

콩 품종별 품질특성과 전두유 식미의 상관관계

이지혜¹ · 이유영^{2,†} · 손유림³ · 염경진⁴ · 이윤미⁵ · 이병원² · 우관식² · 김현주² · 한상익⁶ · 이병규⁶

Correlation of Quality Characteristics of Soybean Cultivars and Whole Soymilk Palatability

Ji Hae Lee¹, Yu Young Lee^{2,†}, Yurim Son³, Kyung-Jin Yeum⁴, Yoon-Mi Lee⁵, Byong Won Lee², Koan Sik Woo², Hyun-Joo Kim², Sangik Han⁶, and Byoung Kyu Lee⁶

ABSTRACT The correlation between the nutritional composition of soybeans and whole soymilk palatability was investigated using nine soybean cultivars (Teagwangkong, Daewonkong, Saedanback, Jimpung, Daechan, Miso, Cheongmiin, Cheongja 3, and Socheongja). Physicochemical analysis of soybeans, showed that the protein and lipid contents were 37.7-46.0 and 15.2-20.9%, respectively. Unsaturated fatty acids were 81.1-84.8% of total fatty acids, of which linoleic acids was 49.7-56.8%. Total tocopherol was 243.5-361.3 µg/g of extract, of which γ-tocopherol was 67.14-86.49 µg/g. Total isoflavone contents varied within cultivars from 495.4-1,443.8 µg/g of extract. Daidzin and genistin were 252.1-556.0 and 241.8-730.7 µg/g, respectively, which were major isoflavones in soybeans. For the sensory evaluation, whole soymilk was made from nine soybean cultivars and 20 panels investigate its palatability. The Daechan cultivar had the highest (9.1), and Cheongmiin the lowest (5.6), overall palatability score. Interestingly, sensory results were strongly correlated with linoleic acid (0.746) and stearic acid (-0.716) content. In summary, the fatty acid composition of soybeans is the key factor in determining the palatability of whole soymilk. This study could be applied to determine the suitability of cultivars for soybean products, including whole soymilk.

Keywords : correlation, fatty acid, palatability, soybean, whole soymilk

콩(*Glycine max* (L.) Merrill)은 한국을 비롯한 아시아 지역에서 3000년 이전부터 재배되어 왔으며, 2015년을 기준으로 국내에서 약 57,000 ha가 재배되고 있는 우리나라의 주요 식량작물이다(Nishinari *et al.*, 2014; Moon *et al.*, 2016). 콩은 단백질 함량이 높고, 필수 아미노산이 균형을 이루고 있어 동물성 단백질을 대체할 수 있으며, 토코페롤(tocopherol),

이소플라본(isoflavone), 사포닌(saponin), 피트산(phytic acid), 식물성스테롤(phytosterol), 기능성 펩타이드(peptide) 등의 생리활성을 나타내는 성분들을 함유하고 있어 건강식품으로서의 인식이 강화되고 있다(Isanga & Zhang, 2008). 콩의 대표적인 기능성성분인 이소플라본은 에스트로겐(estrogen)과 구조적으로 유사하여 식물성에스트로겐(phytoestrogen)

¹국립식량과학원 중부작물부 수확후이용과 박사후연구원 (Post-doc, Department of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 16613, Korea)

²국립식량과학원 중부작물부 수확후이용과 농업연구사 (Researcher, Department of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 16613, Korea)

³국립식량과학원 중부작물부 수확후이용과 연구보조원 (Technician, Department of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 16613, Korea)

⁴건국대학교 의료생명대학 식품생명과학부 교수 (Professor, Division of Food Bioscience, College of Biomedical and Health Sciences, Konkuk University, Chungju 27478, Korea)

⁵건국대학교 의료생명대학 식품생명과학부 박사후연구원 (Post-doc, Division of Food Bioscience, College of Biomedical and Health Sciences, Konkuk University, Chungju 27478, Korea)

⁶국립식량과학원 중부작물부 수확후이용과 농업연구관 (Researcher, Department of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 16613, Korea)

[†]Corresponding author: Yu Young Lee; (Phone) +82-31-695-0621; (E-mail) leeyy260@korea.kr

<Received 14 May, 2018; Revised 12 October, 2018; Accepted 17 October, 2018>

으로 분류되며, 폐경기 여성의 골다공증 예방에 효과를 나타냈음이 보고된 바 있다(Uesugi *et al.*, 2002). 또한, 토코페롤에 의한 항산화 효능(Lee *et al.*, 2015), 콩 펩타이드에 의한 항염증작용(Kwak *et al.*, 2016) 등에 관한 연구가 지속적으로 보고되는 등, 건강식품으로서의 콩의 관심과 연구가 증가하고 있는 추세이다.

한국인의 식단에서 콩은 콩나물, 발효전통식품, 두부, 비지, 두유 등의 다양한 형태로 활용되어 왔다(Oh *et al.*, 2006). 콩은 품종별 특징이 명확하여 이용 및 가공 목적에 맞는 적합한 품종을 선택하는 것이 중요하다. 일반적으로 단백질 함량이 높은 품종은 장류, 수용성 단백질 함량이 높은 품종은 두부와 두유, 지방함량이 높은 품종은 착유 등에 이용하는 것이 적합하다고 보고되어 있다(Jeon *et al.*, 2015). 그러나 국내에서 개발된 콩 품종에 대한 특성과 가공적성과 관련된 자료는 미흡하며, 이에 대한 구체적 연구가 필요하다.

본 연구에서는 다양한 특성을 지닌 국내 콩 9 품종을 이용하여 일반성분(단백질, 지방, 회분, 지방산)과 주요 기능성 성분(토코페롤 4종, 이소플라본 6종) 함량을 분석하였다. 또한, 각 품종을 이용한 전두유를 제조하여 관능 평가결과와 원곡의 이화학 특성과의 상관관계를 분석하였다. 실험에 사용된 품종은 국내 재배량이 많은 태광콩과 대원콩, 단백질 함량이 높은 새단백, 다수성 가공용 콩인 진풍과 대찬, 무비린내 콩인 미소, 유색 품종인 청미인, 청자3호, 소청자등(Varieties information, 2018)이 선발되었다. 이와 같은 연구결과는 두유를 포함한 콩 가공 식품에 적합한 품종을 선별함에 있어 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

재료 및 방법

시료의 준비

이화학 특성 분석 및 두유 제조를 위한 콩 품종은 농촌진흥청에서 육성한 9품종을 사용하였다(Table 1). 시험재료는 전북 전주 소재의 국립식량과학원 시험포장에서 2015년 5월에 파종하여 2015년 10월에 수확하였고, 농촌진흥청 표준 재배법에 준하여 재배하였다. 수확한 콩 품종은 분쇄 후 분석 전까지 -20°C 저장고에 저장하였다.

