J. Fd Hyg. Safety 20(4), 272–276 (2005)

청태의 이화학적인 특성 연구

홍선표 · 정해상 · 정은정* · 신동화*,†

*전북대학교 바이오식품 소재 개발 및 산업화 연구센터, *전북대학교 응용생물공학부(식품공학전공)*

Studies on Chemical Properties of Cheongtae

Sun-Pyo Hong, Hae-Sang Jeong, Eun-Jeong Jeong*, and Dong-Hwa Shin*,†

Research Center for Industrial Development of BioFood Materials, Chonbuk National University, Chonbuk 561-756, Korea

**Faculty of Biotechnology (Food Science & Technology Major), Chonbuk National University, Chonbuk 561-756, Korea*

(Received November 25, 2005; Accepted December 12, 2005)

ABSTRACT – To accept basic data of utilizing of cheongtae as a raw material of new food and industrial products, major chemical components were investigated. As a results of mineral analysis, the content of P (310.52 mg/100 g) was much higher than those of K (48.65 mg/100 g), Ca (40.93 mg/100 g), Mg (27.87 mg/100 g), Na (14.36 mg/100 g), Fe (6.31 mg/100 g), Zn (4.40 mg/100 g) and Cu(1.27 mg/100 g). The main components of free sugar in cheongtae were sucrose and glucose. The main fatty acids of total lipid were linoleic acid and oleic acid, which comprised over 75% of total fatty acids. The daidzein and genistein levels in cheongtae were 40.95 mg/100 g, 38.02 mg/100 g, respectively.

Key words: cheongtae, mineral, free sugar, isoflavone, fatty acid

콩은 오랫동안 우리 식생활에서 쌀 다음으로 큰 비중을 차지하고 있으며 필수지방산과 필수아미노산의 함량이 풍부하여 곡류위주의 식습관을 지닌 우리나라 사람들에게 경제적이고 영양적으로 우수한 식품소재이다. 최근 콩에 대한 많은 연구가 진행되면서 콩에는 isoflavone, saponin, lecithin, oligosaccharide, phytic acid, 식물성 sterol, phenol 화합물 등 여러 기능성 성분이 함유되어 있는 것으로 보고 되고 있다[1-3]. 특히 isoflavone은 골다공증, 심혈관계질환, 유방암, 전립선암, 대장암 등과 같은 질환의 예방에 효과가 있는 것으로 알려지고 있다[4-6]. 우리나라의 식생활에서 콩류 중 대두가 차지하는 비율이 양적으로 가장 크지만 그 이외 녹두, 팥, 강낭콩, 완두콩 등도 잡곡의 한 종류로, 떡의 소 등으로 사용되어 왔다. 콩은 색상에 따라 흑색, 백색, 황색, 갈색, 청색 등 여러 종류가 있고 예로부터 콩은 약용으로 또는 식용으로 이용되어왔다. 청태는 푸른색의 둥글한 모양을 하고 있는 콩으로 오래 전부터 밥에 넣어 먹거나 죽을 만들 때 주로 사용되었다[7]. 지금까지 보고 된 콩류관련 연구를 살펴보면 검정콩의 항산화 효과[8], 노란콩을 이용한 콩스프의 개발[9], 작두콩의 화학성분[10], 서목태 추출물이 콜레스테롤에 미치는 영향[11], 강낭콩 전분의 분자구조[12], 진품콩과 작두콩을 이용한 요구르트의 가공 특성[13] 등이 있다. 하지만 청태의 성분에 관련된 연구는 청태의 효율적인 활용 측면에서 중요하나 아직은 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 청태의 가공식품으로의 활용도를 증진시키기 위한 기초단계로서 청태의 이화학적인 성분에 관한 연구를 수행하였으며 이에 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

실험재료

시료는 2004년에 수확한 제주산 청태로 (주)한라산청정촌에서 제공받아 선별 후 본 실험에 사용하였다.

일반성분 분석

시료의 일반성분은 AOAC법[14]에 준하여 실시하였다. 즉, 수분은 105°C에서 상압가열건조법, 조회분은 600°C에서 직접회화법, 조단백질은 Micro-kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조섬유는 Henneberg-stohmann 개량법으로 분석하였다. 탄수화물의 함량은 100에서 수분, 조회분, 조단백질, 조지방 및 조섬유의 함량을 차감한 값으로 나타내었다.

†Author to whom correspondence should be addressed.

