ISSN 1229-8565 (print)
한국지역사회생활과학회지
Korean J Community Living Sci
http://doi.org/10.7856/kjcls.2017.28.4.525

ISSN 2287-5190 (on-line)
28(4): 525~535, 2017
28(4): 525~535, 2017

조리방법에 따른 콩의 무기질 함량

김 소 영 · 황 진 봉 · 박 지 수 · 최 용 민[1] · 남 진 식[2] · 이 종 헌[3] · 서 동 원†

한국식품연구원 식품분석센터, 농촌진흥청 국립농업과학원 기능성식품과[1],
수원여자대학교 식품영양과[2], 수원여자대학교 식품분석연구센터[3]

Mineral Contents in Soybeans with Different Cooking Methods

So Young Kim · Jinbong Hwang · Ji Su Park · Youngmin Choi[1] · Jin-sik Nam[2] · Jong-Hun Lee[3] · Dongwon Seo†

Food Analysis Center, Korea Food Research Institute, Wanju, Korea
Functional Food and Nutrition Division, Rural Development Administration, Jeonju, Korea[1]
Dept. Food and Nutrition, Suwon Women's College, Suwon, Korea[2]
Food Analysis Research Center, Suwon Women's College, Suwon, Korea[3]

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the of ash and minerals contents in different types of soybeans (Baektae, Seoritae, Heuk Tae and Seomoktae) with different cooking methods. Raw, boiled and pan-fried soybean samples were prepared by the Rural Development Administration. Samples were digested by using a microwave and analyzed using ICP-OES and ICP-MS for determining the ash and minerals contents. Ash content in four raw soybeans ranged from 5.07 to 5.59 g/100g. There was no significant difference in the ash contents in raw and pan-fried soybeans ($p>0.05$). However, the ash content of boiled soybeans was 9 to 14% lower than that of raw soybeans ($p<0.05$). The minerals contents of Baektae and Seomoktae were high and the major minerals of various soybeans were K, P, Mg, and Ca, which accounted for ash 60.80-65.61%, 20.73-24.26%, 6.90-8.46% and 5.79-8.60%, respectively. The mineral contents of soybeans were significantly different depending on the type of cultivar ($p<0.05$), but the tendency was not constant. Because the process of soaking and boiling of soybeans made the soluble minerals elute, the ash and mineral contents were reduced. And process of pan-frying of soybeans make Because process of soaking and boiling of soybeans make soluble minerals elute (Ed- this section is very confused and seems to have 2 sentences combined: please check your intended meaning), the ash and mineral contents were reduced. As the soybeans are cooked by pan-frying, the water in the soybeans is evaporated and the mineral content is concentrated or kept constant. These results can serve as the basic data of mineral content during processing and cooking of soybeans.

Key words: soybean, cooking method, mineral, ICP-OES, ICP-MS

This research was supported by grants from the Rural Development Administration of Korea(PJ01084602).
Received: 12 September, 2017 Revised: 24 October, 2017 Accepted: 23 November, 2017
†**Corresponding Author**: Dongwon Seo Tel: +82-63-219-9241 E-mail: dwseo@kfri.re.kr
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

현대인의 식습관이 서구화되고 육류의 소비가 매년 늘어나고 당뇨, 고혈압, 암, 비만 등 각종 성인병의 발병이 증가하면서 건강에 대한 관심이 꾸준히 높아지고 있다. 최근에는 건강과 영양 간의 관련성에 대한 관심이 커짐에 따라 건강의 유지나 증진의 목적으로 무기질을 섭취하는 경우가 많아졌다(Kim 2010; Shin et al. 2011). 이에 따라 무기질이 풍부한 원재료의 연구와 손실 없이 가공하려는 가공기술의 발전이 활발하게 진행되고 있는 실정이다. 그 중 하나로 콩은 간장, 된장, 두부, 두유, 콩기름, 콩나물 및 혼식 등 다양하게 가공할 수 있어 활용도가 크며, 성인병 및 만성질환을 예방할 수 있는 다양한 생리활성물질이 함유되어 있음이 속속 밝혀지고 있어 식품학적 가치는 증대하고 있다고 보고 하였다(Arato et al. 1995; Kennedy 1995; Jeon 1997; Messina et al. 2002; Cho 2012).

콩은 만주지방이 원산지로서 아시아에서 오랜 기간 경작되고 소비되어 왔으며, 우리나라에서는 삼국시대의 초기부터 재배되어 온 것으로 알려져 있다(Kwon 1972; Son & Kim 2010). 식물 분류학적으로 콩은 콩과(Fabaceae)에 속하는 식물의 씨앗으로, 현재 전 세계 유전자은행에 약 40,000 종의 품종을 보유하고 있다(Agresearch Magazine 2006; Wikipedia® 2017).

전 세계의 대두(Glycine max)의 총 생산량은 2016년에 313,050 천 톤이며, 2017년에는 348,040 천 톤이 생산될 것으로 추정하여 작년 대비 11.18%가 증가 할 것으로 보고 있다. 2016년 기준으로 나라 별 생산량은 1위가 미국으로 106,857 천 톤, 2위가 브라질로 96,500 천 톤, 3위가 아르헨티나로 56,800 천 톤을 생산하였고, 중국, 파라과이, 인도, 캐나다 순으로 생산되었다(United States Department of Agriculture 2017). 국내의 경우는 2016년 기준으로 75,448 톤 정도가 생산되었으며 전남이 약 17.3% 차지하고 경북, 충북 순으로 생산되고 있다(Statistics Korea 2016).

다른 식물성 작물 및 곡류와 비교하여 식물성 단백질의 대표적인 식품으로 알려져 있는 콩은 단백질 35~40%, 지방 15~20%, 탄수화물 30% 가량으로 구성되어 있으며, 식이섬유, 비타민, 무기질 등을 함유한 영양적으로 완벽에 가까운 식품으로 알려져 있다(Sa et al. 2003; Park et al 2010). 또한, isoflavone, genistein, tocopherol, flavonoids, isoflavone, lecithin, saponin, phytate(InsP6) 등의 기능성물질을 가지고 있어 항산화 작용 및 각종 암, 심혈관계질환, 골다공증 및 고지혈증 등을 예방 및 완화시키는데 효과가 있는 것으로 보고되어 있다(Sa et al. 2003; Park et al. 2005; Kim et al. 2009).