콩 품종별 일반성분 함량 분석

콩 품종별 백립중은 각 100개의 종자 중량을 측정하여 g 단위로 표기하였다. 조단백질 함량은 Micro-Kjeldahl법을 참고하여 측정하였다(Ma *et al.*, 0942). 분쇄 시료 0.5 g을 단백질 분해관에 넣고 황산 10 mL과 촉매제를 넣어 분해기(Tecator™ Digestor auto, Foss, Denmark)를 이용해 420°C 에서 1시간 동안 분해하였다. 상온에서 충분히 냉각시킨 후 단백질 분석기(Vapodest® 50s, C. Gerhardt GmbH & Co. KG, Germany)를 이용하여 조단백질 함량을 측정하였다. 조지방 함량은 Soxtherm automatic system (Soxtherm® sox416, C. Gerhardt GmbH & Co. KG, Germany)을 이용하여 정량하였다(Zarpelon *et al.*, 2016). 분쇄 시료 2 g을 extraction thimble에 담아 탈지면으로 막고 비등석, n-hexane 140 mL을 첨가하여 187°C 에서 30분간 가열하고, 1시간 동안 추출하였다. 지방 추출 후 수기를 105°C 에서 1시간 동안 건조 후 방냉하여 무게를 측정한 후 함량을 구하였다. 조회분 함량은 향량이 된 도가니에 분쇄된 시료 1 g을 취하여 무게를 측정한 후 전기회화로(DS-84E, Dasol scientific Co., Ltd, Hwaseong, Korea)를 이용하여 600°C 에서 5시간 동안 회화

Table 1. Characteristics of 9 soybean cultivars.

Cultivar	Registration Year ¹⁾	Seed coat color ¹⁾	100-Seed weight (g)	Utilization ¹⁾
Taegwangkong	1992	Yellow	27.3	Cooking with rice
Daewonkong	1997	Yellow	30.8	Soy sauce & tofu
Saedanback	2010	Yellow	23.6	Tofu, High protein content
Jinpong	2012	Yellow	25.0	Soy sauce & tofu
Daechan	2014	Yellow	30.6	Soy sauce & tofu
Miso	2014	Yellow	33.0	Tofu & soymilk, lipoxxygenase lacking
Cheongmiin	2013	Green	39.6	Cooking with rice
Cheongja 3	2004	Black	40.5	Cooking with rice
Socheongja	2014	Black	13.7	Cooking with rice

¹⁾Varieties information, National Institute of Crop Science, accessed Jun 30, 2018, <http://nics.go.kr/api/breed.do?m=100000128&categoryCode=FC&pageNo=1&sType=sSvcCodeNm&sText=%EC%BD%A9>

시킨 후 1시간 방냉한 후 도가니의 무게를 측정하여 구하였다(Seo *et al.*, 2011). 조지방, 조단백, 조회분 함량은 수분함량을 보정하여 최종 함량을 구하였다.

지방산 함량 분석

콩 품종별 지방산 함량은 분쇄시료 0.3 g에 methanol : toluene : 2,2-dimethoxypropane : sulfuric acid (39:20:5:2, v/v)로 제조된 시약 3.3 mL을 가하고 1.7 mL의 heptane을 가하여 65°C에서 20분간 가열하였다. 가열 후 상온에서 10분간 냉각시켜 fatty acid methyl esters (FAMES)가 함유된 상등액을 magnesium sulfate에 통과시켜 수분을 제거한 뒤 분석하였다. 분석에 사용된 gas chromatography (GC, HP 6890 system, FID, Agilent, CA, USA) 조건은 초기 온도 150°C, 최종 온도 280°C로 분당 4°C 증가되도록 하였고 injector 온도는 250°C, FI detector 온도는 300°C로 유지하였다. 컬럼은 HP-FFAP capillary (0.25 μ m i.d. \times 30 m, Agilent, CA, USA)를 사용하였다.

토코페롤 함량 분석

콩 품종별 토코페롤 함량은 Lee *et al.* (2015)의 방법으로 분석하였다. 분쇄 시료 2 g을 extraction thimble에 담아 탈지면으로 막고 비등석, 0.01% butylated hydroxytoluene이 포함된 혼합용액(hexane:ethyl acetate=85:15, v/v) 140 mL을 첨가하여 Soxtherm automatic system (Soxtherm® sox416, C. Gerhardt GmbH & Co. KG, Germany)을 이용하여 120°C에서 1시간 가열하여 추출하였다. 추출물은 10 mL 용량플라스크에 정용한 뒤 1 mL을 질소가스로 농축하여 1 mL의 HPLC 이동상으로 재용해시킨 후 HPLC로 분석하였다. HPLC (515pump, 2475 Fluorescence Detector, 717 Auto sampler, Waters, MA, USA)는 등용매 조건으로 유속 1.5 mL/min으로 분석하였으며, 형광 검출기의 excitation wavelength는 290 nm, emission wavelength는 330 nm로 설정하였다. 이동상은 n-hexane : isopropanol (99:1, v/v), 컬럼은 Lichrospher® 100 Diol (4.6 X 250 mm, 5 μ m, Hibar, Merck, Darmstadt, Germany)을 사용하였다.