무기질 분석

무기질은 식품공전시험법[15]에 따라 습식분해법으로 시료를 처리하여 분석용 시험용액으로 하였다. 이때 Ca, K, Na, Mg, Fe, Cu, Zn 등은 원자흡광분광광도계(Solaar-M5, Thermo elemental Co., England)로 측정하였으며 P은 몰리브덴청 비색법에 따라서 자외선-가시광선 분광광도계(UV-1601, Shimadzu Co., Japan)로 650 nm에서 측정하였다.

유리당 분석

유리당은 Wilson 등[16]의 방법에 따라 분석하였다. 즉, 시료 5 g에 증류수 30 mL 가하고 교반하여 100 mL로 정용한 다음 원심분리(3,000 × g, 10 min)하였다. 원심분리 한 상징액 5 mL를 취하여 0.2 μm membrane filter로 여과하고 Sep-pak C_{18} cartridge를 통과시킨 후 RI detector를 장착한 HPLC(NS-2001P, Futecs Co., Korea)로 분석하였다. 이때 컬럼은 Asahipak NH2P-504E(4.6 mm × 250 mm), 컬럼온도는 90°C, 이동상은 75% acetonitrile, 유속은 1.2 mL/min로 하였다.

Isoflavone 분석

청태의 isoflavone 정량은 Wang 등[17]의 방법을 변형하여 수행하였다. 즉, 시료 2 g에 1 M HCl 9 mL를 첨가하여 2시간 동안 98~100°C의 항온수조에서 가열한 후 methanol 16 mL를 가하고 교반하여 2시간 정치하였다. 이어 상징액을 취하여 0.2 μm syringe filter로 여과한 다음 HPLC(NS-2001P, Futecs Co., Korea)로 분석하였으며 표준물질로는 daidzein과 genistein을 Sigma Chemical Co.(St. Louis, USA)에서 구입하여 사용하였다. 이때 컬럼은 GROM-SILODS-5 ST(4.0 mm × 250 mm), 컬럼온도는 35°C, 이동상은 0.1% acetic acid를 함유한 30% acetonitrile, 유속은 1.0 mL/min로 하여 분석하였다.

총지질 추출

시료의 총지질은 Folch 등18)의 방법을 변형하여 추출하였다. 즉, 20 g의 시료에 chloroform : methanol(2 : 1, v/v) 혼합용액 200 mL를 넣고 homogenizer로 추출한 후 여과하였다. 잔사는 다시 chloroform : methanol(2 : 1, v/v) 혼합용액을 가하고 상기와 같은 방법으로 추출하였다. 이와 같은 조작을 3회 반복하여 얻은 여과액을 모두 합하여 분액여두에 옮기고 소량의 증류수를 넣어 혼합한 후 하룻밤 방치하여 chloroform층을 분리하고 무수 Na_2SO_4으로 탈수시켜 여과하였다. 이어 여과액을 rotary vacuum evaporator로 40°C에서 감압 농축하여 용매를 제거한 후 총지질을 얻었으며 -30°C의 냉동고에 보관하면서 분석용 시료로 사용하였다.

지방산 분석

지방산 조성은 Metcalfe 등[19]의 방법에 따라 지질을 methyl ester화 시킨 후 gas chromatography(G-1530, Agilent technology Co., USA)로 분석하였다. 즉, 추출한 지질 0.2 g에 0.5 N NaOH/methanol 5 mL를 넣고 5분간 수욕상에서 가수분해 시킨 후 14% BF_3-methanol 5 mL를 가하고 2분간 가열하여 methyl ester화 시킨 다음 n-heptane으로 추출하여 지방산 분석용 시료로 사용하였다. GC의 분석조건은 column은 HP-INNOWAX(30 m × 0.32 mm, film thickness 0.25 μm)를 사용하였고, detector는 FID(flame ionization detector)를 사용하였다. Column의 초기온도는 150°C이었고 3°C/min로 220°C까지 상승시켜 5분간, 그 이후에는 230°C까지 4°C/min로 상승시켜 10분간 유지시켰다. Injector와 detector의 온도는 각각 250°C와 260°C로 하였고 carrier gas는 N_2를 사용하였다. 각 지방산은 동일한 조건에서 표준지방산 methyl ester mixture(Sigma Chemical Co., USA)와 retention time을 비교하여 동정하였으며 함량은 각 peak의 면적을 상대적인 백분율로 나타내었다.