콩의 가공식품에는 대표적으로 백태(노란콩)을 사용하여 장류와 두부, 두유, 콩기름 등이 있으며 검정콩인 서리태와 흑태는 콩 조림 또는 밥과 함께 혼식의 형태로 섭취되고 있다. 그리고 서목태는 보통 검은 콩보다 훨씬 잘아 일명 쥐눈이콩이라고 불렸으며, 해독 및 성인병 예방과 치료에 뛰어나 예로부터 식용보다는 약콩으로 사용되었다(Lim 2010; Lim et al. 2011).

이처럼 콩은 간장, 된장, 두부, 두유, 콩기름, 콩나물 및 혼식 등 다양하게 가공할 수 있어 활용도가 큰 반면에, 콩의 품종 및 조리방법별 영양성분에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 대부분의 콩의 연구는 영양성분 중 단백질과 지질에 국한되어 있고 품종개량, 대량생산, 생육과정, 알레르기성, 항산화 및 항암 등의 기능성물질 및 성분에 대한 연구에 초점이 맞추어져 있다(Bae et al. 1997; Lee et al. 2002; Kim & Kim 2005; Son et al. 2010; Lee et al. 2013). 조리방법에 따른 콩의 연구에서도 침지, 가열 시에 기능성물질 및 물리적 변화에 국한되어 연구되어져 왔다(TODA et al. 2000; Egounlety & Aworh 2003).

따라서 본 연구에서는 생명과 건강을 유지하는데 필수적인 무기질을 중점으로 대표적으로 많이 이용되는 콩의 종류인 백태, 서리태, 흑태, 서목태를 선정하여 종류에 따른 무기질 함량을 비교해 보며, 조리(삶기, 볶기)로 인한 무기질 함량의 변화를 분석함으로써 콩의 가공, 조리 등의 기초자료로 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 재료

본 실험에는 농진청에서 제공한 백태(경기 수원), 서리태(경기 안산), 흑태(전남 영광), 서목태(전북 부안)의 4가지 품종의 콩을 분석시료로 사용하였다. 각 원산지의 대형마트에서 구입하여 실온 보관하였고, 각 품종별로 1.25 kg씩 조리방법에 따라 처리하였다.

2. 시료 전처리

본 실험에 사용된 시료의 조리방법은 생것, 삶기, 볶기의 방법을 사용하였다. 예비실험을 통해 콩의 종류별로 끓는 물에서 익는 시간을 고려하여 각 콩의 삶은 시간을 결정하였다. 콩 1.25 kg을 물에 4시간 동안 불린 후, 끓는 물 3.75 L에(시료 양의 3배) 백태, 흑태, 서목태는 40분간, 서리태는 25분간 삶았다. 삶은 콩은 찬물에 헹구지 않고 30분 동안 실온에서 식힌 다음 분쇄하였다. 예비실험을 통해 볶았을 때 콩이 타지 않고 익을 때까지의 시간을 고려하여 콩 종류별로 볶는 시간을 결정하였다. 콩 1.25 kg을 110-125℃의 팬(Extra resistant nonstick, Tefal Co., Ltd., Paris, France)에서 백태 및 서목태는 20분간, 서리태 및 흑태는 25분간 볶았다. 볶은 콩은 실온에서 30분 동안 식힌 다음 분쇄하였다. 각각의 콩 시료는 분쇄 중 영양소 손실을 최소화하기 위해 액체질소에 담가 급속냉동한 후 분쇄기(Artlon Gold Mix D338-G, DaeSung Co., Ltd., Gyeonggi, Korea)로 분쇄하였다. 분쇄된 시료는 −70℃ 급속냉동고(Refrigerant DF8524, Ilshin Co., Ltd., Ede, Netherlands)에 보관하여 사용하였다.

3. 수분 함량 측정

수분은 식품공전(Ministry of Food and Drug Safety 2016)에 따라 상압가열건조법으로 105℃ 드라이오븐(NDO-400, SUNIEYELA, Sungnam, Korea)에서 수분 함량을 측정하여 중량법으로 측정하였다. 생콩과 삶은 콩 및 볶은 콩의 수분 함량이 상이함에 따라 회분 및 무기질 함량을 서로 비교할 수 없으므로 수분을 제외한 모든 성분은 분석한 수분 함량을 이용하여 건조중량(dry weight basis)기준으로 회분 및 무기질 함량을 환산하였다.

4. 회분 함량 측정

회분은 식품공전(Ministry of Food and Drug Safety 2016)에 따라 일정시간의 예비탄화를 거친 후 600℃의 회화로(B180, Nabertherm Co., Lilienthal, Germany)에서 직접 회화하여 중량법으로 측정하였다. 회분 함량은 수분 함량을 보정하여 최종 함량을 구하였다.

5. 무기질 함량 측정

칼슘, 마그네슘, 칼륨, 구리, 인, 망간, 아연, 몰리브덴, 셀레늄 분석은 식품공전(Ministry of Food and Drug Safety 2016)과 Kim et al.(2017)의 방법에 따라 측정하였다. 시료 약 1.0 g에 질산(Electronic grade, 69-71%, ChemiTop Co., Seoul, Korea) 8 mL와 과산화수소(Electronic grade, 30-32%, ChemiTop Co., Seoul, Korea) 2 mL를 가하여 microwave digestor(Multiwave ECO, Anton-paar, Graz, Austria)로 산분해한 후 증류수를 이용하여 50 mL로 정용하였다. 이를 여과지(No. 41, Ashless, Whatman, Maidstone, UK)로 여과하여 시험용액으로 하였다. 요오드 분석은 Fecher et al.(1998)에 의해 제안된 방법을 변형하여 측정하였다. Perfluoroalkoxy(PFA) 튜브에 약 0.5-1.0 g에 25% tetramethylammonium hydroxide(TMAH) 1 mL와 증류수 4.5 mL를 가하여 90℃ 드라이오븐(NDO-400, SUNIEYELA, Sungnam, Korea)에 3시간 분해하였다. 식힌 후 증류수로 50 mL로 정용하여 여과지(No. 41, Ashless, Whatman, Maidstone, UK)로 여과하여 시험용액으로 하였다. 이때 완전히 분해되지 않은 입자가 남아 있는 경우 3000 rpm에서 15분 동안 원심분리하여 상등액을 여과지에 여과하여 시험액으로 사용하였다. 무기질인 인, 칼슘, 마그네슘, 칼륨, 구리, 망간, 아연은 Inductively Coupled Plasma Optical Emission(ICP-OES,