이소플라본 함량 분석

콩 품종별 이소플라본 함량은 분쇄 시료 1 g에 50% methanol 10 mL을 넣고 60분 동안 50°C에서 sonication 시킨 뒤, 50°C에서 150 rpm으로 15시간 동안 교반하였다. 교반 후 8,000 rpm에서 10분 동안 원심분리(CR-22GIII, Hitachi Koki Co., Ltd, Tokyo, Japan) 시킨 뒤 상등액을 Whatman No.2 여과지(Whatman International Limited, Kent, UK)를

이용해 여과하였다. 추출물은 0.2 μ m syringe filter로 여과한 뒤 분석에 사용하였다. 이소플라본 분석은 Ultra-performance liquid chromatography (Acquity UPLC core system, PDA e λ Detector, Waters, MA, USA)를 이용하여 유속 0.3 mL/min으로 분석하였으며, 260 nm 파장에서 결과를 확인하였다. 이동상 A는 0.1% acetic acid, B는 acetonitrile을 사용하여 B 용매 15%에서 35%까지 기울기를 주었고, 컬럼은 Acquity UPLC® BEH C18 (2.1 \times 50 mm, 1.7 μ m, MA, Waters)을 사용하였다.

전두유 제조 및 식미 검정

콩 9품종에 대한 품종별 전두유 제조는 (주)하늘빛(공주, 대한민국)에 의뢰하여 제조하였으며, 콩액 89.84%, 녹두유액 8.89%, 소금 0.18%, 설탕 1%를 혼합하여 제조하였다. 관능 평가는 훈련된 20명의 관능평가자를 대상으로 색, 맛, 종합 기호도를 평가항목으로 하여 10점도법으로 측정하였다.

통계 분석

실험 결과는 평균 \pm 표준편차로 나타내었으며, 결과에 대한 유의성 검정은 GraphPad Prism version 5 (GraphPad Software, CA, USA)를 이용하여 ANOVA 분석 하였고, Tukey test를 이용하여 $P < 0.05$ 수준에서 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

콩 품종 별 외형 및 백립중 특성

본 실험에 사용된 콩은 태광콩, 대원콩, 새단백, 진풍, 대찬, 미소, 청미인, 청자3호, 소청자인 총 9품종으로 종피색 및 백립중 특성을 분석하였다(Table 1). 태광콩, 대원콩, 새단백, 진풍, 대찬, 미소콩은 황색 종피를 가지고 있으며, 청미인은 녹색, 청자3호와 소청자는 검정색 종피를 띈다(Fig. 1). 녹색이나 검정색 품종은 주로 혼반용으로 사용되며, 황색 품종은 간장, 두부 등의 가공식품을 제조하는 원료로 사용되는 것으로 알려져 있다. 백립중은 청자3호가 40.5 g으로 가장 높고, 소청자가 13.7 g으로 가장 낮았다.

콩 품종별 단백질, 지방, 회분 함량

콩 9품종의 단백질 함량을 분석한 결과 새단백이 46.0%로 가장 높았으며, 진풍이 37.7%로 가장 낮게 조사되었다(Table 2). 조지방 함량은 대찬이 20.9%로 가장 높았고 새단백이 15.2%로 가장 낮았다. 새단백 콩은 평균 단백질 함량인 40.8%보다 13% 높은 단백질 함량을 보인 반면에 지

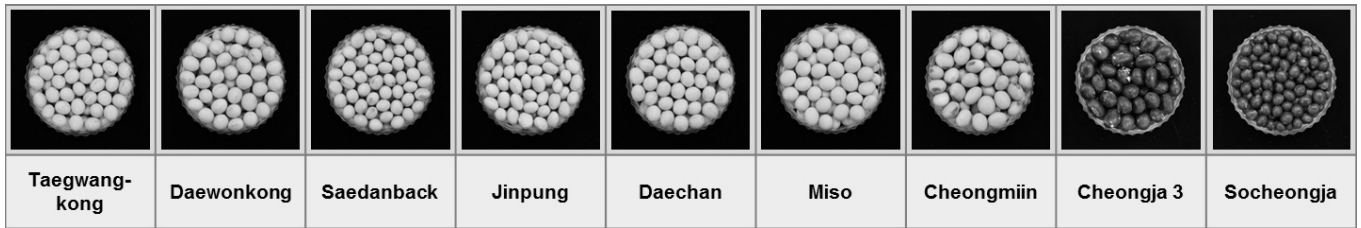


Fig. 1. Images of soybeans according to cultivars. The representative images of 9 soybean cultivars in Korea. Taegwangkong, Daewonkong, Saedanback, Jinpung, Daechan, and Miso has yellow seed coat. Chengmiin has green seed coat, Cheongja 3 and Socheongja has black seed coat, respectively.

Table 2. Composition of protein, lipid, and ash of 9 soybean cultivars.

Cultivar	Protein (%)	Lipid (%)	Ash (%)
Taegwangkong	37.8±0.1 ^g	17.3±0.1 ^{cd}	4.4±0.0 ^f
Daewonkong	41.0±0.0 ^d	17.3±0.1 ^{cd}	4.1±0.0 ^g
Saedanback	46.0±0.1 ^a	15.2±0.4 ^e	5.2±0.0 ^h
Jinpung	37.7±0.2 ^g	16.2±0.2 ^{de}	4.9±0.0 ^e
Daechan	39.2±0.1 ^f	20.9±0.2 ^a	4.7±0.0 ^e
Miso	41.2±0.2 ^d	17.5±1.2 ^c	4.8±0.0 ^e
Cheongmiin	39.9±0.1 ^e	19.0±0.2 ^b	4.8±0.0 ^d
Cheongja 3	41.9±0.1 ^c	16.4±0.1 ^{ce}	4.9±0.0 ^e
Socheongja	42.6±0.1 ^b	15.4±0.1 ^e	5.0±0.0 ^b
Average	40.8±2.5	17.2±1.8	4.8±0.3

The data are means±SD. Values with different superscripts are significantly different at $P<0.05$ according to ANOVA analysis in the same row.

방 함량은 평균값인 17.2%보다 12% 낮은 특징을 나타냈다. 회분 함량은 5.2 (새단백)에서 4.1 (대원콩)% 사이로 약 1%의 차이를 보였다. 콩은 약 40-41%의 단백질을 함유하고 있는 것으로 알려져 있으며 glycinin과 β -conglycinin이 대표적인 콩 저장 단백질이다(Medic *et al.*, 2014). 본 연구에서 사용된 9품종의 단백질 함량은 평균 40.8%로 나타났으며, 새단백 콩은 고단백 품종으로 상대적으로 지방함량이 낮고, 두부 가공 적성이 우수한 것으로 보고되어 있다(Kim *et al.*, 2014). 김정콩인 청자3호와 소청자 품종도 40% 이상의 높은 단백질 함유량을 보였으며, 지질 함량은 17% 이하로 나타나, 비교적 단백질 함량이 높은 품종일수록 지방 함량이 낮아지는 경향을 보였으며, 이는 이전 연구와 유사한 경향을 보였다(Chang *et al.*, 1990).

