

국내산 백태 품종의 지방산 및 유리아미노산 조성

†이 경 행

한국교통대학교 식품영양학 전공 교수

Fatty Acid and Free Amino Acid Composition of Major Domestic Soybean Cultivars

†Kyung-Haeng Lee

Professor, Major in Food and Nutrition, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea

Abstract

The fatty acid composition and free amino acid content of domestic soybean cultivars were analyzed to confirm the quality characteristics of protein and fat contained in soybeans. The saturated fatty acid content of soybeans included palmitic acid at 9.47~11.15%, followed by stearic acid and myristic acid. The total saturated fatty acid content in soybeans was 12.56~14.34%, with Taekwang having the lowest content, followed by Daewon, Seonyu, Cheonga, and Jimpung. The linoleic acid content, an unsaturated fatty acid, was 45.69~58.17%, with Taekwang showing the lowest composition and Jimpung showing the highest composition. Next was oleic acid at 14.69~33.86%. Jimpung had the highest linoleic acid composition, had the lowest and Taekwang which had the least linoleic acid, had the highest. The unsaturated fatty acid content was in the order of linolenic acid, eicosatrienoic acid, eicosadienoic acid, and eicosapentaenoic acid. The total free amino acid content was 217.28~456.66 mg%, with Daewon showing the highest free amino acid content, followed by Seonyu, Taekwang, Cheonga, and Jimpung. The free amino acid content varied depending on the cultivars, but in general, the free amino acids in the soybeans used in the experiment showed higher aspartic acid, glutamic acid, and proline contents than other amino acids.

Key words: domestic soybean cultivars, fatty acid, free amino acid, composition

서 론

콩(*Glycine max*(L.) Merrill)은 우리 식생활에서 쌀과 함께 세계적으로 중요한 식량자원이다(Lee 등 2018). 또한 콩은 수분함량은 적은 대신 단백질과 지방질 함량이 높아 예전부터 단백질과 지방질 공급원으로 두부류, 두유, 장류 및 식용유 등의 다양한 형태로 활용되고 있다(Lee 등 2013; Shin 등 2019).

콩은 색에 따라서 크게 흰콩, 검은콩 등으로 나뉘며, 그 중 흰콩은 백태, 메주콩으로도 불리는데, 된장 등의 장류, 두부, 두유 제품 등의 식품 제조 및 가공에 주로 이용되고 검은콩은 서리태라고 불리우며 껍질이 검고 속은 파란색을 갖고 있어 밥에 넣어 먹거나 과자나 음료 등의 재료로 활용되고 있다

(Cha 등 2023).

콩은 경제적인 측면에서 어류나 육류 단백질에 비해 비교적 가격이 저렴한 장점을 가지고 있으면서(Kim MJ 2000) 불포화 지방산의 함량이 높고 필수아미노산 함량이 높아 양질의 단백질로 구성되어 우수한 영양성분뿐만 아니라 isoflavone, lecithin, phytic acid, phytosterol, saponin, 식이섬유, 올리고당 및 polyphenol 화합물 등의 기능성 성분들이 다량 함유되어 있어 기능성 식품소재로 관심을 받고 있다(Myung & Hwang 2008; Lee 등 2013). 그중 콩의 대표적인 기능성 성분인 isoflavone은 골다공증 진행 억제(Choi & Sohn 1998) 및 심혈관계 질환 예방(Taku 등 2007) 등이 있는 것으로 알려져 있다. 이처럼 콩의 여러가지 생리적 기능성으로 인해 콩을 찾는 사람들이 증가하고 있고 이에 콩의 시장도 다양하게 변화

† Corresponding author: Kyung-Haeng Lee, Professor, Major in Food and Nutrition, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea. Tel: +82-43-820-5334, Fax: +82-43-820-5850, E-mail: leekh@ut.ac.kr

되어가고 있으나 국내에서 재배되고 있는 콩의 품종에 대한 품질 분석 결과들(Yoon 등 1984; Hong 등 1990)은 오래된 연구 결과들이 많아 새로운 품질기준 설정을 위하여 기초자료가 필요할 것으로 사료된다.

따라서 본 연구에서는 콩의 단백질과 지방의 품질 특성을 확인하기 위하여 우선 대표적인 국내산 백태 품종들을 대상으로 지방산 조성과 유리아미노산 함량을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용한 콩은 2020년도 국내산 백태(*Glycine max*)로 선유, 진풍, 청아 및 태광 품종은 국립종자원(Gimcheon, Korea)에서, 대원 품종은 농업회사법인 주식회사 항아골(Chungju, Korea)에서 구입하여 사용하였다.

