

검은콩 첨가 비율에 따른 앙금의 품질 특성

†송영은 · 한현아 · 이송이 · 신소희 · 최소라* · 송은주** · 권석주*

전라북도농업기술원 지방농업연구소, *전라북도농업기술원 작물연구과 지방농업연구소,

**전라북도농업기술원 농업환경과 지방농업연구소

Quality Characteristics of Black Soybean Sediments according to Different Addition Ratio of Black Soybean

†Young Eun Song, Hyun Ah Han, Song Yee Lee, So Hee Shin, So Ra Choi*, Eun Ju Song** and Suk Ju Kwon*

Researcher, Division of Crops & Food, Jeollabuk-do Agricultural Research & Extension Services, Iksan 54591, Korea

*Senior Researcher, Division of Crops & Food, Jeollabuk-do Agricultural Research & Extension Services, Iksan 54591, Korea

**Senior Researcher, Division of Agricultural Environment, Jeollabuk-do Agricultural Research & Extension Services, Iksan 54591, Korea

Abstract

This study investigated the quality characteristics of black soybean sediments to diversify the availability of soybean. The cooking method selected for black soybean sediment preparation was a pressure cooking process without soaking, considering the isoflavone content. The black soybean sediments were prepared by the addition of 0, 10, 30, 50 and 100% (w/w) black soybean. When 0% to 100% black soybean was added to the black soybean sediments, the moisture and crude protein contents increased from 53.17% to 54.41% and from 12.07% to 21.68%, respectively. The total isoflavone content of the black soybean sediments was increased from 2.69 µg/g to 696.09 µg/g, respectively, by the addition of black soybean. The anthocyanin content of the black soybean sediments ranged from 279.29 µg/g to 387.8 µg/g by the addition of black soybean. The total polyphenol content and the total flavonoid content of the black soybean sediments range from 1.72 mg/g to 2.00 mg/g and 0.89 mg/g to 0.92 mg/g, respectively, by the addition of black soybean. Given the isoflavones, total polyphenol, and anthocyanin content of the black soybean sediments, it is appropriate that the ratio of added black soybeans is at least 50% after the pressure-cooking process, regardless of soaking.

Key words: black soybean, sediment, quality, isoflavone

서 론

콩은 식물 분류학적으로 콩과(Leguminosae)에 속하는 식물로 650속 18,000종이 있으며, 콩(*Glycine max* L. Merrill)은 우리나라를 비롯한 아시아, 아프리카, 오스트레일리아 등지에 널리 분포한다(Im 등 2016). 우리나라에서 재배되는 콩의 국내 재배면적은 2019년 58,537 ha, 생산량은 105,340 톤으로 2018년 대비 각각 15.6%, 17.8% 증가하였다(Ji & Kim 2020). 콩은 단백질 40%, 지방 20%, 탄수화물 35%를 포함하고 있는 고단백 고에너지 급원으로 토코페롤(tocopherol),

이소플라본(isoflavone), 사포닌(saponin), 피트산(phytic acid), 식물성스테롤(phytosterol), 기능성 펩타이드(peptide) 등 생리활성성분들을 함유하고 있다(Isanga & Zhang 2008). 콩의 대표적인 기능성 성분인 이소플라본은 에스트로젠(estrogen)과 구조적으로 유사하여 식물성 에스트로젠(phytoestrogen)으로 분류되며, 폐경기 여성의 골다공증 예방 효과가 보고된 바 있다(Uesugi 등 2002). 또한, 토코페롤에 의한 항산화 활성(Lee 등 2015a), 콩 펩타이드에 의한 항염증 효과(Kwak 등 2016) 등 지속적인 연구가 보고되어 건강식품으로서의 관심이 증가하고 있다.

† Corresponding author: Young Eun Song, Researcher, Division of Crops & Food, Jeollabuk-do Agricultural Research & Extension Services, Iksan 54591, Korea. Tel: +82-63-290-6042, Fax: +82-63-290-6059, E-mail: sjm964@korea.kr

가능성 식품 중 검은콩은 안토시아닌(anthocyanin) 색소를 다량 함유하고 있으며, 이러한 안토시아닌 색소는 노화 억제, 항균, 돌연변이성 억제, 콜레스테롤 저하, 시력 개선, 혈관 보호, 항괴양 및 항산화 등 여러 가지 생리활성이 보고되어 있다(Tsuda 등 1996; Kwon 등 2007). 또한 검은콩에는 레시틴, 리놀산, 이소플라본, 사포닌 등으로 이루어져 있으며, 그 이외에 아미노산인 리신, 아스파라긴산, 글루타민산이 다량 함유되어 있어 심장병과 고혈압의 치료에 좋은 생약이 되며, 대사를 촉진시키고 피를 맑게 해 주며, 신장병 치료와 간, 신장 해독에 도움을 준다고 알려져 있다(Jeong & Yoo 2010).

콩을 이용한 고추장, 된장 등 전통 식품의 국내 시장 규모는 2017년 기준 7,230억원, 두부 및 가공 두부 소매시장 규모는 4,498억원, 두유 시장규모는 3,790억원이며, 두유 시장은 전년 대비 1.65% 증가하였다(aTFIS 2019). 콩 전통식품의 국내 시장 규모는 점차 감소하고 있지만, 간편식 콩 가공제품, 디저트에 대한 요구도는 높아지고 있으며, 논 타작물 재배지원 사업과 수매물량 확대 등으로 콩의 생산량도 증가하고 있어 다양한 가공품 개발이 필요하다(Kim SR 2000; Park JS 2019). 혼반용으로만 주로 사용되던 검은콩은 기능이 알려지면서 두부, 요구르트(Bang & Jeong 2007), 냉동 블루베리 분말 혼합 파운드 케이크(Lee HJ 2013), 스낵(Song 등 2011a) 등 가공식품 원료로 이용되고 있다.