콩 품종별 지방산 함량

콩의 주요 지방산인 팔미트산(C16:0), 스테아르산(C18:0), 올레산(C18:1), 리놀레산(C18:2), 리놀렌산(C18:3)의 함량을 분석하였다(Table 3). 콩 9품종의 평균 지방산 함량은

포화지방산이 16.6%, 불포화지방산이 83.4%로 나타났다. 가장 높은 비율의 지방산은 리놀레산(53.0%)으로 총 불포화지방산의 64%를 차지하였다. 리놀레산은 진풍에서 56.8%으로 가장 높았고, 태광콩에서 49.7%로 가장 낮았다. 올레산은 26.8 (태광콩)-18.5 (진풍)%으로 리놀레산과 반대되는 경향을 보였다. 리놀렌산은 대찬(10.6%)에서 가장 높고, 청미인에서 7.7%로 가장 낮게 나타났다. 팔미트산은 총 포화지방산의 74%를 차지하였으며 미소(14.2%)에서 함량이 가장 높고, 태광에서 10.3%으로 가장 낮은 것으로 분석되었다. 스테아르산은 태광콩, 대원콩, 청미인 품종에서 4.9%로 높게 나타났으며, 대찬콩이 3.4%로 가장 낮았다. 지방산의 구성비율은 풍미, 산화안정성, 녹는점 등에 영향을 주며, 포화 정도에 따라 영양학적 가치가 달라지는 지방의 주요 품질 결정요인이 된다. 불포화지방산은 혈중 LDL 및 중성지질의 함량을 감소시키고 염증을 완화 시키는 등의 생리활성 기능이 보고되어 왔다(Bahrami, 2009). 반면, 저장 측면에 있어서 이중결합의 수는 지질의 안정성에 영향을 미치므로 높은 불포화지방산의 함량은 산패를 높여 이취를 형

성하기 때문에 적정 관리법이 요구된다(Medic *et al.*, 2014). 미소 품종의 경우, 지방산을 분해하여 이취를 형성하는 lipoxy-genase가 제거된 품종이며, 9 품종 중 불포화지방산 함량이 가장 낮으므로 콩 비린내 저감과 저장성 등에 있어 긍정적 효과를 보일 것으로 생각된다(Kim *et al.*, 2015).

콩 품종 별 토코페롤 함량

콩 품종 별 토코페롤 4종(α -, β -, γ -, δ -tocopherol)의 함량을 분석하였다(Table 4). 콩 9품종에는 γ -토코페롤이 평균 224.8 $\mu\text{g/g}$ 으로 전체 평균값인 304.1 $\mu\text{g/g}$ 의 74%를 차지하고 있으며, α -토코페롤 14% (41.7 $\mu\text{g/g}$), δ -토코페롤 11% (33.3 $\mu\text{g/g}$), β -토코페롤 1% (4.4 $\mu\text{g/g}$) 순으로 분석되

었다. 총 토코페롤 함량은 진품이 361.3 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높았으며, 새단백이 243.5 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮았다. 높은 비율을 차지하고 있는 γ -토코페롤은 진품에서 266.5 $\mu\text{g/g}$ 로 가장 높았고, 소청자가 203.7 $\mu\text{g/g}$ 으로 적게 함유되어 있었다. 토코페롤은 식물의 방어 기작에 의해 형성되며, 불포화 지방산의 산패를 억제하여 세포막 등을 보호한다(Sattler *et al.*, 2003). 콩에는 α -, β -, γ -, δ -형의 토코페롤이 존재하는데, 그 중 γ -토코페롤이 가장 대표적이며, β -토코페롤은 미량 함유되어 있고, α -토코페롤은 항산화제로서의 활성이 가장 높은 것으로 알려져 있다(Kim *et al.*, 2005). 본 연구에서는 미소, 진품, 대찬 품종의 α -토코페롤 함량이 50 $\mu\text{g/g}$ 이상의 농도로 함유되어 있었으며, 총 토코페롤 함량에 있

Table 3. Comparison of fatty acids in soybean cultivars.

Cultivar	Palmitic acid (C16:0)	Stearic acid (C18:0)	Oleic acid (C18:1)	Linoleic acid (C18:2)	Linolenic acid (C18:3)	SFA ¹⁾	USFA ²⁾
Taegwangkong	10.3±0.8 ^c	4.9±0.1 ^a	26.8±1.9 ^a	49.7±0.9 ^e	8.3±0.1 ^d	15.2±0.9 ^c	84.8±0.9 ^a
Daewonkong	11.6±0.4 ^{bc}	4.9±0.1 ^a	20.1±0.6 ^{bc}	54.1±0.1 ^{bc}	9.3±0.0 ^b	16.5±0.5 ^{bc}	83.5±0.5 ^{ab}
Saedanback	13.3±0.4 ^{ab}	4.3±0.1 ^b	20.4±0.4 ^{bc}	52.7±0.1 ^d	9.3±0.1 ^b	17.6±0.5 ^{ab}	82.4±0.5 ^{bc}
Jinpung	11.6±0.0 ^b	3.9±0.0 ^c	18.5±0.2 ^c	56.8±0.3 ^a	9.3±0.1 ^b	15.5±0.0 ^{bc}	84.5±0.1 ^{ab}
Daechan	12.7±0.7 ^b	3.4±0.1 ^d	21.0±0.4 ^{bc}	53.0±0.4 ^{cd}	10.6±0.3 ^a	15.4±0.8 ^c	84.6±0.8 ^a
Miso	14.2±0.5 ^a	4.7±0.1 ^a	21.4±0.8 ^{bc}	50.3±0.4 ^e	9.5±0.0 ^b	18.9±0.4 ^a	81.1±0.4 ^c
Cheongmiin	12.6±0.6 ^b	4.9±0.1 ^a	21.9±1.0 ^{bc}	53.0±0.5 ^{cd}	7.7±0.1 ^c	17.5±0.6 ^{ab}	82.5±0.6 ^{bc}
Cheongja 3	12.4±0.6 ^b	3.8±0.1 ^c	20.6±1.3 ^{bc}	54.5±0.7 ^b	8.9±0.0 ^c	15.9±0.6 ^{bc}	84.1±0.6 ^{ab}
Socheongja	12.9±0.1 ^{ab}	4.4±0.0 ^b	21.4±0.2 ^{bc}	52.7±0.1 ^{cd}	8.7±0.0 ^c	17.2±0.1 ^{ab}	82.8±0.1 ^{bc}
Average	12.3±0.4	4.4±0.1	21.3±0.8	53.0±0.4	9.1±0.1	16.6±0.5	83.4±0.5