Table 1. Instrumental parameters of ICP-OES for determining minerals

Parameter	Operating condition	
Power	1000 W	
Use gas	Argon gas	
Nebulizer flow	0.86~0.88 L/min	
Plasma gas flow	12 L/min	
Sheath gas flow	0.2 L/min	
Nebulizer pressure	2.83~2.86 bar	
Normal speed of pump	20 rpm	
Wavelength(nm)	Ca	317.933
	K	766.490
	Mg	279.079
	P	213.618
	Mn	259.373
	Cu	324.754
	Zn	213.856

ACTIVA, Horiba Jobin Yvon, Villeneuve-d'Ascq, France)로 분석하였고 분석조건은 Table 1과 같다. 미량 무기질인 몰리브덴, 셀레늄, 요오드는 Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS, ELAN DRC-e, Perkin Elmer, MA, USA)로 분석하였으며 분석조건은 Table 2와 같다.

Table 2. Instrumental parameters of ICP-MS for determining trace minerals

Parameter	Operating condition
RF power	1500 W
Spray chamber	CYCLONIC DRC
Plasma gas flow	18 L/min
Nebulizer gas flow	0.88 ~ 0.94 L/min
Auxiliary gas flow	1.25 L/min
Dwell time	50 ms
Sweeps per reading	20
Replicates	3
Delay time	10 s
Wash time	30 s
Internal standard	In^{115}
Isotopes	Mo^{98}, Se^{82} ,I^{127}

6. 통계처리

본 연구의 실험의 결과는 건조중량으로 환산한 평균과 표준편차로 나타내었고 통계분석은 SPSS(Version 20, IBM Corp., NY, USA)을 사용하였다. 품종 및 조리방법에 따른 콩의 회분 및 무기질의 차이를 $p<0.05$ 수준에서 일원배치분산분석(one-way ANOVA)과 Duncan's multiple range test를 이용하여 시료의 유의차를 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 콩 품종 및 조리 방법별 수분 및 회분 함량

각 품종의 생것과 조리방법(삶기, 볶기)에 따른 수분 및 회분의 분석결과는 Table 3과 같다. 백태, 서리태, 흑태, 서목태의 생물 당 수분 함량은 각각 11.18%, 10.27%, 11.64%, 12.63% 으로 측정되었으며, 수분을 고려한 건물 당 회분 함량은 각각 5.50%, 5.25%, 5.07%, 5.59%으로 백태와 서목태가 서리태와 흑태보다 회분 함량이 높은 것으로 나타났다($p<0.05$).

먼저, 표준식품성분표(Rural Development Administration 2011)에 발표된 콩 품종별에 따른 백태, 서리태, 흑태,

Table 3. Contents of moisture and ash in soybeans according to four cultivars and cooking methods

Proximate composition	Condition	Baektae	Seoritae	Heuk Tae	Seomoktae
Moisture[2]	Raw	11.18 ± 0.05[1)Cb]	10.27 ± 0.04[Db]	11.64 ± 0.00[Bb]	12.63 ± 0.13[Ab]
	Boiled[3]	58.65 ± 0.40[a]	58.91 ± 0.13[a]	58.77 ± 0.14[a]	60.59 ± 0.03[a]
	Pan-fried[4]	3.46 ± 0.04[c]	5.25 ± 0.03[c]	3.28 ± 0.00[c]	3.83 ± 0.01[c]
Ash[2] (Dry weight basis)	Raw	5.50 ± 0.02[Aa]	5.25 ± 0.06[Ba]	5.07 ± 0.13[Ba]	5.59 ± 0.01[Aa]
	Boiled	4.98 ± 0.05[b]	4.71 ± 0.04[b]	4.55 ± 0.11[b]	4.85 ± 0.04[b]
	Pan-fried	5.44 ± 0.12[a]	5.38 ± 0.02[a]	5.26 ± 0.03[a]	5.67 ± 0.00[a]

1) All values are expressed as mean ± SD of duplicate determinations.
2) g/100g
3) Boiled: Baektae, Heuk Tae, Seomoktae; 100℃, 40 min, Seoritae; 100℃, 25 min
4) Pan-fried: Baektae, Seomoktae;110-125℃, 20 min, Seoritae, Heuk Tae; 110-125℃, 25 min
A-C Different letters in the same row are significantly different at $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.
a-c Different letters in the same column are significantly different at $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.

서목태 등의 수분 함량은 9.7%, 11.7%, 11.0%, 7.8%라고 보고했으며 수분 함량의 경우 본 연구결과와 백태, 서리태, 흑태는 0.64-1.48%의 차이를 보였고, 서목태의 경우 4.83%의 큰 차이를 보였다. Kim & Kim(2005)은 흑태의 경우 수분 11.5%으로 보고했으며 이는 본 연구에 비해 수분 함량은 0.14%의 차이를 보였다. 또한 Moon et al.(2011)은 백태의 경우 수분 8.07%, 서리태는 8.65%, 서목태는 11.64% 라고 보고하였는데 본 실험의 결과와는 수분 함량의 경우 백태에서 3.11%의 차이를 보였으며 서리태와 서목태는 0.99-1.62%의 차이를 보였다. 그리고 콩의 조리 방법에 따른 백태, 서리태, 흑태, 서목태 등의 수분 함량은 삶았을 경우에는 각각 58.65%, 58.91%, 58.77%, 60.59%로서 47.13-48.64% 증가하였으며, 볶았을 경우에는 각각 3.46%, 5.25%, 3.28%, 3.83%로 나타났으며 5.02-8.80% 감소되었다. 이와 같이 콩을 삶았을 때 콩의 수분 함량이 47.13-48.64%으로 증가하였다.