앙금은 일반적으로 떡, 과자, 빵 등에 충전하는 재료(소)를 가리키는 말로써(KoSFoST 2004), 팥은 20~25% 단백질과 비타민 B₁, 글루타민산, 리신을 함유하고 있으며, 55~70%의 탄수화물을 포함하고 있어 앙금 제조에 이용되고 있다(Lee 등 2015b). 팥에 대한 연구로는 물엿농도와 열처리에 따른 팥앙금 변화(Rho & Lee 2006), 품종에 따른 팥 앙금의 품질특성(Song 등 2011b)과 재배방법에 따른 팥의 항산화성 및 앙금 특성(Woo 등 2016) 등이 보고되어 있다. 팥 이외에도 전분 함량이 높은 완두나 밤고구마 등도 사용되고 있으며, 최근에는 기호도의 다양성을 위하여 유자, 커피, 호박, 썩 등으로 맛과 향을 낸 앙금도 시판되고 있으며, 팥죽이나 떡, 빵, 과자 등의 속 재료뿐만 아니라, 양갱, 빙과 제조용으로도 많이 이용되고 있다(Song 등 2011b). 이처럼 팥 앙금의 소비 증가로 국산 팥가격이 증가하여 이를 대체할 수 있는 검은콩 앙금 제조 방법을 개발하여 베이커리 등 다양한 가공식품에 이용하고자 검은콩 첨가 비율에 따른 앙금의 이화학적 품질 특성을 분석하였다.

재료 및 방법

1. 시험재료 및 시약

시험에 사용된 콩은 2018년 전북 김제에서 생산된 검은

콩(서리태)을 농업회사법인(유) 두레마을에서, 팥은 부안 해뜰 참 영농조합에서 구입하여 사용하였다. 시약 Folin-Ciocalteu's phenol reagent, rutin, gallic acid, ABTS(2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) 및 이소플라본 표준품 daidzin, genistin, glycitin, daidzein, genistein, glycitein은 Sigma Aldrich Co.(St. Louis, Mo, USA)에서 구입하였다. 앙금의 분석 시료는 시험처리별로 제조된 앙금을 동결건조기(PVTFD 10R, Ilshinlab, Korea)로 건조한 후 100 mesh로 분쇄하여 -20℃에서 냉동(C110AHB, LG Electronics, Changwon, Korea) 보관하면서 사용하였다.

2. 시료 전 처리 및 앙금 제조

앙금 제조 전 적정 전처리 조건을 선별하기 위하여 삶기 전 침지 방법을 16시간 침지, 무침지로 나누어 처리한 후 각각의 시료를 고온고압(Hirayama, JP/HVA-85, Tokyo, Japan), 상압(RSB-2PRF, Rinnai, Seoul, Korea)으로 가열하였다. 시료로 사용한 검은콩 100 g을 3회 세척한 다음 사용하였으며, 무게 대비 3배 물에 침지 후 고온고압 처리는 침지한 물은 버리고 콩 무게 대비 1.5배의 물을 첨가하여 121℃, 0.1MPa 압력으로 20분 동안 처리하였다. 침지 후 상압 처리 역시 침지한 물은 버리고 물 1 L를 첨가한 후 상압에서 강불로 가열하여 끓어오르면 중불로 조절한 후 40분 동안 가열하였다. 무침지 고온고압 처리는 침지처리 시와 동일하게 실시하였으며, 무침지 후 상압처리와 침지 상압처리와 동일하게 처리하여 가열 시간을 70분으로 조정하였다.

앙금 제조는 침지하지 않고, 고온고압으로 삶아 마쇄(HBS-D1100P, Printec Co., Daegu, Korea)한 후 원료 무게의 70%를 설탕과 올리고당을 1 : 1 비율로 첨가하였고, 소금은 0.25%를 첨가한 다음 중불로 가열 후 방냉하여 앙금 시료로 사용하였다. 검은콩 첨가 비율은 팥 대비 0%, 10%, 30%, 50%, 100%로 하였다.

3. 품질 분석

1) 수분 및 조단백질 함량

수분 함량은 AOAC(1990)에 따라 105℃ 상압건조법으로 분석하였는데, 앙금시료 1 g을 dry oven(WTC BINDER GmbH, Tuttlingen, Germany)에서 105℃에서 5시간 가열한 후, 30분 방냉을 반복하여 항량이 될 때까지 건조하여 백분율(%)로 계산하였다. 조단백질 함량은 동결건조된 시료 1 g을 AOAC(1990)에 따라 켈달자동분석기(2300 Kjeltac Analyzer Unit, Foss Tecator AB, Hoganas, Sweden)를 이용하여 분석을 수행한 후 질소 계수 5.71를 곱하여 조단백질 함량을 계산하였다.

2) pH와 당도

pH와 당도는 시료 1 g을 10배 증류수로 희석하여 pH 미터(Seven Excellence TM, Mettler Toledo, Switzerland)와 디지털 당도계(Atago, PAL-1, Japan)를 이용하여 측정된 후 당도는 희석배수를 곱하였다.

3) 색도

색도는 색도계(CM-5, Konica Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)를 측정하였다.

4. 이소플라본 함량 분석

동결건조 분말 1 g을 메탄올 10 mL에 25°C, 30분 동안 초음파 추출하여 원심분리(3,000 rpm, 10분, 20°C)하고 25 mL로 정용하여 0.45 µm 필터로 여과 후 분석 시료로 사용하였다. 이소플라본 분석은 Jung 등(2016) 방법으로 아래와 같이 High Performance Liquid Chromatography로 분석하였다. 분석 장비는 Ultimate 3000 UHPLC system(Thermo Fisher Scientific, Sunnyvale, CA, USA)을 이용하여 칼럼 Capcell Pak C₁₈ MG(4.6×250 mm, 5 µm, Shiseido Co., Ltd., Tokyo, Japan), 칼럼 온도 40°C, UV 검출기 260 nm에서 분석하였다. 이때 이동상의 gradient 조건은 A용매(water/methanol/acetic acid, 88/10/2, v/v)와 B용매(methanol/acetic acid, 98/2, v/v)비율을 90 : 10(0분) → 60 : 40(21분) → 60 : 40(32분) → 40 : 60(35분) → 90 : 10(36분)으로 하였으며, 유속은 1.0 mL/min 조건으로 설정하였다.

5. 총 폴리페놀 함량 분석

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu's법(Singleton & Rossi 1965)을 변형하여 측정하였다. 시료 1 g에 50% 메탄올 30 mL를 넣고 14시간 실온 추출하여 여과(Advantec No. 2, Toyo Roshi Kaisha, Ltd. Tokyo, Japan)하여 추출액으로 사용하였다. 각 추출액 100 µL에 2%(w/v) Na₂CO₃ 용액 1 mL를 첨가하여 3분간 방치한 후 50%(w/v) Folin-Ciocalteu's reagent 100 µL를 첨가하여 반응액을 30분간 상온 방치한 후 ELISA microplate reader(Epoch2, Biotek, Winooski, Vermont, USA)로 흡광도(750 nm)를 측정하였다. 추출물의 총 폴리페놀 함량은 gallic acid를 표준물질로 사용하여 검량선을 작성한 후 시료 1 g 중 mg으로 표시하였다.