결과 및 고찰

일반성분

청태의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 수분함량은 12.85%, 조회분은 5.01%, 조단백질은 35.56%, 조지방은 16.52%, 조섬유는 3.91%, 탄수화물은 26.15%로 나타났다. Seo 등[20]은 노란콩과 검정콩의 일반성분 중 수분함량은 각각 12.60%, 12.37%, 조회분은 4.90%, 4.94%, 조단백질은 36.28%, 36.84%, 조지방은 18.11%, 16.68%라고 보고하여 본 실험의 시료인 청태와 유사하였다. Kim 등[7]은 우리나라 전통콩인 서리태와 유태의 일반성분을 분석한 결과 수분은 각각 8.9%, 9.0%, 조회분은 4.5%, 5.0%, 조단백질은 42.3%, 46.3%, 조지방은 19.0%, 14.4%, 탄수화물은 25.3%, 26.0%로 보고하였는데 이를 본 실험결과와 비교해보면 탄수화물과 조회분 함량은 유사하였으나 수분함량은 청태가 서리태와 유태보다 다소 높았으며 반면, 조단백질과 조지방 함

Table 1. Proximate composition of cheongtae (unit : %)

Moisture	Crude ash	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Carbohydrate
12.85	5.01	35.56	16.52	3.91	26.15

Table 2. Mineral contents of cheongtae (unit : mg/100 g)

Ca	P	Mg	Na	K	Cu	Fe	Zn
40.93	310.52	27.87	14.36	48.65	1.27	6.31	4.40

량은 청태가 낮은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 콩의 종류, 기후조건, 생산지 및 생육환경의 차이로 생각된다.

무기질 함량

청태의 무기질 함량을 분석한 결과는 Table 2에서와 같이 P 310.52 mg/100 g, K 48.65 mg/100 g, Ca 40.93 mg/100 g, Mg 27.87 mg/100 g, Na 14.36 mg/100 g, Fe 6.31 mg/100 g, Zn 4.40 mg/100 g, Cu 1.27 mg/100 g 순으로 나타났다. Lim 등[21]은 서리태, 팥 및 녹두의 무기질 함량을 분석한 결과 K, P, Ca, Fe의 순으로 높았다고 보고하였으며 Cho 등[10]은 작두콩의 무기질 함량은 K이 가장 높았으며 그 다음은 Ca, Mg, Na, Fe 순이었다고 보고하여 본 실험결과와 상이하였는데 이는 앞서 설명한대로 콩의 종류, 기후조건, 생산지 및 재배환경 등의 차이로 판단된다.

유리당 함량

청태의 유리당 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 분석결과 sucrose가 125.97 mg/100 g로 가장 함량이 높았으며 그 다음이 glucose 66.03 mg/100 g, fructose 57.21 mg/100 g 순으로 나타났다. Kim 등[22]은 대두의 유리당 함량을 분석한 결과 sucrose, stachyose, galactose 순이었다고 보고하였으며 Cho 등[10]은 작두콩의 유리당 함량은 sucrose, fructose, glucose 순이었다고 보고하여 구성성분 및 조성에서 본 실험과 다소 상이하였다.

Isoflavone 함량

HPLC로 분석한 청태의 isoflavone 함량은 Table 4와 같다. 청태에는 daidzein이 40.95 mg/100 g, genistein이 38.02 mg/100 g 함유되어 있었다. Kim 등[8]은 검정콩의 daidzein과 genistein의 함량이 각각 43.86 mg/100 g, 31.73 mg/100 g이었다고 보고하였으며 Oh 등[23]은 청태에는 daidzein과 genistein이 각각 27.8 mg/100 g, 22.3 mg/100 g 함유되어 있다고 보고하였는데 이는 본 실험의 시료와는 다소 차이가 있었다. 콩에 함유되어있는 isoflavone의 함량은 품종, 재배연도, 재배지역, 성숙시기 등에 따라 큰 차이를 나타내는 것으로 알려져 있다[24]. 한편, Kim 등[25]은 대두의 isoflavone 함량은 daidzein에 비해 genistein이 더 높아 daidzein/genistein 비율이 0.85라고 보고하였으나 본 실험에서 사용한 청태의 경우 1.08로 daidzein의 함량이 더 높은 것으로 나타났다.

Table 3. Free sugar contents of cheongtae (unit : mg/100 g)

Fructose	Glucose	Sucrose
57.21	66.03	125.97

Table 4. Isoflavone contents of cheongtae (unit : mg/100 g)

Isoflavone			D/G[1)]
Daidzein	Genistein	Total	
40.95	38.02	78.97	1.08

[1)]D/G: daidzein/genistein ratio.