둘째, 콩 품종별에 따른 백태, 서리태, 흑태, 서목태 등의 회분 함량의 경우 표준식품성분표(Rural Development Administration 2011)가 발표한 결과에 의하면 각각 6.20%, 6.12%, 5.06%, 5.64%로 분석되었는데 앞서 서술한 본 연구결과와 0.01-0.87% 정도의 차이를 보였다. Kim & Kim(2005)의 연구에서는 흑태의 경우 회분 6.06%이었으며, Moon et al.(2011)은 회분함량이 백태는 5.82%, 서리태는 5.22%, 서목태는 3.77%라고 보고하였는데 본 실험의 결과와는 0.02-1.82%의 차이를 보였다. 그리고 콩의 조리 방법에 따른 백태, 서리태, 흑태, 서목태 등의 회분 함량은 삶았을 경우 각각 4.98%, 4.71%, 4.55%, 4.85%이며 조리하지 않은 생콩에 비해 0.52-0.74% 감소하였으며 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다($p<0.05$). 볶았을 경우의 회분 함량은 각각 5.44%, 5.38%, 5.26%, 5.67%로 조리하지 않은 생콩에 비해 백태, 서리태, 흑태 및 서목태 등은 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다($p<0.05$). 즉, 삶기와 볶음에 따라 유의적 차이가 있었던 것은 시료 전처리에서 언급한 바와 같이 삶기의 경우 콩을 물에 4시간 불린 후 끓은 물에서 콩의 종류에 따라 25분에서 40분간 삶은 동안 다수의 수용성 무기질 등이 빠져 나가 회분의 함량이 감소하여 유의적 차이가 있는 것으로 볼 수 있다. 볶음의 경우 110-125℃의 팬에서 콩이 익을 때까지 볶음에 따라 이는 결국 수분을 증발시켜 주는 과정이므로 삶기와 달리 수용성 무기질 등이 빠져 나갈 수 없음은 물론 무기질을 농축시켜 주는 역할을 하여 회분의 함량이 소량 증가한 것으로 사료되나 통계적 측면에서 생콩의 회분 함량과는 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 앞서 언급한 표준식품성분표의 연구결과 그리고

선행 연구된 연구결과와 본 연구결과가 차이를 보이는 이유는 동일 품종이라도 재배연도에 따른 온도, 강수량 등의 환경요인 및 재배방법 등이 다르기 때문이라고 사료되며 또한 수확 후 동일한 조건에서 건조된 것이 아니기 때문에 수분 및 회분 함량의 차이가 나타나는 것으로 생각된다.

2. 콩 품종 및 조리방법에 따른 무기질 함량

콩 품종에 따른 무기질 함량을 분석결과는 Table 4과 같으며, 조리방법별 무기질 함량을 분석한 결과는 Table 5, 6, 7, 8과 같다. 먼저 Table 4에 나타낸 바와 같이 생콩 백태의 주 무기질은 칼륨, 인, 칼슘 그리고 마그네슘 등 4종류의 무기질로 이들의 함량은 무기질 총량대비 약 99.69%를 차지하고 있었으며 특히 칼륨은 그중에서 60.79%를 차지하고 있었다. 또한 미량 무기질로는 몰리브덴 가장 높게 측정되었으며, 다음으로 셀레늄, 요오드 순으로 검출되었다. 그리고 생콩인 서리태의 주 무기질은 칼륨, 인, 칼슘 그리고 마그네슘 등 4종류의 무기질로 백태의 무기질 함량과 큰 차이를 찾아 볼 수 없었으며, 이들의 함량은 무기질 총량대비 약 99.73%를 차지하고 있었으며 칼륨이 그중에서 63.01%를 차지하고 있었다. 그리고 미량 무기질로는 몰리브덴 가장 높게 측정되었다. 또한 생콩인 흑태와 서목태의 주 무기질도 백태와 서리태와 마찬가지로 칼륨, 인, 칼슘 그리고 마그네슘이 주 무기질이였으며, 이들의 함량은 무기질 총량대비 각각 약 99.70%, 99.72%를 차지하고 있었으며 백태 및 서리태와 같이 칼륨이 그중에서 각각 약 65.63%, 61.63%를 차지하고 있었다. 그리고 미량 무기질로는 흑태와 서목태의 콩처럼 몰리브덴이 가장 높게 분석되었다. 품종에 따라서 요오드를 제외한($p<0.05$) 각 무기질 함량이 전반적으로 유의적 차이가 있으나($p<0.05$), 일정한 경향은 나타나지 않았다. 콩의 품종별 무기질 함량 중 가장 큰 차이를 보이는 것은 몰리브덴으로 백태 541.18 ㎍/100g, 서목태 195.89 ㎍/100g, 서리태 174.31 ㎍/100g, 흑태 43.00 ㎍/100g의 순으로 높았으며 흑태에 비해 백태가 약 13배 더 높게 검출되었다.

한편 백태의 삶기와 볶기의 조리방법별 무기질을 분석한 결과는 Table 5에 기술한 바와 같이 삶기의 경우 주 무기질은 칼륨, 인, 칼슘 그리고 마그네슘 등 4

Table 4. Contents of minerals in soybeans according to four cultivars

		Dry weight basis			
		Baektae	Seoritae	Heuk Tae	Seomoktae
Minerals[1)]	Ca	292.79 ± 1.36[3)a]	222.15 ± 0.47[c]	178.69 ± 4.02[d]	243.07 ± 3.50[b]
	P	743.21 ± 11.67[b]	727.90 ± 17.47[b]	644.99 ± 25.13[c]	850.59 ± 5.46[a]
	K	2069.01 ± 12.69[b]	2059.38 ± 8.38[b]	2041.24 ± 49.05[b]	2160.54 ± 4.87[a]
	Mg	287.92 ± 4.79[a]	250.39 ± 2.52[b]	236.81 ± 0.97[c]	241.96 ± 6.69[bc]
	Mn	4.19 ± 0.07[a]	2.79 ± 0.01[c]	3.05 ± 0.03[b]	2.68 ± 0.06[c]
	Zn	4.86 ± 0.27[ab]	4.57 ± 0.06[b]	5.08 ± 0.05[a]	5.01 ± 0.02[a]
	Cu	1.08 ± 0.00[c]	1.12 ± 0.02c	1.30 ± 0.02[b]	1.79 ± 0.02[a]
Trace minerals[2)]	Mo	541.18 ± 8.34[a]	174.31 ± 3.49[c]	43.00 ± 0.25[d]	195.89 ± 0.66[b]
	Se	6.07 ± 0.50[ab]	6.29 ± 0.69[a]	6.20 ± 0.07[ab]	4.89 ± 0.35[b]
	I	3.70 ± 0.39[a]	3.50 ± 0.11[a]	3.60 ± 0.36[a]	3.90 ± 0.21[a]
Total Mineral[1)]		3403.61	3268.48	3111.21	3505.84