6. 총 플라보노이드 함량 분석

총 플라보노이드 함량은 Davis WB(1947) 방법을 변형하여 측정하였다. 시료는 총 폴리페놀 함량 분석 시료와 동일하게 추출하였다. 즉, 시료 0.1 mL에 diethylene glycol 0.15 mL를 가하여 혼합하고, 이어서 1 N NaOH 용액 20 µL를

가한 다음 혼합 후 37°C에서 1시간 동안 반응하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. Rutin을 이용하여 작성한 검량 곡선으로부터 총 플라보노이드 함량을 구하였다.

7. 총 안토시아닌 함량 분석

총 안토시아닌 함량은 pH-differential법(Giusti & Wrolstad 2001)으로 측정하였다. 양금 시료 1 g을 80% 메탄올 25 mL를 넣고 초음파 30분 추출하여 원심분리(4,500 rpm, 10 min) 후 상층액을 취하여 여과(Advantec No. 2, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Tokyo, Japan)한 후 이를 2회 반복하여 50 mL로 정용하였다. 추출된 시료 각각 1 mL에 2.5 mM potassium chloride buffer(pH 1.0) 1 mL와 400 mM sodium acetate buffer(pH 4.5) 1 mL를 첨가한 후 실온에서 510 nm와 720 nm에서 흡광도를 측정하였다. 안토시아닌 함량은 cyanidin-3-glucoside equivalents의 molecular weight(MW)와 molecular extinction coefficient(ε) 값을 통하여 산출하였다.

8. ABTS 라디칼 소거활성 분석

ABTS 라디칼 소거활성은 Arnao 등(2001)의 방법을 변형하여 측정하였다. 분석시료는 80% 메탄올을 사용하여 이소플라본 함량 분석법과 동일하게 추출하였다. ABTS 7 mM 용액과 potassium persulfate 245 mM 용액을 조제한 후, 암소에서 12~16시간 반응 후 100% 에탄올로 희석하여 흡광도가 0.70±0.02가 되도록 조정된 후 ABTS 용액 3 mL와 시료 30 µL를 혼합하여 30°C, 20분 반응시켜 흡광도 734 nm에서 측정하였다.

9. 물성 측정

물성은 제조된 양금 시료를 페트리디쉬(450 mm×150 mm)에 가득 채워 물성측정기(TA-XT 2 plus, Stable micro system, Godalming, England)를 이용하여 pre-test speed 1.0 mm/s, test speed 40 mm/s, post-test speed 10 mm/s, distance 3.0 mm, P/5 stainless cylinder probe, load cell 5 kg으로 설정하여 Hardness(g), Adhesiveness(g·sec)를 측정하였다. 처리당 5반복 실시하였고, 반복 시료당 5회 반복 측정하였다.

10. 통계처리

실험값에 대한 통계분석은 SAS 9.1 program(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여, one-way analysis of variance (ANOVA)로 분석한 후 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 검은콩 전 처리 방법에 따른 이소플라본 함량 변화

가공 전 콩은 침지를 통해 조직의 연화와 조리 시간 단축을 하지만 과침지 시 수용성 영양소의 손실이 발생하게 된다. 또한 생콩의 경우, 단백질 분해 저해인자(trypsin inhibitor)로 인해 콩 단백질 흡수가 방해되고 소화와 지장을 주기 때문에, 열처리를 통한 단백질 분해 저해 인자(trypsin inhibitor)를 불활성화시켜 콩 단백질의 소화와 흡수를 높여 줄 뿐만 아니라, 식감을 좋게 할 수 있다(Anderson & Wolf 1995). 본 실험에서는 침지 소요 시간 단축을 위하여 삶기 전 16시간 침지와 무침지를 실시한 후 각 시료를 고온고압과 상압으로 삶는 처리를 하여 콩 주요 성분인 이소플라본의 변화를 알아보았다. 그 결과는 Table 1과 같이 가열 처리한 검은콩의 이소플라본 함량은 조리방법에 따라 달랐으나, 가열 전 이소플라본 함량 94.06 µg/g보다 높았다. Chien 등(2005)은 이러한 결과가 100°C 이상의 열에 의해 malonylgenistin(MG), acetylgenistin malonyl기가 붙은 이소플라본 이성질체들이 genistein과 genistein으로 전환되어 총 이소플라본 함량이 증가한다고 보고하였다. 침지 후 고온고압과 상압처리에서 이소플라본 함량이 각각 750.76 µg/g, 438.38 µg/g으로 고온고압 처리에서 유의적으로 높았으며, 무침지 역시 고온고압, 상압 처리에서 이소플라본 함량이 각각 736.30 µg/g, 306.69 µg/g으로 고온고압에서 유의적으로 높았으나($p < 0.05$), 고온고압의 경우 침지 여부에 따른 유의적 차이는 나타나지 않았다. 이소플라본 형태별 성분함량을 분석한 결과, 배당체(glycosides) 이소플라본 가운데 genistin 함량이 높았고, 비배당체(aglycones) 이소플라본 중에서는 glycitein 함량이 가장 높았다. Shin & Joo(2016)도 역시 조리방법별 쥐눈이콩의 이소플라본 함량을 비교한 결과, 고압 처리에서 725.12 µg/g, 상압처리에서 529.05 µg/g으로 고압

처리에서 높아 본 연구 결과와 같은 양상을 나타내었다. 이러한 결과는 식품 내에 이소플라본은 콩 품종(Izumi 등 2000; Setchell KDR 2000)에 따라 함량이 다르며, 조리과정 및 조리방법에 따라 배당체와 비배당체의 함량 변화(Moon 등 1996)가 있기 때문으로 생각된다. 본 연구 결과, 고온고압 처리 시 침지 여부가 이소플라본 함량에는 유의적인 차이를 나타내지 않아 침지 소요시간 등을 고려하여 앙금 제조 전 검은콩을 침지하지 않고 고온고압 방법으로 삶기 처리를 하였다.