¹⁾saturated fatty acid, ²⁾unsaturated fatty acid. The data are means±SD. Values with different superscripts are significantly different at $P<0.05$ according to ANOVA analysis in the same row.

Table 4. Composition of tocopherols ($\mu\text{g/g}$) of 9 soybean cultivars.

Cultivar	α -Tocopherol	β -Tocopherol	γ -Tocopherol	δ -Tocopherol	Total tocopherol
Taegwangkong	29.3±0.5 ^e	6.9±0.6 ^a	212.6±5.0 ^c	65.3±0.9 ^b	314.1±7.1 ^{bc}
Daewonkong	23.1±0.4 ^{fg}	5.7±0.3 ^{bc}	224.8±7.1 ^{bc}	81.2±0.8 ^a	334.8±8.5 ^{ab}
Saedanback	21.3±0.5 ^g	ND ¹⁾	210.6±5.3 ^c	11.7±0.5 ^g	243.5±6.2 ^e
Jinpung	56.6±1.0 ^b	6.3±0.8 ^b	266.5±4.4 ^a	31.9±0.4 ^c	361.3±6.6 ^a
Daechan	54.6±6.8 ^{bc}	4.5±0.5 ^d	252.1±19.2 ^{ab}	21.8±0.9 ^d	333.0±27.4 ^{ab}
Miso	77.4±2.3 ^a	6.2±1.0 ^b	227.5±7.5 ^{bc}	21.3±0.6 ^{de}	332.4±11.3 ^{ab}
Cheongmiin	28.9±5.6 ^{ef}	ND ¹⁾	204.8±31.2 ^c	14.3±1.3 ^f	248.0±38.0 ^e
Cheongja 3	35.5±0.8 ^d	5.0±0.2 ^{cd}	220.7±6.2 ^c	32.1±0.4 ^c	293.2±7.7 ^{cd}
Socheongja	48.3±4.5 ^c	4.6±0.3 ^d	203.7±16.4 ^c	20.1±0.8 ^e	276.7±22.0 ^{de}
Average	41.2±18.3	4.4±2.6	223.7±23.9	33.7±23.2	303.0±42.8

¹⁾Not detected. The data are means±SD. Values with different superscripts are significantly different at $P<0.05$ according to ANOVA analysis in the same row.

Table 5. Isoflavone ($\mu\text{g/g}$) of 9 soybean cultivars.

Cultivar	Daidzein	Daidzin	Genistein	Genistin	Glycitein	Glycitin	Total
Taegwangkong	6.3±0.2 ^{bc}	252.1±4.5 ^e	4.6±0.2 ^b	252.6±2.5 ^f	2.0±0.4 ^b	61.5±2.6 ^d	578.5±8.4 ^d
Daewonkong	5.6±0.6 ^c	305.5±2.0 ^d	3.9±0.1 ^b	331.1±3.7 ^d	ND ¹⁾	94.3±2.0 ^b	740.4±7.0 ^c
Saedanback	6.1±0.3 ^{bc}	218.4±9.5 ^f	2.8±0.1 ^b	209.5±5.9 ^g	2.1±0.5 ^b	57.2±4.2 ^d	495.4±20.4 ^e
Jinpung	19.8±1.6 ^a	556.0±7.9 ^a	19.5±6.4 ^a	730.7±11.4 ^a	3.9±0.3 ^a	114.0±2.3 ^a	1443.8±22.7 ^a
Daechan	7.6±0.7 ^{bc}	345.8±9.3 ^c	5.2±0.8 ^b	377.1±12.1 ^b	ND	77.4±5.2 ^c	813.1±23.1 ^b
Miso	6.9±0.5 ^{bc}	386.7±4.0 ^b	3.2±0.0 ^b	282.9±5.7 ^e	ND	40.4±2.6 ^e	720.1±6.7 ^c
Cheongmiin	9.1±0.4 ^{bc}	241.3±8.4 ^{ef}	7.8±1.0 ^b	332.7±10.1 ^{cd}	ND	27.4±1.4 ^f	618.3±21.1 ^d
Cheongja 3	8.1±3.0 ^{bc}	318.0±6.1 ^{cd}	5.1±1.2 ^b	359.8±5.4 ^{bc}	ND	33.5±0.6 ^{ef}	724.7±11.4 ^c
Socheongja	9.5±1.3 ^b	255.9±24.2 ^c	2.7±0.6 ^b	241.8±20.2 ^f	ND	67.2±7.3 ^{cd}	577.1±53.5 ^d
Average	8.8±4.3	320.0±100.1	6.1±5.4	346.35±149.0	0.8±1.4	63.7±27.5	745.7±270.0

¹⁾Not detected. The data are means±SD. Values with different superscripts are significantly different at $P<0.05$ according to ANOVA analysis in the same row.

어서도 높은 비율을 나타냈다.

