J Food & Nutr* 13: 118-124.
 36. Yang SH, Choi MR, Kim JK, Chung YG. 1992. Characteristics of the taste in traditional Korean soybean paste. *J Korean Soc Food Nutr* 21: 443-448.
 37. Kim JS, Yoon S. 1999. Isoflavone contents and β -glucosidase activities of soybean, Meju, and Doenjang. *Korean J Food Sci Technol* 31: 1405-1409.
 38. Han JS, Ha TY, Kim SR. 2006. Studies on physiological properties of isoflavone from soybean and its processing properties. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 1427-1433.
 39. Kwon SH, Shon MY. 2004. Antioxidant and anticarcinogenic effects of traditional doenjang during maturation periods. *Korean J Food Preserv* 11: 461-467.
 40. Esteves EA, Martino HSD, Oliveira FCO, Bressan J, Costa NMB. 2010. Chemical composition of a soybean cultivar lacking lipoxygenase (LOX2 and LOX3). *Food Chem* 122: 238-242.
 41. Oh HJ, Kim CS. 2007. Antioxidant and nitrite scavenging ability of fermented soybean foods (chungkukjang, doenjang). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1503-1510.
 42. Park SS, Oh SH, Choi WD, Ra KS, Suh HJ. 2007. Changes in physicochemical properties during the fermentation of *Doenjang* prepared with black soybean. *J Food Sci Nutr* 12: 234-241.
 43. Lee HY, Cha YJ. 2006. Isoflavone content in soy sauce made with whole grain soybean *Meju* during fermentation. *Korean J Food & Nutr* 19: 460-465.
 44. Yoon WJ, Lee SW, Moon HK, Moon JN, Kim BG, Kim BJ, Kim GY. 2011. Quality characteristics of traditional soybean paste (*Doenjang*) manufactured with mixed beans. *J East Asian Soc Dietary Life* 21: 375-384.