2. 검은콩 첨가비율별 앙금의 품질특성

검은콩 첨가비율별로 제조된 앙금의 품질 특성은 Table 2와 같다. 첨가비율별 앙금의 수분 함량은 53.17~54.51% 범위를 나타내었으며, 검은콩 100% 첨가시 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 본 실험 결과는 검은콩 양갱 제조에 사용된 앙금의 수분 함량이 56.07%라는 보고(Joo MJ 2007)와 비슷하였으나, 강낭콩, 렌틸콩 건조 앙금의 수분 함량 9.5~10.13%, 15.63%보다는 높았다(Noh 등 2016). 이들 건조 앙금은 전분을 가라앉혀 그 전분을 이용하여 제조한 고운 앙금이며, 본 연구는 콩을 삶은 후 껍질까지 으깨어 사용하는 으깬 앙금으로 제조되어 수분 함량이 높았던 것으로 생각되었다. pH는 검은콩 첨가비율에 따라 유의적 차이를 나타내지 않아 pH에 영향을 주지 않는 것으로 나타났는데, Noh 등(2016)의 연구에서도 렌틸콩 첨가량에 따라 pH의 유의적 차이를 나타내지 않아 본 연구와 같은 결과를 나타내었다. 당도는 검은콩 첨가비율이 증가할수록 높았으며, 이는 팥, 녹두, 검은콩의 물 추출액의 유리당을 측정된 결과, 검은콩의 fructose 함량이 2.7%, sucrose 함량이 30.1%이며, 팥 7.4%, 녹두 10.7%보다 sucrose 함량이 높았다고 보고한 Koh 등(1997)의 결과와 같다. 아로니아 분말을 2~10% 첨가한 앙금의 당도 역시 첨가 비율에 따라 4.63~6.10 °Bx를 나타내었

Table 1. Changes of isoflavones components of black soybean according to the cooking process

Cooking process	Isoflavones (µg/g)							
	Glucosides			Aglycones			Total	
	Daidzin	Glycitin	Genistin	Daidzein	Glycitein	Genistein		
Soaking	Pressure cooked	235.87±0.04 ^{2)a3)}	34.49±1.31 ^b	397.24±0.81 ^a	8.72±4.04 ^a	61.24±0.31 ^b	13.20±4.62 ^a	750.76±8.43 ^a
	Boiled cooked	138.98±7.81 ^b	12.71±0.80 ^c	265.38±17.98 ^b	2.37±0.38 ^b	15.35±0.01 ^c	3.59±0.31 ^b	438.38±25.89 ^b
Non-soaking	Pressure cooked	224.07±12.68 ^a	36.84±0.43 ^a	380.15±29.94 ^a	7.22±0.16 ^a	80.83±7.99 ^a	9.87±0.83 ^a	736.30±52.74 ^a
	Boiled cooked	98.55±6.42 ^c	14.11±2.13 ^c	175.77±14.58 ^c	1.74±0.51 ^b	15.63±0.03 ^c	2.68±0.01 ^b	306.69±21.22 ^c
Control ¹⁾		94.06±4.65 ^c	10.17±0.02 ^d	160.51±7.81 ^c	1.44±0.33 ^b	ND	1.66±0.01 ^b	267.85±12.52 ^c

¹⁾ Un-cooking process.

²⁾ Mean±S.D.

³⁾ Means with different letters (^{a-d}) within the same column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 2. Changes of characteristics of black soybean sediments according to addition of black soybean

Addition of black soybean (%)	Moisture content (%)	pH	Soluble solid content (°Bx)	Crude protein content ** (%)
0*	53.17±0.29 ^{1)c2)}	6.67±0.01 ^{nd3)}	27.00±0.06 ^c	12.07±0.11 ^c
10	53.75±0.43 ^b	6.67±0.01 nd	29.00±0.10 ^c	13.08±0.03 ^d
30	53.43±0.25 ^{bc}	6.67±0.01 nd	28.00±0.06 ^c	14.43±0.06 ^c
50	53.42±0.22 ^{bc}	6.67±0.07 nd	31.00±0.06 ^b	17.11±0.04 ^b
100	54.51±0.53 ^a	6.69±0.04 nd	33.00±0.01 ^a	21.68±0.03 ^a

¹⁾ Mean±S.D.

²⁾ Means with different letters (^{a-c}) within the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

³⁾ nd: Not different

*Red bean 100%, **Dry weight basis.

으며(Lee JA 2017), Choi 등(2011)은 텍스트린을 첨가하지 않은 팥 혼합 단감 앙금의 당도가 41.4 °Bx에서 텍스트린 10% 첨가시 53.1 °Bx로 증가하였다고 보고하였다. 앙금의 조단백질 함량은 검은콩을 첨가하지 않은 대조구에서 12.07%를 나타내었으나, 검은콩 첨가비율이 증가함에 따라 유의적으로 증가하여 검은콩 100% 첨가 시 21.68%로 가장 높았다($p<0.05$). 이러한 결과는 Joo MJ(2007)의 연구 결과인 검은콩 앙금의 조단백질 함량 25.31%와 비슷한 값을 나타내었다. 또한 본 연구 결과는 검은콩 50% 첨가 앙금에서 조단백질 함량 17.11%를 나타내어 렌틸콩 앙금 17.31%(Noh 등 2016), 동부 앙금 0.35%(Lee SY 1998)보다 비슷하거나 높았지만 강낭콩 앙금 22.22~25.94%(Cho & Park 1997)보다 낮았는데, 이는 콩 품종별 영양성분의 차이 결과로 생각된다.

검은콩 첨가 비율에 따른 앙금의 색도 변화는 Table 3과 같다. 검은콩을 첨가하지 않은 팥 앙금의 L값은 12.99, a값은 14.02, b값은 14.75이었다. 품종별 팥 앙금의 명도를 측정 한 Song 등(2011b)의 결과에서는 L값은 54.0~66.1, a값, b값은 각각 3.8~6.0, 6.4~12.8을 나타내어 본 시험 중 검은콩을 첨가하지 않은 팥 앙금과도 차이가 있었는데, 이는 팥의 품종, 앙금 제조과정 등에 따라 달라진 것으로 생각된다. 검은

콩 첨가 비율이 증가함에 따라 L값은 12.99에서 21.07로, b값은 14.75에서 17.62로 증가하였으나, a값은 14.02에서 7.56으로 감소하였다($p<0.05$). 이는 검은콩 첨가비율이 증가하고 팥의 비율이 감소함에 따라 점차 적색도는 감소하고, 명도, 황색도는 증가한 것으로 생각된다. Joo MJ(2007)는 검은 콩가루를 5~15% 첨가하여 앙금을 제조할 때 콩가루 첨가비율이 증가할수록 L값은 35.39~37.89까지 유의적으로 증가하였으며, a값은 2.41~1.55로 유의적으로 감소한다고 보고하였는데, 본 연구에서도 같은 결과를 나타내었다. 또한 검은콩 분말을 첨가한 스펀지케이크 제조에서도 검은콩 분말 첨가 비율이 증가할수록 L값과 b값은 감소하고, a값은 증가하는 결과를 나타내었다(Jeong & Yoo 2010). 이는 검은콩을 첨가한 제품 종류에 따라 다르게 나타났는데 이는 원료, 배합비율, 제조방법 등에 따라 달라지는 것으로 생각된다.