콩 품종별 이소플라본 함량

콩 품종별 이소플라본은 다이드제인(daidzein), 다이드진(daidzin), 제니스테인(genistein), 제니스틴(genistin), 글리시테인(glycitein), 글리시틴(glycitin) 6종의 이소플라본 함량을 비교 분석하였다(Table 5). 이소플라본 함량이 가장 높은 품종은 진풍으로 1,443.8 $\mu\text{g/g}$ 였으며, 가장 낮은 품종은 새단백으로 495.4 $\mu\text{g/g}$ 의 농도로 함유되어 있었다. 진풍에는 제니스틴이 총 이소플라본의 51%, 다이드진이 39%의 비율을 차지하고 있어 두 이소플라본이 전체의 90%를 차지하였으며, 다이드제인, 제니스테인, 글리시테인, 글리시틴이 10%를 구성하고 있었다. 다른 품종의 콩에서도 다이드진과 제니스테인이 가장 높은 비율을 나타냈으며, 글리시테인은 소량으로 존재하거나 불검출 되었다. 콩에는 당을 포함하고 있는 다이드진, 제니스틴, 글리시틴 등의 배당체가 다이드제인, 제니스테인, 글리시테인 등의 비배당체에 비해 높은 비율을 차지하고 있는 것으로 알려져 있다(Kim *et al.*, 2014). 이와 같은 배당체 형태의 이소플라본은 소장에서 바로 흡수되지 못하며, β -glucuronidase에 의한 가수분해로 당이 제거된 후, 흡수되어 체내 이용률을 높인다(Setchell *et al.*, 2002). 식물성 에스트로젠으로 분류되는 이소플라본은 체내에 흡수되어 대장암(Yu *et al.*, 2016), 유방암(Chen *et al.*, 2014), 위염(Tse & Eslick, 2016), 골다공증(Zheng *et al.*, 2016) 등의 예방 효능을 나타내므로, 이소플라본 함량이 높은 품종은 건강기능성 강화 제품에 이용될 수 있을 것으로 보인다.

콩 품종별 전두유의 식미검정과 성분과의 상관관계

콩 품종별로 전두유를 제조하여 20명의 관능평가자를 대상으로 식미검정을 실시하였다(Fig. 2, Table 6). 두유는 고소한 맛, 단 맛, 진한 맛, 비린 맛이 대표적으로 묘사되는 맛이며, 이 중 본 연구에서는 두유의 고소한 맛과 외형적 지표인 색, 그리고 이들을 종합적으로 반영한 기호도를 평가하였다(Pyoo *et al.*, 1987). 색은 검정색 종피의 소청자(8.3)와 황색 종피의 대찬(8.0)이 가장 높은 기호도를 보였으며, 녹색 종피의 청미인(5.9)이 가장 낮은 점수를 받았다. 맛은 대찬이 9.1로 가장 높았으며, 미소가 6.1, 청미인이 6.0으로 낮았다. 종합적 기호도는 색과 맛에서 높은 점수를 받은 대찬이 9.1로 가장 높았으며, 청미인이 5.6으로 가장 낮았다.

종합적 기호도와 품질특성 품목별 상관계수를 분석한 결과는 리놀렌산이 0.746으로 높은 양의 상관관계를 보였으며, 스테아르산이 -0.716으로 높은 부의 상관관계를 보였다(Fig. 3). Hwang *et al.* (2013)의 보고에 의하면 나물콩을 이용한 식미 검정 결과 리놀렌산은 콩나물의 맛 기호도에 긍정적 연관을 보이는 것으로 보고되었다. 특히, 리놀렌산은 단맛과 정의 상관관계를 보여 리놀렌산 함량이 높아질수록 기호도가 높아지고 포화지방산인 올레산은 부의 상관관계를 나타내는 것으로 본 연구결과와 유사하였다. 이는 콩의 지방질이 식품의 풍미를 결정하는 주요 요인이며, 지방산의 조성과 양에 따라 기호도가 달라짐을 시사하였다. 콩과 같은 농산물은 품종뿐 아니라, 재배 지역이나 환경에 따라서도 영향을 받는다. Seo (2010) 등의 연구결과를 보면, 같은 콩 품종이라도 리놀렌산 함량이 무주에서 가장 높았으며, 하동에서 가장 낮게 나타나는 결과를 보였다. 전두유 제조에 적합한 콩 품종의 적정 재배지역과 재배 환경에

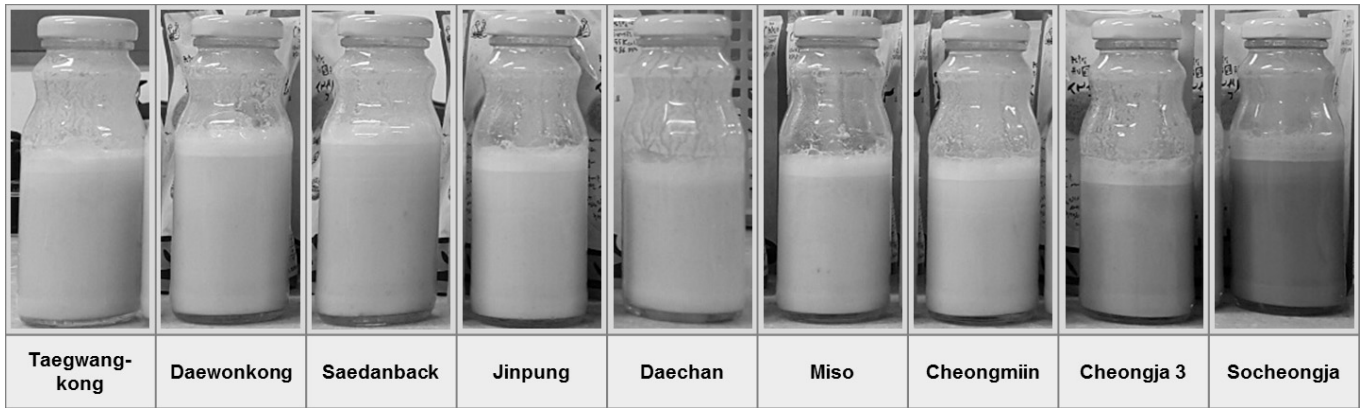


Fig. 2. Images of whole soymilk according to cultivars. The representative images of soymilk according 9 cultivars in Korea.

Table 6. Sensory evaluation of soymilk using 9 cultivars.