지방산 조성

청태의 지방산 조성은 Table 5와 같다. 분석결과를 살펴보면 지방산의 함량은 linoleic acid가 49.57%로 가장 높았으며 그 다음은 oleic acid 26.30%, palmitic acid 11.06%, linolenic acid 8.69%, stearic acid 2.94%, arachidic acid 0.30%, myristic acid 0.13%, heptadecanoic acid 0.09%, palmitoleic acid 0.07% 순이었다. Bae와 Moon[26]은 검정콩의 지방산 조성을 분석한 결과 linoleic acid와 oleic acid가 주요 지방산으로 각각 50.8%, 26.3%의 함량을 나타내었다고 보고하였으며 Chang 등[27]은 대두의 지방산 중 linoleic acid와 oleic acid의 함량이 각각 51.3%, 26.8%이었다고 보

Table 5. Fatty acid composition of cheongtae (unit : area %)

Fatty acid	Content
Myristic acid(14:0)	0.13
Palmitic acid(16:0)	11.06
Palmitoleic acid(16:1)	0.07
Heptadecanoic acid(17:0)	0.09
Stearic acid(18:0)	2.94
Oleic acid(18:1)	26.30
Linoleic acid(18:2)	49.57
Linolenic acid(18:3)	8.69
Arachidic acid(20:0)	0.30
Eicosenoic acid(20:1)	0.19
Behenic acid(22:0)	0.66
SFA[1)]	15.18
MUFA[2)]	26.56
PUFA[3)]	58.26

[1)]SFA: saturated fatty acid.
[2)]MUFA: monounsaturated fatty acid.
[3)]PUFA: polyunsaturated fatty acid.

고하였는데 이는 본 실험결과와 유사하였다. 또한 Kim 등[7]은 우리나라의 전통콩(서리태, 진주리, 수박태, 유태, 흑태)의 지방산 중 palmitic acid의 함량은 평균 10.8%, stearic acid는 3.5%, oleic acid는 25.5%, linoleic acid는 50.9%, linolenic acid는 8.2%라고 보고하여 본 실험결과와 유사한 경향을 나타내었다.

분석된 지방산 중 포화지방산(saturated fatty acid, SFA)의 함량은 15.18%, 단일불포화지방산(monounsaturated fatty acid, MUFA)의 함량은 26.56%, 다가불포화지방산(polyunsaturated fatty acid, PUFA)의 함량은 58.26%를 나타내었다. Kim 등[22]은 대두의 포화지방산은 15.12%, 단일불포화지방산은 19.31%, 다가불포화지방산은 65.57%로 보고하여 포화지방산의 함량은 본 실험의 청태와 비슷하였으나 단일불포화지방산과 다가불포화지방산의 함량은 다소 차이를 보였다.

감사의 말씀

본 연구는 산업자원부 지정 전북대학교 바이오식품 소재개발 및 산업화 연구센터의 연구비 지원으로 수행된 연구결과로 이에 감사드리며 아울러 시료제공에 협조해주신 (주)한라산청정촌에 감사드립니다.

국문요약

청태를 다양한 가공식품으로 개발하고 그 활용방안을 모색하기 위한 기초 자료를 얻기 위하여 청태의 화학성분을 분석한 결과는 다음과 같다. 무기질은 P(310.52 mg/100 g)의 함량이 가장 높았으며 그 다음이 K(48.65 mg/100 g), Ca(40.93 mg/100 g), Mg(27.87 mg/100 g), Na(14.36 mg/100 g), Fe(6.31 mg/100 g), Zn(4.40 mg/100 g), Cu(1.27 mg/100 g) 순으로 나타났다. 유리당은 sucrose가 125.97 mg/100 g, glucose 66.03 mg/100 g, fructose 57.21 mg/100 g이었다. 총지방질의 지방산 중 linoleic acid의 함량이 가장 높았고 그 다음이 oleic acid이었는데 이 두 지방산의 함량이 75%이상을 차지하였다. 청태의 daidzein과 genistein의 함량은 각각 40.95 mg/100 g, 38.02 mg/100 g이었으며 daidzein/genistein의 비율은 1.08로 daidzein이 더 높은 것으로 나타났다.