3. 검은콩 첨가비율에 따른 앙금의 이소플라본 함량 변화

검은콩 첨가비율에 따른 앙금의 이소플라본 함량은 Table 4와 같다. 검은콩 첨가비율이 증가할수록 이소플라본 함량은 유의적으로 증가하여 50% 첨가 시 353.01 µg/g, 100% 첨

Table 3. Changes of color value of black soybean sediments according to addition of black soybean

Addition of black soybean (%)	Color value		
	L ¹⁾	a	b
0*	12.99±1.04 ^{2)c3)}	14.02±0.26 ^a	14.75±0.47 ^d
10	14.57±0.84 ^b	12.98±0.12 ^b	15.20±0.04 ^c
30	15.57±0.69 ^b	11.25±0.08 ^c	15.72±0.02 ^b
50	16.03±0.14 ^b	10.10±0.15 ^d	15.62±0.24 ^{bc}
100	21.07±0.90 ^a	7.56±0.08 ^c	17.62±0.13 ^a

¹⁾ L: Lightness (black (0)~white (100)), a: Redness (red (+100)~green (-80)), b: Yellowness (yellow (+70)~blue (-70))

²⁾ Mean±S.D.

³⁾ Means with different letters (^{a-c}) within the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

*Red bean 100%.

Table 4. Changes of isoflavon contents of black soybean sediments according to addition of black soybean

Addition of black soybean (%)	Isoflavones ($\mu\text{g/g}$)						
	Glucosides			Aglycones			Total
	Daidzin	Glycitin	Genistin	Daidzein	Glycitein	Genistein	
0*	ND	1.13 \pm 0.03 ^d	1.57 \pm 0.01 ^d	ND	ND	ND	2.69 \pm 0.04 ^d
10	24.05 \pm 1.98 ¹⁾²⁾	4.86 \pm 0.44 ^d	45.56 \pm 3.73 ^d	0.17 \pm 0.01 ^d	4.36 \pm 0.35 ^d	0.32 \pm 0.03 ^d	79.32 \pm 6.54 ^d
30	60.43 \pm 0.48 ^c	12.81 \pm 0.06 ^c	100.64 \pm 0.63 ^c	1.00 \pm 0.03 ^c	15.00 \pm 0.45 ^c	1.33 \pm 0.01 ^c	191.21 \pm 1.66 ^c
50	114.88 \pm 1.51 ^b	19.62 \pm 0.22 ^b	184.84 \pm 2.63 ^b	1.95 \pm 0.10 ^b	29.01 \pm 0.12 ^b	2.70 \pm 0.04 ^b	353.01 \pm 4.42 ^b
100	229.94 \pm 11.43 ^a	40.72 \pm 1.97 ^a	359.24 \pm 18.24 ^a	4.48 \pm 0.10 ^a	56.26 \pm 2.02 ^a	5.44 \pm 0.22 ^a	696.09 \pm 33.97 ^a

¹⁾ Mean \pm S.D.

²⁾ Means with different letters (^{a-d}) within the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

*Red bean 100%.

가시 696.09 $\mu\text{g/g}$ 을 나타내었다($p<0.05$). 배당체(glycosides) 이소플라본에서는 검은콩 50%와 100% 첨가 시 genistin 함량이 각각 184.84 $\mu\text{g/g}$, 359.24 $\mu\text{g/g}$ 으로 높았고, 그 다음으로는 daidzin 함량이 114.88 $\mu\text{g/g}$, 229.94 $\mu\text{g/g}$ 을 나타내었다. 대두의 이소플라본은 대부분이 glycoside 형태인 genistin과 daidzin이 약 96~98%를 차지하며, 섭취할 경우 체내에서는 효소 등에 의해 가수분해되어 aglycone 형태로 전환되어 활성을 나타내는 것으로 알려져 있다(Tsukamoto 등 1995). 검은콩 50%와 100% 첨가 시 비배당체(aglycones) 이소플라본 중에서는 glycitein 함량이 29.01 $\mu\text{g/g}$, 56.26 $\mu\text{g/g}$ 으로 나타났는데, glycitein 성분은 검은콩 종피에 주로 많이 들어있어 항산화 효과를 나타내는 것으로 알려져 있다(Bae & Moon 1997). 이소플라본은 식물성 에스트로젠으로 알려지면서 골다공증(Somekawa 등 2001) 및 유방암(Wu 등 2008) 예방 효과가 있는 것으로 알려져 있어 검은콩 앙금 섭취에 따라 이소플라본의 기능성을 일부 보충할 수 있을 것으로 생각된다. 콩을 첨가하지 않은 팥 앙금에서도 배당체(glycosides) 이소플라본 genistin이 분석되었는데, Lee 등 (2015c)은 팥의 genistin과 비배당체 genistein이 예쁜 꼬마선충의 노화와 수명연장에 효능이 있다고 보고한 바 있다. 또한 Shim 등(2015)은 식품에서 14종의 이소플라본을 분석한 결과, 팥에서도 glycitin과 glycitein 함량이 각각 3.96 mg/kg, 2.19 mg/kg이 검출되었고, 검은콩에서는 배당체인 daidzin, glycitin, genistin 함량이 각각 177.6 mg/kg, 26.84 mg/kg, 244.56 mg/kg, 비배당체인 daidzein, glycitein, genistein 함량이 각각 159.09 mg/kg, 44.44 mg/kg, 199.24 mg/kg이었음을 보고하였다. 본 연구 결과, 검은콩 첨가 비율이 증가됨에 따라 배당체(glycosides) 이소플라본 함량과 동시에 비배당체(aglycones) 이소플라본 함량도 함께 증가하였다.