2. 지방산 조성

지방산 조성을 측정하기 위하여 식품공전(MFDS 2023)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 마쇄한 백태 시료에 n-hexane을 첨가하여 지방을 추출하고 n-hexane은 제거시킨 후 메탄올성 NaOH 용액으로 처리하여 알칼리염을 만든 후 BF₃ methanol 용액을 가하고 가열하여 에스테르화한 후 gas chromatograph로 측정하였다. GC 분석 조건은 Table 1과 같으며 이때 사용한 표준물질은 혼합 fatty acid methyl ester(FAME mixture, Supelco 37 component, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 이용하였다.

3. 유리아미노산

국내산 백태 품종들에서의 유리아미노산 함량의 차이 정도를 확인하기 위하여 유리아미노산을 추출하였다. 즉 분쇄한 시료 2.0 g에 2% trichloric acid 용액 18 mL를 넣은 후

13,500 rpm/min으로 1분 동안 균질화시켜 균질물을 제조하고 균질물을 17,000×g에서 15분간 원심분리하여 0.45 μm의 membrane filter를 이용하여 여과하였으며 이를 Waters AccQ-Tag 법(Waters AccQ-Tag Amino Acid Analysis System 1993)으로 유도체화시킨 후 유리아미노산 시료로 하며 HPLC로 측정하였다. 사용한 column은 AccQ·Tag™ (3.9×150 mm, Waters, Milford, MA, USA)이였으며, injection volume은 5 μL, column 온도는 37°C로 detector는 fluorescent detector(Waters™ 2475, Millipore Co-operative, Milford, MA, USA)로 excitation wavelength 250 nm, emission wavelength 395 nm로 측정하였다. Mobile phase는 Waters AccQ-Tag eluent A(용매 A)와 60% acetonitrile(용매 B)를 gradient법으로 분석하였으며 이때의 분석조건은 Table 2와 같다.

4. 통계처리

SPSS 26.0(IBM Corporation, Armonk, NY, USA)을 이용하여 평균과 표준편차로 나타내었으며, 실험군 간 차이를 one-way ANOVA로 분석한 후, Duncan's multiple range test로 실험군 간 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 지방산 조성

국내산 백태에서의 지방산 조성을 측정한 결과는 Table 3과 같다.

포화지방산으로는 palmitic acid(16:0)의 조성이 9.47~11.15%로 나타났으며 그 다음으로는 stearic acid(18:0), myristic acid(14:0)의 순이었다. 총 포화지방산의 조성은 12.56~14.34%

Table 2. HPLC gradient conditions for the measurement of free amino acid in soybean

Time (min)	Flow rate (mL/min)	Mobile phase	
		A (%)	B (%)
Initial	1.0	100	0
0.5	1.0	98	2
15.0	1.0	93	7
19.0	1.0	90	10
32.0	1.0	67	33
33.0	1.0	67	33
34.0	1.0	0	100
37.0	1.0	0	100
38.0	1.0	100	0
45.0	1.0	100	0

Table 1. Operation condition of GC for the measurement of fatty acid in soybean

Instrument	GC (TRACE_1300_1310, ThermoScientific, USA)
Detector temp	230°C
Column	TR-FAME (100 m × 0.25 mm × 0.2 μm)
Carrier gas and flow rate	N ₂ , 350 mL/min
Injector temp.	230°C
Oven condition	100°C(0.2 min), 2°C/min, 240°C
Injection volume	1.0 μL
Split ratio	10:1

Table 3. Fatty acid composition of major domestic soybean cultivars

(unit: %)