참고문헌

1. Anderson, R.I. and Wolf, W.J.: Compositional changes in trypsin inhibitors, phytic acid, saponins and isoflavones related to soybean processing. *J. Nutr*, **125**, 581-588 (1995)
2. Tsuda, T., Shiga, K., Ohshima, K., Kawakishi, S. and Osawa, T.: Inhibition of lipid peroxidation and the active oxygen radical scavenging effect of anthocyanin pigments isolated from *phaseolus vulgaris* L. *Biochem. Pharmacol,* **52**, 1033-1039 (1996)
3. Hayes, R.E., Bookwalter, G.N. and Bagley, E.B.: Antioxidant activity of soybean flour and derivatives. *J. Food Sci*, **42**, 1527-1531 (1977)
4. Cassidy, A.: Physiological effects of phyto-estrogens in relation cancer and other human health risks. *Proc. Nutr. Soc*, **55**, 399-417 (1996)
5. Tetsu, A., Junko, I., Suguru, N., Hiroshi, O., Shunichi, W., Noriki, I., Masabumi, S. and Yasuo, F.: A specific inhibitor of tyrosine-specific protein kinases. *J. Biol. Chem*, **262**, 559-565 (1987)
6. Agostino, M., Loredana, B. and Victoria, P.: In vitro Hormonal effect of soybean isoflavones. *J. Nutr*, **125**, 751-756 (1995)
7. 김강성, 김민정, 이경애, 권대영: 우리나라 전통콩의 이화학적 특성연구, *한국식품과학회지*, **3**, 335-341 (2003)
8. 김선희, 권태완, 이영순, 정명근, 문갑순: 검정콩의 주요 항산화 원인물질 및 항 산화 효과의 비교, *한국식품과학회지*, **37**, 73-77 (2005)
9. 강태수, 공영준, 홍거표: 노란콩과 검정콩을 이용한 콩국수용 즉석 콩스프의 개발, *농산물저장유통학회지*, **7**, 384-388 (2000)
10. 조영수, 배영일, 심기환: 한국산 작두콩의 부위별 화학성분, *농산물저장유통학회지*, **6**, 475-480 (1999)
11. 신미경, 한성희: 서목태 추출물이 고지방 및 고콜레스테롤식이 급여 흰쥐의 혈청 지질농도에 미치는 영향, *한국식생활문화학회지*, **17**, 64-69 (2002)
12. 김 관, 강길진, 김성곤: 강낭콩 전분의 분자구조적 특성, *한국식품과학회지*, **28**, 521-527 (1996)
13. 주선종, 최금주, 김기식, 이재웅, 박성규: 진품콩과 작두콩을 이용한 요구르트 가공 적성, *농산물저장유통학회지*, **8**, 308-312 (2001)
14. AOAC.: Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1990).
15. 식품의약품안전청: 식품공전, pp. 304-309 (2002).

16. Wilson, A.M., Work, T.M., Bushway, A.A. and Bushway, R.J.: HPLC determination of fructose, glucose and sucrose in potatose. *J. Food Sci*, **46**, 300-306 (1981)
17. Wang, G., Kuan, S.S., Francis, O.J., Ware, G.M. and Carman, A.S.: A simplified HPLC method for the determination of phytoestrogens in soybean and its processed products. *J. Agric. Food Chem*, **38**, 185-190 (1990)
18. Folch, J., Lees, M. and Sloane, G.H.: A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem*, **226**, 497-509 (1957)
19. Metcalfe, L.D., Schmitz, A.A. and Pelka, J.R.: Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Anal. Chem*, **38**, 514-515 (1966)
20. 서우경, 김영아: 가열처리에 의한 백미, 현미, 노란콩 및 검정콩의 식이섬유 함량 변화, *한국조리과학회지*, **11**, 20-25 (1995)
21. 임상빈, 강명수, 좌미경, 송대진, 오영주: 곡류와 두류를 혼합한 잡곡의 취반 특성, *한국식품영양과학회지*, **32**, 52-57 (2003)
22. 김희연, 송경희, 홍진환, 김동술, 한상배, 이은주, 강길진, 정형옥, 임무혁, 김창민, 권용관, 진명식, 송인환, 변명우, 배동호, 신일식, 하상철: 감마선 조사된 대두 분의 미생물학적 및 이화학적 특성 연구, *한국식품과학회지*, **34**, 962-968 (2002)
23. 오혜숙, 박영훈, 김준호: 시판되는 밥밀콩류의 이소플라본 함량, 항산화활성 및 혈전용해활성, *한국식품과학회지*, **34**, 498-504 (2002)
24. Wang, H. and Murphy, P.A.: Isoflavone composition of american and japanese soybeans in iowa. *J. Agric. Food Chem*, **42**, 1674-1677 (1994)
25. 김정수, 윤 선: 콩, 메주, 된장의 isoflavone 함량 및 β-glucosidase 활성 측정, *한국식품과학회지*, **31**, 1405-1409 (1999)
26. 배은아, 문갑순: 국산 대두의 항산화 효과, *한국식품영양과학회지*, **26**, 203-208 (1997)
27. 장영상, 조강연, 장학길: 대두 및 대두분 저장 중 지방질의 변화, *한국식품과학회지*, **19**, 305-310 (1987)