4. 검은콩 첨가비율에 따른 앙금의 기능성 함량 변화

폴리페놀 화합물은 방향족환을 가지고 당과 결합하는 배당체 형태로 존재하며, phenolic acid, quinone, tannin 등을 포함하고 있다. 또한 항산화, 항균, 항암, 혈압 강하 등 다양한 생리활성을 가지는 것으로 알려져 있으며, 그 중 플라보노이드는 flavonols, flavones, catechins 등 그 구조에 따라 다양한 생리활성을 갖는 것으로 보고되고 있다(Middleton & Kandaswami 1994). 검은콩 첨가비율에 따른 앙금의 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량은 Fig. 1과 같다. 검은콩의 총 폴리페놀 함량은 첨가비율이 증가함에 따라 1.74 mg/g에서 2.03 mg/g까지 증가하였으며, 총 플라보노이드 함량 역시 검은콩 첨가비율에 따라 0.87 mg/g에서 0.92 mg/g까지 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 콩을 첨가하지 않은 팥 앙금의 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량은 각각 1.74

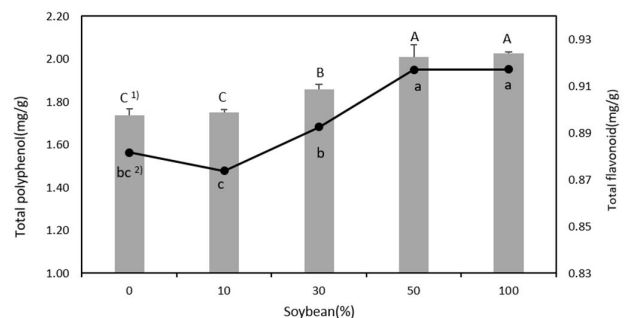


Fig. 1. Changes of total polyphenol and total flavonoid of sediments according to addition of black soybean. ¹⁾ Total polyphenol content means with different letters (^{A-C}) within the bar are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test. ²⁾ Total flavonoid content means with different letters (^{a-c}) on the line are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test. ³⁾ Total polyphenol content: bar (■), Total flavonoid content: line (—).

mg/g, 0.87 mg/g이었고, 검은콩 100% 첨가 시 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량은 각각 2.03 mg/g, 0.92 mg/g으로 팥 앙금에 비해 높은 함량을 나타내었다. 이는 Myung & Hwang(2008)의 연구 결과와 같이 검은콩 자체의 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량이 일반콩에 비해 높았기 때문으로 생각된다. 본 연구 결과, 검은콩 50% 이상 첨가 앙금에서 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량이 높아져 검은콩이 50% 이상 첨가되어야 기능 성분에 대한 효과가 있을 것으로 생각된다.

안토시아닌은 검은콩 종피의 주색소 물질로써 대표적인 색소로 delphinidin-3-glucoside, cyanidin-3-glucoside, petunidin-3-glucoside가 알려져 있으며, cyanidin-3-glucoside가 가장 높은 비율로 포함되어 있다(Choung 등 2001). 검은콩 앙금의 안토시아닌 함량은 Fig. 2와 같이 검은콩 첨가 비율에 따라 292.3~387.8 $\mu\text{g/g}$ 을 나타내며 유의적으로 증가하였다 ($p < 0.05$). 검은콩 100% 첨가 시 앙금의 안토시아닌 함량은 387.8 $\mu\text{g/g}$ 으로 콩을 첨가하지 않은 팥 앙금에 비해 1.39배 높았다. 콩의 항산화성을 나타내는 성분은 phenolic acid, flavonoid aglycone 또는 glycosides 등이며, 특히 검은콩의 종피에는 배당체 형태의 안토시아닌에 의해 강력한 항산화

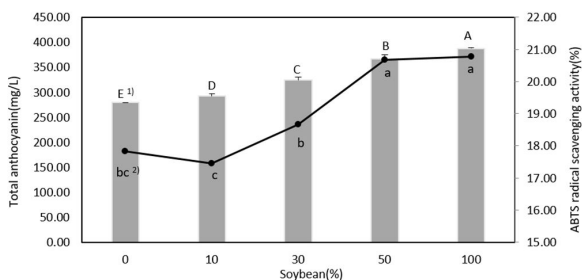


Fig. 2. Changes of total anthocyanin and ABTS radical scavenging activity of sediments according to addition of black soybean. ¹⁾ Total anthocyanin content means with different letters (A-E) within the bar are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. ²⁾ ABTS radical scavenging activity means with different letters (a-c) on the line are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. ³⁾ Total polyphenol content: bar (■), Total flavonoid content: line (—).

Table 5. Change of texture properties of black soybean sediments according to addition of black soybean

Addition of black soybean (%)	0	10	30	50	100
Hardness (g)	265.57±24.72 ^{1)a2)}	204.79±11.64 ^b	119.08±12.27 ^c	73.66±5.61 ^d	65.13±2.16 ^d
Adhesiveness (g · sec)	-1.49±0.52 ^a	-2.44±0.23 ^a	-4.26±2.07 ^a	-26.17±6.20 ^b	-26.97±2.30 ^b

¹⁾ Mean±S.D.

²⁾ Means with different letters (a-d) within the same row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

활성을 나타내는 것으로 알려져 있다(Furuta 등 2003). 또한 Choung 등(2001)은 항산화 활성을 가진 검정콩의 안토시아닌이 phenolic 물질들과 시너지 효과를 나타낼 것으로 추정하였다. 항산화 활성 측정 중 ABTS 라디칼 소거활성은 potassium persulfate와 반응에 의해 생성된 ABTS 자유 라디칼이 항산화 물질에 의해 제거되어 청록색으로 변화되는 것을 측정하는 방법으로 친수성 및 색소 물질을 함유하는 식물성 식품의 항산화 활성 측정은 DPPH 방법보다 더 높은 값을 나타낸다(Floegel 등 2011). 검은콩 첨가비율이 증가할수록 ABTS 라디칼 소거활성은 증가하여 검은콩을 첨가하지 않은 팥 앙금에서는 17.83%를 나타내었으나, 100% 첨가 시 20.77%까지 증가하였다. 이러한 ABTS 라디칼 소거활성 또한 검은콩 원료 자체가 가지는 안토시아닌 함량에 의한 효과로 생각된다. 검은콩 앙금의 ABTS 라디칼 소거 활성도 검은콩 50% 이상 첨가되었을 때 100% 첨가구와 비슷한 활성을 나타내어 검은콩 앙금 제조 시 첨가비율은 50% 이상 첨가되어야 할 것으로 생각된다.