Cultivar	Color	Taste	Overall palatability
Taegwangkong	7.1±1.4 ^{1)ab}	6.6±1.8 ^b	6.6±1.7 ^{ab}
Daewonkong	7.0±1.5 ^{ab}	6.6±1.2 ^b	6.7±1.5 ^b
Saedanback	7.2±1.2 ^{ab}	6.5±1.3 ^b	6.4±1.3 ^b
Jinpung	7.1±1.6 ^{ab}	6.3±1.5 ^b	6.2±2.2 ^b
Daechan	8.0±1.1 ^a	9.1±0.8 ^a	9.1±0.6 ^a
Miso	6.9±1.2 ^{ab}	6.1±1.1 ^b	6.7±1.7 ^b
Cheongmiin	5.9±1.6 ^b	6.0±0.9 ^b	5.6±1.2 ^b
Cheongja 3	6.7±1.2 ^{ab}	7.3±1.1 ^{ab}	7.4±1.1 ^{ab}
Socheongja	8.3±0.9 ^a	6.4±1.1 ^b	6.8±1.6 ^b
Average	7.1±1.4	6.8±1.5	6.9±1.7

¹⁾Scale; 1 (very bad) to 10(very good). The data are means±SD. Values with different superscripts are significantly different at $P<0.05$ according to ANOVA analysis in the same row.

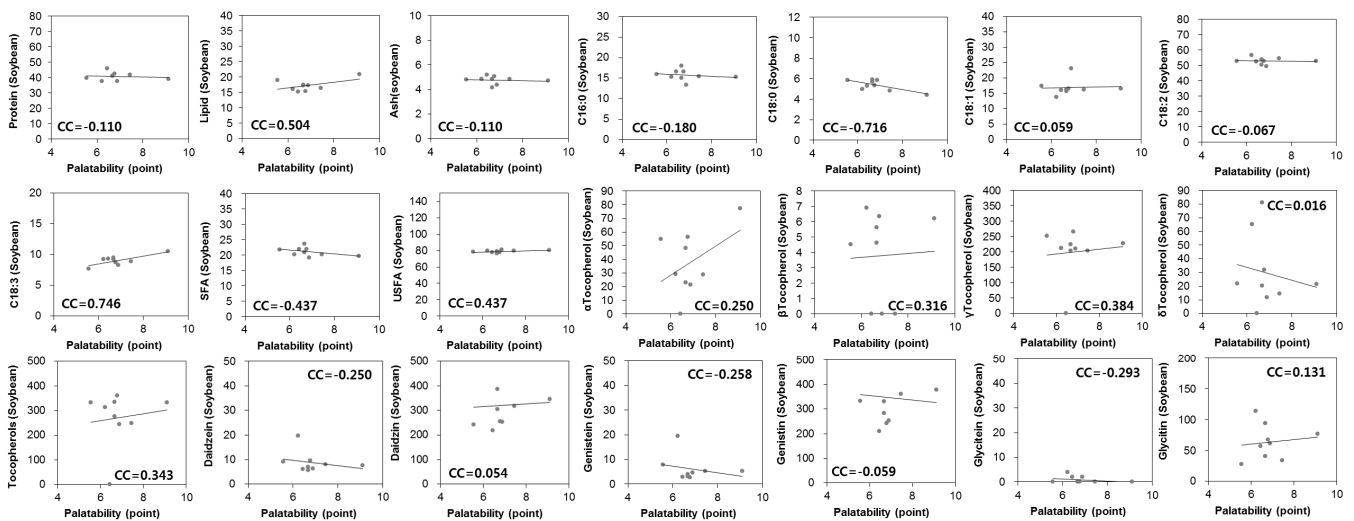


Fig. 3. Correlation between soybean components and soymilk sensory palatability. X axis is the palatability of the soymilk sensory. Y axis is the nutritional levels of soybeans. CC indicates correlation coefficient value.

대한 연구가 추후 뒷받침된다면 우수한 품질의 가공품 제조에 도움이 될 것으로 생각된다.

적 요

국내산 콩 9 품종(태광콩, 대원콩, 새단백, 진풍, 대찬, 미소, 청미인, 청자3호, 소청자)의 조단백, 조지방, 회분, 토크페롤, 지방산, 이소플라본 함량을 분석하였다. 국내산 9 품종의 콩 단백질 함량은 37.7~46.0%이었으며, 지질함량은 15.2~20.9%이었다. 총 토크페롤의 함량은 243.5~361.3 µg/g으로, γ-토크페롤이 총 토크페롤의 67.14~86.49%을 차지하였다. 지방산 조성분석 결과에서는 리놀레산(C18:2)이 49.7~56.8%로 가장 높은 비율을 나타내었다. 이소플라본 분석에서는 다이드진이 252.1~556.0 µg/g, 제니스틴이 241.8~730.7 µg/g으로 분석되었다. 식미검정 결과에서는 대찬콩이 9.1로 가장 높은 기호도를 보였으며, 청미인이 7.4로 가장 낮은 기호도를 나타냈다. 상관성 분석결과 전두유의 기호도는 콩 품종의 지방산조성과 가장 높은 상관계수(correlation coefficient)를 나타냈으며, 리놀렌산 함량이 높을수록(0.746), 스테아르산 함량이 낮을수록(-0.716) 두유의 기호도가 증가하는 경향을 나타냈다. 이상의 연구결과는 전두유 제조에 있어 품종별 특성을 고려하여 적합 품종을 선택하는 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 연구비 지원(과제번호 PJ01188501)에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다.

인용문헌(REFERENCES)