Fatty acid	Cultivar				
	Daewon	Seonyu	Jinpung	Cheonga	Taekwang
10:0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
12:0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
14:0	0.07±0.01 ^{bc}	0.08±0.00 ^b	0.11±0.01 ^a	0.08±0.00 ^b	0.06±0.00 ^c
16:0	9.65±0.02 ^d	10.70±0.04 ^c	11.04±0.04 ^b	11.22±0.09 ^a	9.48±0.01 ^e
16:1	0.07±0.00	0.08±0.01	0.09±0.01	0.09±0.01	0.08±0.00
18:0	3.29±0.04 ^a	2.84±0.02 ^d	3.12±0.05 ^b	2.69±0.03 ^e	3.02±0.01 ^c
18:1	21.94±0.02 ^b	21.18±0.08 ^c	17.66±0.04 ^e	20.67±0.05 ^d	33.89±0.04 ^a
18:2	54.62±0.20 ^b	54.25±0.14 ^b	58.35±0.25 ^a	53.79±0.03 ^c	45.75±0.08 ^d
18:3	0.17±0.00 ^c	0.19±0.00 ^b	0.17±0.00 ^e	0.19±0.00 ^b	0.26±0.00 ^a
20:2	0.09±0.00	0.08±0.01	0.09±0.00	0.09±0.01	0.09±0.00
20:3	0.38±0.02 ^a	0.33±0.02 ^{ab}	0.32±0.02 ^b	0.37±0.01 ^a	0.38±0.02 ^a
20:5	0.08±0.00 ^a	0.02±0.00 ^d	0.03±0.00 ^c	0.02±0.00 ^d	0.06±0.00 ^b
Total	90.37±0.14 ^c	89.75±0.14 ^d	90.97±0.08 ^b	89.21±0.17 ^e	93.08±0.10 ^a
SFA	13.01±0.06 ^d	13.62±0.06 ^c	14.27±0.10 ^a	13.99±0.12 ^b	12.56±0.00 ^e
UFA	77.36±0.20 ^b	76.14±0.20 ^d	76.70±0.18 ^c	75.22±0.04 ^e	80.52±0.10 ^a
MUFA	22.01±0.01 ^b	21.27±0.08 ^c	17.74±0.05 ^e	20.76±0.04 ^d	33.97±0.04 ^a
PUFA	55.35±0.18 ^b	54.87±0.12 ^c	58.96±0.23 ^a	54.46±0.01 ^d	46.55±0.06 ^e
UFA/SFA	5.95±0.04 ^b	5.59±0.0 ^c	5.38±0.05 ^d	5.38±0.04 ^d	6.41±0.01 ^a
n-6	54.71±0.20 ^b	54.33±0.13 ^b	58.44±0.25 ^a	53.88±0.02 ^c	45.84±0.08 ^d
n-3	0.63±0.02 ^b	0.54±0.01 ^{cd}	0.52±0.03 ^d	0.58±0.01 ^c	0.70±0.02 ^a
n-6/n-3	86.28±3.11 ^c	101.11±2.77 ^b	112.33±6.28 ^a	92.68±1.95 ^{bc}	65.24±2.09 ^d

¹⁾ Values with different superscripts within a row (^{a-e}) were significantly different ($p < 0.05$).

로 태광 품종이 가장 낮은 포화지방산으로 구성되었으며 다음으로는 대원, 선유, 청아, 진풍의 순이었다. 불포화지방산 중에는 필수지방산인 linoleic acid(18:2)가 45.69~58.17%로 가장 많았으며 그중 태광 품종이 가장 적었고 진풍 품종이 가장 높은 것으로 나타났다. 다음으로 많은 불포화지방산은 oleic acid(18:1)로 14.69~33.86%로 linoleic acid(18:2)의 양이 가장 많았던 진풍 품종이 가장 낮았으며 linoleic acid의 양이 적었던 태광 품종이 가장 높게 나타났다. 이들 지방산 이외에 불포화 지방산으로는 linolenic acid(18:3), eicosatrienoic acid(20:3), eicosadienoic acid(20:2), eicosapentaenoic acid(20:5)의 순이었으며 이들의 함량은 품종 간 큰 차이를 보이지는 않는 것으로 사료되었다. 총 불포화지방산의 조성은 75.19~80.45%로 포화지방산과의 비율로 보면 5.3~6.4배 정도 높은 것으로 나타나 불포화지방산이 포화지방산보다 많이 존재함을 알 수 있었다.

오메가 6와 오메가 3 지방산의 비율에서는 진풍 품종이 다른 품종에 비하여 높았고 태광 품종이 낮은 경향을 보였다.

Choung MG(2006)은 한국산 콩 주요 품종에서 추출된 지방산 조성은 linoleic acid>oleic acid>palmitic acid>linolenic acid>stearic acid라고 하여 본 연구결과와 비교해 보면 palmitic acid까지는 동일하였지만 그 후 부터는 약간의 조성 차이를 보이고 있는 것으로 판단되었다. 튀김용 기름은 포화지방산의 함량이 낮은 유지가 유리한데 Choung MG(2006)은 46종의 콩의 포화지방산 함량을 측정한 결과 평균 14.6% 수준이었다고 하여 본 연구에서 실험한 백태는 평균보다는 다소 낮은 함량을 보여 이들 백태를 활용하여 튀김용 기름으로의 사용이 가능할 것으로 판단되었다.

2. 유리아미노산 함량

국내산 백태의 유리아미노산을 측정한 결과는 Table 4와 같다. 총 분석된 아미노산으로는 15종류의 아미노산이 검출되었고 본 실험에 사용한 방법에서는 arginine과 threonine의 peak가 증첩되어 본 실험 결과에서는 제외시켰다.