5. 검은콩 첨가비율에 따른 앙금의 물성 변화

검은콩 첨가비율에 따른 앙금의 물성을 측정할 결과는 Table 5와 같다. 검은콩 첨가비율이 증가함에 따라 경도는 감소하고, 반면 부착성은 증가하였다. 검은콩을 첨가하지 않은 대조구의 경도는 265.57 g을 나타내었고, 검은콩 50% 첨가 시 73.66 g, 검은콩 100%로 제조된 앙금은 65.13 g을 나타내었으며, 유의적으로 감소하였음을 확인하였다($p < 0.05$). Joo MJ(2007)는 검은콩 양갱 제조 시 콩가루 함유량이 높을수록 경도가 낮아지는 결과를 보였는데, 이는 검은콩을 첨가하지 않은 대조구(팥)는 전분입자가 단백질 matrix에 쌓여 있는 특이한 구조적 특성을 가지고 있어 경도가 높았던 것으로 생각되며, 검은콩 첨가비율이 증가함에 따라 적색도가 점차 감소되면서 경도가 감소하는 것으로 생각된다. 검은콩을 첨가하지 않은 팥 앙금에 비해 경도가 감소하므로 떡, 빵 등의 충전 재료(소) 이외의 이에 맞는 앙금 적용 제품 개발을 고려해야 할 것으로 생각된다.

요약 및 결론

콩 재배면적 확대와 팥 소비 증가에 따른 국산 팥 가격 상승으로 팥을 대체할 수 있는 검은콩 양금을 제조하기 위하여 검은콩 첨가비율별 이화학적 특성을 조사하였다. 양금 제조 전 적정 전처리 선발을 위해 침지와 무침지, 고온고압 및 상압으로 삶기 처리하여 이소플라본 함량을 조사한 결과, 침지 여부에 따른 유의적인 차이는 없었으나, 고온고압에서 이소플라본 함량이 각각 750.76 µg/g, 736.30 µg/g으로 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 양금의 수분 함량은 첨가비율이 증가할수록 53.17~54.51%까지 증가하였으며, pH와 당도도 첨가비율에 따라 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 양금의 조단백질 함량 역시 검은콩 비율이 증가함에 따라 12.07~21.68%로 유의적으로 증가하였고($p < 0.05$), 검은콩 100% 첨가 시 21.68%로 가장 높았다. L값과 b값은 첨가비율에 따라 각각 12.99~21.07, 14.75~17.62 범위를 나타내며 증가하였으나, a값은 14.02에서 7.56으로 감소하였다($p < 0.05$). 검은콩 첨가 비율이 0%에 100%까지 증가함에 따라 이소플라본 함량은 2.69 µg/g에서 696.09 µg/g으로 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 배당체(glycosides) 이소플라본인 genistin, 비배당체(aglycones) 이소플라본인 glycitein 함량이 첨가비율 증가에 따라 1.57 µg/g에서 359.24 µg/g, 4.36 µg/g에서 56.26 µg/g까지 높게 나타났으며, 총 폴리페놀 함량 및 총 플라보노이드 함량 역시 검은콩 첨가비율이 증가됨에 따라 유의적으로 증가함을 알 수 있었다($p < 0.05$). 검은콩을 0%에서 100%까지 첨가함에 따라 총 안토시아닌 함량도 292.3 µg/g에서 387.8 µg/g까지 증가하여 검은콩 100% 첨가 시 검은콩을 첨가하지 않은 팥 양금 대비 1.39배 높았으며, ABTS 라디칼 소거 활성도 첨가비율에 따라 증가하였다. 물성은 검은콩 첨가비율이 증가함에 따라 경도는 감소하고 반면 부착성은 증가하였다($p < 0.05$). 본 연구 결과, 이소플라본 함량, 안토시아닌 함량 등 기능성 함량과 이화학적 품질 특성을 종합하여 볼 때 검은콩 양금은 원료의 침지 여부에 관계없이 고온고압으로 처리하여 검은콩을 50% 이상 첨가하여 제조하는 것이 적절할 것으로 생각되었다.

References

- Anderson RL, Wolf WJ. 1995. Compositional changes in trypsin inhibitors, phytic acid, saponins and isoflavones related to soybean processing. *J Nutr* 125:581S-588S
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. p.335. Association of Official Analytical Chemist
- Arnao MB, Cano A, Acosta M. 2001. The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chem* 73:239-244
- aTFIS. 2019. Processed food submarket report. Available from <https://www.atfis.or.kr/article/M001050000/list.do> [cited 9 March 2020]
- Bae EA, Moon GS. 1997. A study on the antioxidative activities of Korean soybeans. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26:203-208
- Bang BH, Jeong EJ. 2007. A study on manufacturing black soybean yogurt. *Korean J Food Nutr* 20:289-294
- Chien JT, Hsieh HC, Kao TH, Chen BH. 2005. Kinetic model for studying the conversion and degradation of isoflavones during heating. *Food Chem* 91:425-434
- Cho EJ, Park SH. 1997. Comparison on physicochemical properties of Korean kidney bean sediment according to classification. *Korean J Food Cookery Sci* 13:585-591
- Choi YH, Kim EM, Cho YS, Park SY. 2011. Processing of paste by combining low quality sweet persimmon and red bean. *Korean J Community Living Sci* 22:573-578
- Choung MG, Baek IY, Kang ST, Han WY, Shin DC, Moon HP, Kang KH. 2001. Isolation and determination of anthocyanins in seed coats of black soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *J Agric Food Chem* 49:5848-5851
- Davis WB. 1947. Determination of flavanones in citrus fruits. *Anal Chem* 19:476-478
- Floegel A, Kim DO, Chung SJ, Koo SI, Chun OK. 2011. Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. *J Food Compos Anal* 24:1043-1048
- Furuta S, Takahashi M, Takahata Y, Nishiba Y, Oki T, Masuda M. 2003. Radical-scavenging activities of soybean cultivars with black seed coats. *Food Sci Technol Res* 9:73-75
- Giusti MM, Wrolstad RE. 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *Curr Protoc Food Anal Chem* 00:F1.2.1-F1.2.13
- Im JY, Kim SC, Kim S, Choi Y, Yang MR, Cho IH, Kim HR. 2016. Protein and amino-acid contents in Backtae, Seoritae, Huktae, and Seomoktae soybeans with different cooking methods. *Korean J Food Cookery Sci* 32:567-574
- Isanga, J, Zhang GN. 2008. Soybean bioactive components and their implications to health-a review. *Food Rev Int* 24:252-276
- Izumi T, Piskula MK, Osawa S, Obata A, Tobe K, Saito M, Kataoka S, Kubota Y, Kikuchi M. 2000. Soy isoflavone