1) mg/100g

2) ㎍/100g

3) All values are expressed as mean ± SD of duplicate determinations.

[a-d] Different letters in same row mean significantly different at $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.

Table 5. Contents of minerals in Baektae according to different cooking methods

		Dry weight basis		
		Raw	Boiled[4)]	Pan-fried[5)]
Minerals[1)]	Ca	292.79 ± 1.36[3)B]	308.18 ± 2.33[A]	265.37 ± 1.36[C]
	P	743.21 ± 11.67[A]	737.06 ± 1.47[A]	659.26 ± 9.51[B]
	K	2069.01 ± 12.69[A]	1672.47 ± 1.24[B]	2059.71 ± 18.39[A]
	Mg	287.92 ± 4.79[A]	262.95 ± 10.66[B]	265.98 ± 3.24[AB]
	Mn	4.19 ± 0.07[A]	4.31 ± 0.25[A]	2.96 ± 0.06[B]
	Zn	4.86 ± 0.27[B]	5.78 ± 0.37[A]	4.47 ± 0.05[B]
	Cu	1.08 ± 0.00[A]	1.04 ± 0.06[A]	0.99 ± 0.00[A]
Trace minerals[2)]	Mo	541.18 ± 8.34[B]	387.60 ± 0.80[C]	581.92 ± 16.84[A]
	Se	6.07 ± 0.50[B]	7.82 ± 0.29[AB]	8.72 ± 0.89[A]
	I	3.70 ± 0.39[AB]	4.86 ± 0.52[A]	3.17 ± 0.07[B]
Total Mineral[1)]		3403.61	2992.19	3259.33

1) mg/100g

2) μg/100g

3) All values are expressed as mean ± standard deviation of duplicate determinations.

4) Boiled: Baektae, Heuk Tae, Seomoktae; 100℃, 40 min, Seoritae; 100℃, 25 min

5) Pan-fried: Baektae, Seomoktae;110-125℃, 20 min, Seoritae, Heuk Tae; 110-125℃, 25 min

A-C Different letters in same row mean significantly different at $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.

Table 6. Contents of minerals in Seoritae according to different cooking methods

		Dry weight basis		
		Raw	Boiled[4)]	Pan-fried[5)]
Minerals[1)]	Ca	222.15 ± 0.47[3)B]	232.11 ± 3.09[A]	233.69 ± 1.04[A]
	P	727.90 ± 17.47[A]	723.78 ± 6.16[AB]	672.70 ± 21.86[B]
	K	2059.38 ± 8.38[A]	1634.73 ± 0.91[C]	1955.93 ± 30.03[B]
	Mg	250.39 ± 2.52[B]	236.09 ± 0.26[C]	255.98 ± 0.56[A]
	Mn	2.79 ± 0.01[C]	3.06 ± 0.03[A]	2.96 ± 0.02[B]
	Zn	4.57 ± 0.06[A]	4.59 ± 0.01[A]	4.66 ± 0.02[A]
	Cu	1.12 ± 0.02[A]	1.12 ± 0.02[A]	1.09 ± 0.00[A]
Trace minerals[2)]	Mo	174.31 ± 3.49[A]	133.45 ± 0.06[C]	153.55 ± 2.32[B]
	Se	6.29 ± 0.69[A]	6.28 ± 0.97[A]	5.60 ± 1.04[A]
	I	3.50 ± 0.11[B]	6.57 ± 0.26[A]	2.21 ± 0.01[C]
Total Mineral[1)]		3268.48	2835.63	3127.17

1) mg/100g

2) μg/100g

3) All values are expressed as mean ± standard deviation of duplicate determinations.

4) Boiled: Baektae, Heuk Tae, Seomoktae; 100℃, 40 min, Seoritae; 100℃, 25 min

5) Pan-fried: Baektae, Seomoktae;110-125℃, 20 min, Seoritae, Heuk Tae; 110-125℃, 25 min

A-C Different letters in same row mean significantly different at $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.

종류로 이들의 함량은 무기질 총량대비 약 99.61%를 차지하고 있었으며, 칼륨이 그중에서 55.89%를 가장 많이 차지하고 있었다. 이는 생콩의 60.79%에 비해 약 4.9%가 감소되었으며, 인 및 마그네슘과 몰리브덴 함량도 전반적으로 감소하는 경향을 볼 수 있었다 ($p<0.05$). 그리고 볶기의 조리방법별 무기질 함량을 분석한 결과는 앞서 Table 4에서 고찰한 백태 생것의 무기질 함량의 경향과 유사하였다. 즉, 주 무기질은 칼륨, 인, 칼슘 그리고 마그네슘 등 4종류로 이들의 함량은 무기질 총량대비 약 99.72%로서 칼륨이 그중에서 63.19%를 차지하고 있었으며, 미량 무기질은 주로 몰리브덴이였고 그의 함량은 581.92 ㎍/100g 이였다. 그리고 서리태 콩의 삶기와 볶기의 조리방법별 무기질을 분석한 결과는 Table 6에 표기한 바와 같이 삶기의 경우 주 무기질은 칼륨, 인, 칼슘 그리고 마그네슘 등 4종류로 이들의 함량은 무기질 총량대비 약 99.69%를 차지하고 있었다. 칼륨이 그중에서 57.65%를 차지하고 있었는데 이는 생콩의 63.01%에 비해 약 5.4%가 감소되었으며 인 및 마그네슘과 미량 무기질인 몰리브덴 등의 무기질 함량도 전반적으로 감소하는 경향을 볼 수 있었다($p<0.05$). 그리고 볶기의 조리방법별 무기질을 분석한 결과는 서리태 생콩의 무기질의 경향과 유사하였다. 즉, 주 무기질은 칼륨, 인, 칼슘 그리고 마그네슘 등 4종류로 이들의 함량은 무기질 총량대비 약 99.72%로서 칼륨이 그중에서 62.55%를 차지하고 있었으며, 미량 무기질은 주로 몰리브덴이였다.