본 실험에 사용한 백태에서의 총 유리아미노산의 함량은

Table 4. Free amino acid contents of major domestic soybean cultivars

(unit: mg%)

	Daewon	Seonyu	Jinpong	Cheonga	Taekwang
Alanine	56.62±9.93 ^{a1)}	25.55±2.72 ^b	16.86±0.98 ^b	22.59±2.11 ^b	21.76±3.73 ^b
Aspartic acid	77.11±9.31 ^a	41.28±4.66 ^{ab}	26.80±26.55 ^b	46.63±18.99 ^{ab}	39.08±1.92 ^{ab}
Cystine	36.65±5.78	57.46±10.87	39.60±9.42	52.35±2.92	52.23±14.32
Glutamic acid	65.57±7.98 ^a	67.06±0.12 ^a	35.06±2.00 ^{ab}	21.95±31.01 ^b	53.47±1.12 ^{ab}
Glycine	6.91±0.95 ^a	5.07±0.11 ^b	2.99±0.76 ^c	3.59±0.55 ^{bc}	3.76±0.06 ^{bc}
Histidine	20.90±4.82 ^a	14.71±0.60 ^{ab}	5.03±2.84 ^c	4.65±1.10 ^c	12.97±0.01 ^b
isoleucine	4.35±1.01 ^{ab}	7.23±3.02 ^a	2.63±0.15 ^b	4.04±0.07 ^{ab}	4.71±0.08 ^{ab}
Leucine	4.88±1.12 ^{ab}	8.30±3.77 ^a	2.92±0.15 ^b	3.65±0.13 ^{ab}	4.54±0.09 ^{ab}
Lysine	12.45±3.45 ^{ab}	15.21±6.13 ^a	6.41±0.87 ^b	7.31±0.03 ^{ab}	10.27±0.86 ^{ab}
Methionine	11.68±2.27 ^a	10.56±1.03 ^{ab}	7.84±0.17 ^b	9.10±0.73 ^{ab}	8.88±0.06 ^{ab}
phenylalanine	11.26±2.15 ^a	10.63±4.33 ^{ab}	5.01±0.05 ^b	6.24±0.16 ^{ab}	7.58±0.24 ^{ab}
Proline	66.60±10.52 ^a	44.30±1.48 ^b	24.60±0.44 ^c	30.05±1.09 ^c	33.92±1.34 ^{bc}
Serine	55.17±7.05 ^a	38.13±0.08 ^{ab}	18.09±14.23 ^{bc}	18.56±9.20 ^{bc}	12.43±0.08 ^c
Tyrosine	15.55±3.02 ^a	6.79±3.13 ^b	7.18±1.06 ^b	9.37±0.02 ^b	7.58±0.16 ^b
Valine	10.97±2.25 ^c	20.07±0.38 ^a	16.26±1.80 ^b	19.11±0.88 ^{ab}	21.73±0.62 ^a
Total	456.66±4.48 ^a	372.34±2.65 ^{ab}	217.28±3.84 ^c	259.17±4.31 ^c	294.91±1.54 ^{bc}

¹⁾ Values with different superscripts within a row (^{a-c}) were significantly different ($p < 0.05$).

217.28~456.66 mg%로 대원 품종이 다른 품종에 비하여 다소 많은 함량을 보였고 다음으로는 선유, 태광, 청아, 진풍의 순의 함량을 보였다.

각 품종별로 살펴보면 대원 품종에서는 aspartic acid의 함량이 가장 많았고 proline, glutamic acid의 순이었다. 선유 품종에서는 glutamic acid, cysteine, proline 순의 함량을 진풍 품종에서는 cysteine, glutamic acid, aspartic acid, proline의 순으로 나타냈다. 청아 품종에서는 cysteine, aspartic acid, proline의 순으로, 태광 품종은 glutamic acid, cysteine, aspartic acid의 순으로 나타냈다. 본 실험에 사용한 백태에서의 유리아미노산 함량은 aspartic acid, glutamic acid, proline 등이 다른 아미노산들에 비하여 높은 함량을 나타내는 것으로 사료되었다.

Yoon WJ(2010)은 7종을 각기 다른 콩들의 아미노산 함량을 분석한 결과에 있어서 glutamic acid가 가장 많이 함유하고 있는 것으로 나타났고, 다음으로 aspartic acid가 많은 함량을 나타낸다고 하여 본 실험에 사용한 콩과는 품종과 수확시기 등이 다르긴 하지만 본 실험에서 사용한 콩에서도 대체적으로 glutamic acid가 높은 함량을 보여 백태에는 glutamic acid가 많은 것으로 판단되었다.