- aglycones are absorbed faster and in higher amounts than their glucosides in humans. *J Nutr* 130:1695-1699
- Jeong HC, Yoo SS. 2010. Quality characteristics of sponge cake by black soybean powder of different ratios. *J East Asian Soc Diet Life* 20:909-915
- Ji SW, Kim JI. 2020. Soybean · potato supply and demand trends and prospects. In KREI (Ed.), *Agricultural Outlook 2020 Korea*. Vol. 2. pp.348-349. Korea Rural Economic Institute
- Joo MJ. 2007. Physicochemical and sensory characteristics of black bean *yanggaeng* preparation. Master's Thesis, Youngin Univ. Yongin. Korea
- Jung TD, Shin GH, Kim JM, Oh JW, Choi SI, Lee JH, Lee SJ, Heo IY, Park SJ, Kim HT, Kang BK, Lee OH. 2016. Assessment of validation method for bioactive contents of fermented soybean extracts by bioconversion and their antioxidant activities. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:680-689
- Kim SR. 2000. Studies on functional and physiological properties of bioactive components from soybean and its application. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs
- Koh KJ, Shin DB, Lee YC. 1997. Physicochemical properties of aqueous extracts in small red bean, mung bean and black soybean. *Korean J Food Sci Technol* 20:854-859
- Korean Society of Food Science and Technology [KoS-FoST]. 2004. *Encyclopedia of Food Science and Technology*. p.583. Kwangil Publishing
- Kwak SJ, Kim CS, Choi MS, Park T, Sung MK, Yun JW, Yoo H, Mine Y, Yu R. 2016. The soy peptide Phe-Leu-Val reduces TNF- α -induced inflammatory response and insulin resistance in adipocytes. *J Med Food* 19:678-685
- Kwon SH, Ahn IS, Kim SO, Kong CS, Chung HY, Do MS, Park KY. 2007. Anti-obesity and hypolipidemic effects of black soybean anthocyanins. *J Med Food* 10:552-556
- Lee EB, Ahn D, Kim BJ, Lee SY, Cha YS, Kim M, Song SB, Kim DK. 2015c. Effects of genistin from *Vigna angularis* on lifespan-extending in *Caenorhabditis elegans*. *Korean J Pharmacol* 46:17-22
- Lee HJ. 2013. Antioxidant activity and properties characteristics of pound cakes prepared by using frozen blueberry powder & anthocyanin extracted from black beans. *Korean J Food Nutr* 26:772-782
- Lee JA. 2017. Quality characteristics and antioxidant effects of white bean paste added aronia powder. *Culin Sci Hosp Res* 23:29-37
- Lee LS, Choi EJ, Kim CH, Sung JM, Kim YB, Kum JS, Park JD. 2015b. Antioxidant properties of different parts of red and black adzuki beans. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:1150-1156
- Lee SY. 1998. Physicochemical and gel properties of cowpea precipitate powder with different protein content. Master's Thesis, Chonnam National Univ. Gwangju. Korea
- Lee YY, Park HM, Hwang TY, Kim SL, Kim MJ, Lee SK, Seo MJ, Kim KJ, Kwon Y, Lee SC, Kim YH. 2015a. A correlation between tocopherol content and antioxidant activity in seeds and germinating seeds of soybean cultivars. *J Sci Food Agric* 95:819-827
- Middleton E, Kandaswami C. 1994. Potential health-promoting properties of citrus flavonoids. *Food Technol (Chicago)* 48:115-119
- Moon BK, Jeon KS, Hwang IK. 1996. Isoflavone contents in some varieties of soybean and on processing conditions. *Korean J Soc Food Sci* 12:527-534
- Myung JG, Hwang IK. 2008. Functional components and antioxidative activities of soybean extracts. *Korea Soybean Digest* 25:23-29
- Noh DB, Kim KH, Sun YH. 2016. Physicochemical properties of yanggaeng with lentil bean sediment. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:865-871
- Park JS. 2019. A new approach to revitalizing the soybean industry. *Soybean Ind Inf* 2:15-19
- Rho MH, Lee TK. 2006. Monitoring of free sugar and amino acid of red bean paste by corn syrup concentration and heating treatment conditions. *Korean J Food Preserv* 13:581-588
- Setchell KDR. 2000. Absorption and metabolism of soy isoflavones from food to dietary supplements and adults to infants. *J Nutr* 130:654S-655S
- Shim YS, Yoon WJ, Hwang JB, Park HJ, Seo D, Ha J. 2015. Rapid method for the determination of 14 isoflavones in food using UHPLC coupled to photo diode array detection. *Food Chem* 187:391-397
- Shin J, Joo N. 2016. Component changes in antioxidant activity and isoflavones (β -glucoside & aglycone) contents of small black bean according to different

- cooking methods. *Korean J Food Cookery Sci* 32:197-203
- Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic* 16:144-158
- Somekawa Y, Chiguchi M, Ishibashi T, Aso T. 2001. Soy intake related to menopausal symptoms, serum lipids, and bone mineral density in postmenopausal Japanese women. *Obstet Gynecol* 97:109-115
- Song NE, Song YR, Kim JH, Kim YE, Han AR, Jeong DY, Baik SH. 2011a. Development of sugar-soaked black soybean snack and its quality change on functional components. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:853-859
- Song SB, Seo HI, Ko JY, Lee JS, Kang JR, Oh BG, Seo MC, Yoon YN, Kwak DY, Nam MH, Woo KS. 2011b. Quality characteristics of adzuki beans sediment according to variety. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:1121-1127
- Tsuda T, Shiga K, Ohshima K, Kawakishi S, Osawa T. 1996. Inhibition of lipid peroxidation and the active oxygen radical scavenging effect of anthocyanin pigments isolated from *Phaseolus vulgaris* L. *Biochem Pharmacol* 52:1033-1039
- Tsukamoto C, Shimada S, Igita K, Kudou S, Kokubun M, Okudo K, Kitamura K. 1995. Factor affecting isoflavone content in soybean seeds: Changes in isoflavones, saponins, and composition of fatty acids at different temperatures during seed development. *J Agric Food Chem* 43:1184-1192
- Uesugi T, Fukui Y, Yamori Y. 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* 21:97-102
- Woo KS, Song SB, Ko JY, Kim YB, Kim WH, Jeong HS. 2016. Antioxidant properties of adzuki beans, and quality characteristics of sediment according to cultivated methods. *Korean J Food Nutr* 29:134-143
- Wu AH, Yu MC, Tseng CC, Pike MC. 2008. Epidemiology of soy exposures and breast cancer risk. *Br J Cancer* 98:9-14

Received 06 April, 2020
 Revised 21 May, 2020
 Accepted 01 June, 2020