흑태의 삶기와 볶기의 조리방법별 무기질 함량을 분석한 결과는 Table 7에 표기한 바와 같이 삶기의 경우 주 무기질은 칼륨, 인, 칼슘 그리고 마그네슘 등 4종류로 이들의 함량은 무기질 총량대비 약 99.66%를 차지하고 있었으며 칼륨이 그중에서 62.66%를 차지하고 있었는데 이는 생콩의 65.63%에 비해 약 3.0%가 감소되었으며 인, 구리 및 마그네슘과 미량 무기질인 몰리브덴 및 요오드의 무기질 함량도 전반적으로 감소하는 경향을 볼 수 있었다($p<0.05$). 그리고 볶기의 조리방법별 무기질을 분석한 결과는 앞서 고찰한 흑태 생콩의 무기질 함량의 경향과 유사하였

Table 7. Contents of minerals in Heuk Tae according to different cooking methods

		Dry weight basis		
		Raw	Boiled[4)]	Pan-fried[5)]
Minerals[1)]	Ca	178.69 ± 4.02[3)A]	187.23 ± 4.72[A]	183.29 ± 3.47[A]
	P	644.99 ± 25.13[A]	598.45 ± 1.74[B]	671.78 ± 0.89[A]
	K	2041.24 ± 49.05[A]	1697.59 ± 31.90[B]	2042.60 ± 8.17[A]
	Mg	236.81 ± 0.97[B]	216.66 ± 1.37[C]	241.43 ± 0.45[A]
	Mn	3.05 ± 0.03[C]	3.17 ± 0.04[B]	3.42 ± 0.01[A]
	Zn	5.08 ± 0.05[A]	4.99 ± 0.10[A]	5.14 ± 0.01[A]
	Cu	1.30 ± 0.02[A]	1.10 ± 0.01[C]	1.23 ± 0.00[B]
Trace minerals[2)]	Mo	43.00 ± 0.25[A]	26.94 ± 3.31[B]	48.47 ± 2.16[A]
	Se	6.20 ± 0.07[B]	6.95 ± 0.28[AB]	8.03 ± 0.78[A]
	I	3.60 ± 0.36[A]	2.14 ± 0.37[B]	2.14 ± 0.02[B]
Total Mineral[1)]		3111.21	2709.23	3148.95

1) mg/100g

2) ㎍/100g

3) All values are expressed as mean ± standard deviation of duplicate determinations.

4) Boiled: Baektae, Heuk Tae, Seomoktae; 100℃, 40 min, Seoritae; 100℃, 25 min

5) Pan-fried: Baektae, Seomoktae;110-125℃, 20 min, Seoritae, Heuk Tae; 110-125℃, 25 min

A-C Different letters in same row mean significantly different at $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.

다. 즉, 주 무기질은 칼륨, 인, 칼슘 그리고 마그네슘 등 4종류로 이들의 함량은 무기질 총량대비 약 99.69%로서 칼륨이 그중에서 64.87%를 차지하고 있었으며, 미량 무기질은 주로 몰리브덴이였다. 또한 서목태 콩의 삶기와 볶기의 조리방법별 무기질 함량을 분석한 결과는 Table 8에 표기한 바와 같이 삶기의 경우 무기질은 칼륨, 인, 칼슘 그리고 마그네슘 등 4종류로 이들의 함량은 무기질 총량대비 약 99.67%를 차지하고 있었으며 칼륨이 그중에서 57.71%를 차지하고 있었는데 이는 생콩의 61.63%에 비해 약 3.9%가 감소되었으며 인, 구리 및 마그네슘과 미량 무기질인 셀레늄 및 몰리브덴의 무기질 함량도 전반적으로 감소하는 경향을 볼 수 있었다($p<0.05$). 그리고 볶기의 조리방법별 무기질을 분석한 결과는 앞서 고찰한 서목태 생콩의 무기질의 경향과 유사하였는데 즉, 무기질은 칼륨, 인, 칼슘 그리고 마그네슘 등 4종류로 이들의 함량은 무기질 총량대비 약 99.85%로서 칼륨이 그중에서 62.09%를 차지하고 있었으며, 미량 무기질은 주로 몰리브덴이였다. 콩 종류별 삶기와 볶기의 조리방법별 무기질을 분석한 결과에 나타난 바와 같이 삶기에 있어서 4품종 모두 전반적으로 3.0-5.4 %로 감소하였는데 이러한 원인은 칼륨, 인, 마그네슘 등이 시료 전처리 시 물에 4시간 침지했을 때 그리고 삶았을 때 빠져 나간 것으로 생각된다. 앞에서 고찰한 Table 3의 삶은 백태, 서리태, 흑태 및 서목태 콩의 회분함량이 감소한 이유를 뒷받침 해주는 결과라 생각된다. 또한 이상의 연구결과에서 분석한 품종 별 콩의 공통적인 무기질인 칼륨은 체내 삼투압유지, 수분 및 산염기 평형 등의 항상성 유지에 관련되어 생명유지에 중요한 역할을 하며 과잉의 식염섭취로 인해 유발된 고혈압에 대해 보호 기능으로 알려져 있고, 인은 80%는 칼슘과 결합하여 뼈와 치아를 구성하고, 나머지 20%는 혈액과 체액에 존재하면서 산 · 염기 평형, 세포 내의 핵단백질 구성, 에너지 발생 과정에 관여한다. 또한 칼슘은 인체에서 99%는 뼈와 치아에 존재하고 1%는 체액에 존재하여 혈관의 수축과 이완, 신경자극전달, 근육수축, 호르몬 분비를 중재하는 역할을 하며 여러 가지 세포 신호전달 및 효소들의 적당한 활