요약 및 결론

콩의 단백질과 지방의 품질 특성을 확인하기 위하여 우선

대표적인 국내산 백태 품종들을 대상으로 지방산 조성과 유리아미노산 함량을 검토하였다. 포화지방산은 palmitic acid가 9.47~11.15%로 나타났으며 다음으로는 stearic acid, myristic acid의 순이었으며 총 포화지방산의 함량은 12.56~14.34%로 태광 품종이 낮은 포화지방산을 함유하였으며 다음으로는 대원, 선유, 청아, 진풍 품종 순이었다. 불포화지방산으로는 linoleic acid가 45.69~58.17%로 나타났으며 그중 태광 품종이 가장 낮은 조성을, 진풍 품종이 가장 높은 조성을 나타내었다. 다음으로는 oleic acid가 14.69~33.86%로 linoleic acid가 가장 많았던 진풍이 가장 낮았으며 linoleic acid가 가장 적었던 태광 품종이 가장 높게 나타났다. 이외에도 불포화 지방산으로는 linolenic acid, eicosatrienoic acid, eicosadienoic acid, eicosapentaenoic acid의 순이었다. 본 실험에 사용한 백태에서의 총 유리아미노산의 함량은 217.28~456.66 mg%로 대원 품종이 가장 많은 유리아미노산의 함량을 보였고 다음으로는 선유, 태광, 청아 및 진풍의 순으로 나타났다. 백태 품종에 따라 유리아미노산의 함량은 다르지만 대체적으로 실험에 사용한 백태에서의 유리아미노산은 aspartic acid, glutamic acid, proline 등이 다른 아미노산들에 비하여 높은 함량을 나타내었다.

감사의 글

본 성과물은 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ0152

85042020)과 2021년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업입니다(No. 2021R1A6A1A03046418).

References

- Cha SH, Song HY, Pyeon GN, Hong EA, Bak SL, Park SB, Jiang S, Jang KI. 2023. Changes of isoflavone contents in white and black soybean powders prepared under drying conditions after soaking. *Korean J Food Nutr* 36:87-92
- Choi YB, Sohn HS. 1998. Isoflavone content in Korean fermented and unfermented soybean foods. *Korean J Food Sci Technol* 30:745-750
- Choung MG. 2006. Variation of oil contents and fatty acid compositions in Korean soybean germplasms. *Korean J Crop Sci* 51:139-145
- 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
- Kim MJ. 2000. Studies on functional compositions and physicochemical characteristics of Korean traditional soybeans. Master's Thesis, Yongin Univ. Yongin. Korea
- Lee JH, Lee YY, Son Y, Yeum KJ, Lee YM, Lee BW, Woo KS, Kim HJ, Han S, Lee BK. 2018. Correlation of quality characteristics of soybean cultivars and whole soymilk palatability. *Korean J Crop Sci* 63:322-330
- Lee S, Lee YB, Kim HS. 2013. Analysis of the general and functional components of various soybeans. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1255-1262
- Ministry of Food and Drug Safety [MFDS]. 2023. Korean food standards codex. Available from <https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC?searchNm=%EC%A7%80%EB%B0%A9%EC%82%B0&itemCode=FC0A104004005A119> [cited 12 December 2023]
- Myung JE, Hwang IK. 2008. Functional components and antioxidative activities of soybean extracts. *Korea Soybean Digest* 25:23-29
- Shin DS, Choi ID, Lee SK, Park JY, Kim NG, Park CH, Choi HS. 2019. Properties of amino acid and volatile flavor compounds of fermented soybean products by soybean cultivar. *Korean J Food Nutr* 32:434-441
- Taku K, Umegaki K, Sato Y, Taki Y, Endoh K, Watanabe S. 2007. Soy isoflavones lower serum total and LDL cholesterol in humans: A meta-analysis of 11 randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr* 85:1148-1156
- Yoon TH, Im KJ, Kim DH. 1984. Fatty acid composition of lipids obtained from Korean soybean varieties. *Korean J Food Sci Technol* 16:375-382
- Yoon WJ. 2010. Quality characteristics of traditional soybean paste (doenjang) manufacture with various soybeans. Master's Thesis, Kyungbuk National Univ. Sangju. Korea
- Waters AccQ-Tag Amino Acid Analysis System. 1993. Operator's Manual, Manual Number 154-02TP REV O June. Waters

Received 25 March, 2024
 Revised 27 March, 2024
 Accepted 03 April, 2024