- Bahrami, G. 2009. Trans and other fatty acids: effects on endothelial functions. *Fatty acids in health promotion and disease causation*, 3-41.
- Chang, C. I., J. K. Lee, J. H. Ku, and W. J. Kim. 1990. Comparison of soybean varieties for yield, chemical and sensory properties of soybean curds. *Korean J. Food Sci. Technol.* 22(4) : 439-444.
- Chen, M., Y. Rao, Y. Zheng, S. Wei, Y. Li, T. Guo, and P. Yin. 2014. Association between soy isoflavone intake and breast cancer risk for pre-and post-menopausal women: a meta-analysis of epidemiological studies. *PLoS one* 9(2) : e89288.
- Hwang, I. T., K. A. Lee, H. S. Kim, and Y. H. Kim. 2013. Analysis of chemical factors determining taste of soybean sprouts. *Korean J. Crop. Sci.* 58(4) : 347-352.
- Isanga, J. and G. N. Zhang. 2008. Soybean bioactive components and their implications to health-a review. *Food Rev. Int.* 24(2) : 252-276.
- Jeon, K. S. and S. I. Park. 2015. Manufacturing and functional properties of soymilk prepared with Korean and Chinese soybeans. *Culinary Sci. Hospitality Res.* 21(3) : 68-79.
- Kim, H. T., J. M. Ko, I. Y. Baek, M. K. Jeon, W. Y. Han, K. Y. Park, B. W. Lee, Y. H. Lee, C. S. Jung, K. W. Oh, T. J. Ha, J. K. Moon, H. T. Yun, J. H. Lee, J. K. Choi, J. H. Jung, S. S. Lee, Y. J. Jang, C. K. Son, and D. S. Kang. 2014. Soybean cultivar for tofu, 'Saedanbaek' with disease resistance, and high protein content. *Korean J. Breed. Sci.* 46(3) : 295-301.
- Kim, H. T., J. M. Ko, W. Y. Han, B. K. Kang, Y. H. Lee, B. W. Lee, M. S. Choi, H. Y. Kim, M. K. Jeon, J. K. Moon, H. T. Yun, I. Y. Baek, Y. H. Lee. 2015. Large seed, shattering resistance, and non-beany flavor soybean cultivar "Miso". 2015 Cooperated symposium of Korean Society of Breeding Science, Next Generation BioGreen 21 Project, and Golden Seed Project. pp. 48-48.
- Kim, Y., S. Park, Y. S. Lee, H. Jung, K. Koh, and H. S. Kim. 2005. Determination of tocopherol and tocotrienol contents in rice cooked with various cereals. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 34(8) : 1289-1292.
- Kwak, S. J., C. S. Kim, M. S. Choi, T. Park, M. K. Sung, J. W. Yun, H. Yoo, Y. Mine, and R. Yu. 2016. The soy peptide Phe-Leu-Val reduces TNF α -induced inflammatory response and insulin resistance in adipocytes. *J. Med. Food* 19(7) : 678-685.
- Lee, Y. Y., H. M. Park, T. Y. Hwang, S. L. Kim, M. J. Kim, S. K. Lee, M. J. Seo, K. J. Kim, Y. Kwon, S. C. Lee, and Y. H. Kim. 2015. A correlation between tocopherol content and antioxidant activity in seeds and germinating seeds of soybean cultivars. *J. Sci. Food Agric.* 95(4) : 819-827.
- Ma, T. and G. Zuazaga. 1942. Micro-Kjeldahl determination of nitrogen. A new indicator and an improved rapid method. *Ind. Eng. Chem. Anal.* 14(3) : 280-282.
- Medic, J., C. Atkinson, and C. R. Hurburgh. 2014. Current knowledge in soybean composition. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 91(3) : 363-384.
- Moon, J. Y., J. K. Song, J. H. Shin, Y. C. Cho, J. W. Bae, J. Y. Heo, H. W. Kang, and Y. H. Lee. 2016. Effect of biodegradable mulch film on soil microbial community. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 49(2) : 125-131.
- Nishinari, K., Y. Fang, S. Guo, and G. O. Phillips. 2014. Soy proteins: A review on composition, aggregation and emulsification. *Food. Hydrocol.* 39 : 301-318.
- Oh, S. M., C. S. Kim, and S. P. Lee. 2006. Functional properties of soybean curd residue fermented by *Bacillus* sp. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 35(1) : 115-120.

- Pyo, Y. H., and M. S. Ahn. 1987. Evaluation for the Sensory Quality of Commercial Soymilk. *Korean J. Soc. Food Sci.* 3(2) : 81-86
- Sattler, S. E., E. B. Cahoon, S. J. Coughlan, and D. DellaPenna. 2003. Characterization of tocopherol cyclases from higher plants and cyanobacteria. Evolutionary implications for tocopherol synthesis and function. *Plant Physiol.* 132(4) : 2184-2195.
- Seo, M. C., J. Y. Ko, S. B. Song, J. S. Lee, J. R. Kang, D. Y. Kwak, B. G. Oh, Y. N. Yoon, M. H. Nam, H. S. Jeong, and K. S. Woo. 2011. Antioxidant compounds and activities of foxtail millet, proso millet and sorghum with different pulverizing methods. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 40(6) : 790-797.
- Seo, Y. J., M. K. Kim, S. Lee, and I. K. Hwang. 2010. Physicochemical Characteristics of Soybeans Cultivated in Different Regions and the Accompanying Soybean Curd Properties. *Korean J. Food Cookery Sci.* 26(4) : 441-449.
- Setchell, K. D., N. M. Brown, L. Zimmer-Nechemias, W. T. Brashear, B. E. Wolfe, A. S. Kirschner, and J. E. Heubi. 2002. Evidence for lack of absorption of soy isoflavone glycosides in humans, supporting the crucial role of intestinal metabolism for bioavailability. *Am. J. Clin. Nutr.* 76(2) : 447-453.
- Tse, G. and G. D. Eslick. 2016. Soy and isoflavone consumption and risk of gastrointestinal cancer: a systematic review and meta-analysis. *Eur. J. Nutr.* 55(1) : 63-73.
- Uesugi, T., Y. Fukui, and Y. Yamori. 2002. Beneficial effects of soybean isoflavone supplementation on bone metabolism and serum lipids in postmenopausal Japanese women: a four-week study. *J. Am. Coll. Nutr.* 21(2) : 97-102.
- Varieties information, National Institute of Crop Science, accessed Jun 30, 2018, <http://nics.go.kr/api/breed.do?m=100000128&categoryCode=FC&pageNo=1&sType=sSvcCodeNm&sText=%EC%BD%A9>
- Yu, Y., X. Jing, H. Li, X. Zhao, and D. Wang. 2016. Soy isoflavone consumption and colorectal cancer risk: a systematic review and meta-analysis. *Sci. Rep.* 6 : 25939.
- Zarponi, J., L. Molognoni, A. C. Valsecchi, D. H. Ribeiro, and H. Dagher. 2016. Validation of an automated method for the analysis of fat content of dulce de leche. *J. Food Com. Anal.* 48 : 1-7.
- Zheng, X., S. K. Lee, and O. K. Chun, 2016. Soy isoflavones and osteoporotic bone loss: a review with an emphasis on modulation of bone remodeling. *J. Med. Food* 19(1) : 1-14.