Table 8. Contents of minerals in Seomoktae according to different cooking methods

		Dry weight basis		
		Raw	Boiled[4)]	Pan-fried[5)]
Minerals[1)]	Ca	243.07 ± 3.50[3)A]	256.14 ± 7.82[A]	247.54 ± 2.47[A]
	P	850.59 ± 5.46[A]	734.84 ± 8.19[B]	824.31 ± 25.76[A]
	K	2160.54 ± 4.87[A]	1683.20 ± 1.93[C]	2033.32 ± 30.90[B]
	Mg	241.96 ± 6.69[AB]	232.60 ± 1.11[B]	249.50 ± 1.24[A]
	Mn	2.68 ± 0.06[B]	2.74 ± 0.01[A]	2.75 ± 0.05[A]
	Zn	5.01 ± 0.02[B]	5.34 ± 0.04[A]	5.24 ± 0.08[A]
	Cu	1.79 ± 0.02[A]	1.49 ± 0.01[B]	1.49 ± 0.02[B]
Trace minerals[2)]	Mo	195.89 ± 0.66[A]	101.05 ± 5.47[B]	183.53 ± 8.45[A]
	Se	4.89 ± 0.35[A]	3.35 ± 0.06[B]	5.01 ± 0.57[A]
	I	3.90 ± 0.21[A]	1.16 ± 0.04[C]	2.52 ± 0.12[B]
Total Mineral[1)]		3505.84	2916.46	3364.34

1) mg/100g

2) μg/100g

3) All values are expressed as mean ± standard deviation of duplicate determinations.

4) Boiled: Baektae, Heuk Tae, Seomoktae; 100℃, 40 min, Seoritae; 100℃, 25 min

5) Pan-fried: Baektae, Seomoktae;110-125℃, 20 min, Seoritae, Heuk Tae; 110-125℃, 25 min

A-C Different letters in same row mean significantly different at $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.

성을 가지며 안정화하는데 필수적이며 마그네슘은 체내에서 칼슘 인과 함께 뼈를 만들며 세포 내에 주로 존재하며 에너지 생산, 대사과정 중 효소의 활성화, 세포 신포전달, 300개 이상의 효소반응에 관여하며 뼈와 세포막, 염색체 구성의 구조적 역할을 한다고 알려져 있다(Krishna 1990; Youn 2005).

한편 Choi et al.(2009)의 연구에 의하면 서리태와 서목태의 몰리브덴 함량은 각각 32.70 ㎍/100g, 7.83 ㎍/100g으로 본 연구에 비해 비교적 낮게 검출되었고, 구리의 함량은 각각 1063 ㎍/100g, 1470 ㎍/100g로 본 연구결과와 비슷하였으며, 셀레늄의 함량은 각각 3.7 ㎍/100g, 3.9 ㎍/100g로 본 연구결과가 다소 높게 검출됨을 알 수 있었다. 또한, Kim et al.(2009)의 연구에 따르면 113 종의 국산 콩 장려품종의 칼슘, 마그네슘, 아연, 칼륨의 함량은 각각 58.6-317.7 mg/100g, 55.9-308.5 mg/100g, 2.2-11.1 mg/100g, 296.9-1674.4 mg/100g으로 본 연구결과는 이 범위 안에 포함됨을 알 수 있었고, Moon et al.(2011)은 백태, 서리태, 서목태의 칼슘, 구리, 칼륨, 마그네슘, 아연의 함량은 각각 30.08-38.30 mg/100g, 0.94-1.59 mg/100g, 788.85-1047.02 mg/100g, 128.81-191.61 mg/100g, 1.89-2.50 mg/100g로 본 연구결과와 비교했을 때 아연, 구리는 비슷했으나 그 이외의 무기질은 낮았다. 이상의 결과에서 콩의 품종에 따라 무기질 함량이 다른 것을 알 수 있었으며 같은 품종이라도 무기질 함량이 다른 것은 재배환경과 환경요인, 건조방법 등에 따라 많은 영향을 받는 것으로 생각된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 콩의 품종(백태, 서리태, 흑태, 서목태) 및 조리방법(생것, 삶기, 볶기)에 따른 회분 함량과 무기질 함량에 대한 정보를 제시함으로 콩의 섭취 및 가공 등에 대한 기초자료의 기반을 마련하고자 했다. 콩의 품종별 회분 함량은 생것의 경우 백태 5.50%, 서리태 5.25%, 흑태 5.07%, 서목태 5.59%였으며, 백태와 서목태가 서리태와 흑태보다 회분 함량이 높은 것으로 나타났다($p<0.05$). 각 품종의 콩을 삶았을 때의 회분 함량은 조리하지 않은 생콩에 비해 0.52-0.74% 감소하였으며, 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다($p<0.05$). 볶았을 경우의 회분 함량은 조리하지 않은 생콩에 비해 백태는 0.06% 감소하였고 서리태, 흑태, 서목태는 0.08-0.19%증가하였으나 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다($p>0.05$). 생콩의 품종에 따라서 무기질 함량이 전반적으로 유의적 차이가 있으나($p<0.05$), 일정한 경향은 나타나지 않았다. 또한 품종 별 생콩의 무기질 10종을 분석한 결과, 무기질은 칼륨, 인, 마그네슘, 칼슘으로 무기질 총량 대비 각각 60.80-65.61%, 20.73-24.26%, 6.90-8.46%, 5.79-8.60%를 차지하였고, 주요 무기질의 총 함량은 99.70-99.74%로 대부분을 차지했다. 또한 조리방법에 따른 무기질 함량은 삶았을 때, 칼륨, 마그네슘, 인, 몰리브덴의 함량이 감소하는 경향이었으며, 생콩과 비교하였을 때 유의적 차이가 나타났다($p<0.05$). 볶았을 경우의 무기질 함량은 생콩과 비교하였을 때 콩의 품종별 무기질 종류에 따라서 함량이 변화가 없거나 감소 및 증가 하는 등 일정한 경향은 나타나지 않았다. 이는 조리방법에 따라서 콩을 물에 일정시간 불린 후 끓은 물에 삶는 동안 다수의 수용성 무기질 등이 빠져 나감에 따라 회분 및 무기질 함량이 감소하였으며, 볶음의 경우 콩이 익을 때까지 볶음에 따라 이는 수분을 증발시켜 주는 과정이므로 삶기와 달리 수용성 무기질 등이 빠져 나갈 수 없음은 물론 농축시켜주는 역할을 하여 무기질 함량이 증가하거나 일정하였다. 즉 생것에 비해 삶기 및 볶기의 조리방법에 따라 삶았을 때는 무기질 함량의 손실이 있었으며, 볶았을 때는 무기질 함량이 손실되기 보다는 증가하거나 일정한 것으로 연구됨에 따라 콩을 삶는 것 보다는 볶는 조리방법이 무기질의 손실 없이 섭취가능하다고 사료된다.

References

Agresearch Magazine(2006) Breeding better beans increasing disease resistance in common beans. Available from https://agresearchmag.ars.usda.gov/2006/jun/beans [cited 2017 July 25]

Bae EA, Moon GS(1997) A study on the antioxidative activities of Korean soybeans. J Korean Soc Food Sci Nutr 26(2), 203-208

Cho JH(2012), Preparation and characteristics of soybean meats prepared by different soybean cultivars. Master's Thesis, Kyongpook National University, pp1-33

Choi MK, Kang MH, Kim MH(2009) The analysis of copper, selenium, and molybdenum contents in frequently consumed foods and an estimation of their daily intake in Korean adults. Biol Trace Elem Res 128(2), 104-117

Egounlety M, Aworh OC(2003) Effect of soaking, dehulling, cooking and fermentation with Rhizopus oligosporus on the oligosaccharides, trypsin inhibitor, phytic acid and tannins of soybean (*Glycine max* Merr.), cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) and groundbean (*Macrotyloma geocarpa* Harms). J Food Eng 56(2-3), 249-254

Fecher PA, Goldmann I, Nagengast A(1998) Determination of iodine in food samples by inductively coupled plasma mass spectrometry after alkaline extraction. J Anal At Spectrom 13(9), 977-982

Kim KC, Hwang IG, Yoon GM, Song HL, Kim HS, Jang KI, Jeog HS(2009) Minerals, oxalate and phytate contents of recommended soybean cultivates in Korea. J Korean Soc Food Sci Nutr 38(7), 870-878

Kim MJ, Kim KS(2005) Functional and chemical composition of Hwanggumkong, Yakong and Huktae. Korean J Food Cook Sci 21(6), 844-850

Kim SH(2010) A study on the use of health functional foods and its related influencing factors of university students in Korea. Korean J Food Cult 25(2), 150-159

Kim SY, Seo DW, Park JS, Kim SN, Choi YM, Nam JS(2017) Food composition of raw, boiled, and roasted sweet potatoes. Korea J Community Living Sci 28(1), 59-68

Krishna GG(1990) Effect of potassium intake on blood pressure J Am Soc Nephrol 1(1), 43-52

Kwon SH(1972) Origin and importance of protein and oil of Korean soybean. Korean J Food Sci Technol 4(2), 158-161

Lee MH, Park YH, Oh HS, Kwak TS(2002) Isofalvone content in soybean and its processed products. Korean J Food Sci Technol 34(3), 365-369

Lee S, Lee YB, Kim HS(2013) Analysis of the general and functional components of various soybeans. J Korean Soc Food Sci Nutr 42(8), 1255-1262

Lim SS, Lim SY, Yean YH, Min JS, Kim BH, Ka MK, Cho DU(2011) Change and analysis of vocal cords vibration and voice energy by intaking Black bean tea. Korean Inst Communication Sci 2011(6), 980-981

Lim SY(2010) Comparison of effect of various types of soybeans on mutagenicity and growth of human cancer cell lines. J Life Sci 20(10), 1532-1537

Ministry of Food and Drug Safety(2016) Korean food standards codex. Korean Food Industry Association, Seoul, Korea, 55-63

Moon HK, Lee SW, Moon JN, Kim DH, Yoon WJ, Kim GY(2011) Quality characteristics of various beans in distribution. J East Asian Soc Diet Life 21(2), 215-221

Park EJ, Shin JI, Park OJ, Kank MH(2005) Soy isoflavone supplementation alleviates oxisative stress and improves systolic blood pressure in male spontaneously hypertensive rats. J Nutr Sci Vitaminol 51(4), 254-259

Park MY, Lee GS, Park SJ(2010) Power food-super food. Seoul: blue happiness publishing Co.

Rural Development Administration(2011) Standard Food Composition Table. 8th revision, 94-97

Sa JH, Shin IC, Jeong KJ, Shim TH, Oh HS, Kim YJ, Cheung EH, Kim GG, Choi DS(2003) Antioxidative activity and chemical characteristics from different organs of small black soybean (Yak-Kong) grown in the area of Jungsun. Korean J Food Sci Technol 35(2), 309-315

Shin Y, Kim SD, Kim BS, Yun ES, Chang MS, Jung, SO, Lee YC, Kim JH, Chae YZ(2011) The content of minerals and vitamins in commercial beverages and liquid teas. J Food Hyg Saf 26(4), 322-329

Son DY, Kim YJ(2010) Allergenicity of soybeans depending on their variety. Korean J Food Sci Technol 42(5), 627-631

Source United States Department of Agriculture(2017) Global soybean production. Available from http://www.globalsoybeanproduction.com [cited 2017 July 25]

Statistics Korea(2016) The statistics of bean production in Korea. Available from https://sgis.kostat.go.kr [cited 2017 July 26]

Toda T, Sakamoto A, Takayanagi T, Yokotsuka K(2000) Changes in isoflavone compositions of soybean foods during cooking process. Food Sci Technol Res 6(4), 314-319

Wikipedia®(2017) About soybean. Available from https://en.wikipedia.org/wiki/Soybean [cited 2017 July 25]

Youn HS(2005) New nutritional concepts of vitamins and minerals. Korean J Ped 48(12), 1295-1309